Vedlegg til **BEGJÆRING OM MIDLERTIDIG FORFØYNING**

Her følger dokumenter referert i fotnoter (men ikke kommentarer og krysshenvisninger) samlet i én PDF-fil med felles paginering angitt som «FU» og sidetall først i referansene.

Av praktiske grunner er ikke referansen i fotnote 10 tatt med i PDF-filen, og av opphavsrettlige grunner siden PDF-filen er offentlig tilgjengelig, er det fra fotnote 19 bare tatt med omslag, innholdsfortegnelse og bokens omfattende referanser.

EF, 25. august 2023

(versjon 1.0)

«Skitten strøm» fra nye strømmålere: nøkkel til et helseproblem?



En fersk teknisk rapport viser at de nye strømmålerne som er plassert ut i Norge, i hjem og på arbeidsplasser, forurenser strømnettet i huset med mer «skitten strøm» enn gamle målere, og kan være et helseproblem. Selv når radiosenderne i dem er fjernet.

«Skitten strøm» er et bransjeuttrykk for flere typer elektrisk støy som sprer seg gjennom strømledninger og i elektromagnetiske felt rundt dem. Firmaet EMF Consult AS har testet mengden skitten strøm fra et 20-talls målere produsert fra 1985 fram til i dag, og konkluderer i rapporten at nye målere lager mer skitten strøm enn eldre modeller. – Mengdene skitten strøm er særlig vesentlige ved frekvenser som ligger *utenfor* de som testes for CE-merking, som er EUs sertifiseringsordning. Det sier kybernetikk- og elektroteknikkingeniør Odd Magne Hjortland, som er rapportens forfatter. – At AMS-målerne står der husets ledningsnett sprer seg ut i huset, fører til at denne støyen spres effektivt ut i huset, slik at man i prinsippet bor inne i en tredimensjonal antenne som sender ut elektromagnetiske pulser i takt med støyen. Støyen vil forsterkes av flere målere i samme transformatorkrets, fortsetter Hjortland. Lydtekniker Erik Avnskog, som også har arbeidet med temaet i en årrekke, uttaler til oss at den påviste spenningsstøyen kan være problematisk. Vi vet fra andre målinger at støyen øker oppover og forbi de frekvensene som er testet i denne målingen.

Det er godt dokumentert at ved de svært lave frekvenser som «pakkes inn i» høye grunnfrekvenser kan elektriske pulser påvirke biologien, blant annet ved å endre stoffskiftet og hjernens søvnmønster, ved å åpne celleveggers kanaler så cellenes oksidantproduksjon øker, og skape ekstra signalering i nervesystemet. Dette skjer selv ved svært svake pulser når de kommer i «rett» frekvens, så de har pulsrytmer som noe i kroppen naturlig skal reagere på. Noen er langt mer ømfintlige for slik påvirkning enn andre, og reagerer akutt. Andre først over tid. Måleresultatene i den nye rapporten kan derfor forklare hvorfor en del folk opplever at de får helseplager av nye målere, selv når de har fått fritak og fjernet fra de nye målernes radiosendere.

Typiske akutte reaksjoner på pulser er diffuse symptomer, så som utmattethet, tinnitus, leddsmerter, «tanketåke» og dårligere nattesøvn. Dette er slike symptomer som de amerikanske diplomatene nylig varslet om, referert i medier verden rundt. Et forskerutvalg nedsatt av USAs nasjonale forskningsråd fant at det måtte skyldes slike pulser. Økningen i slik «støy» som «overdøver» naturens elektriske pulser, vekker bekymring hos en del forskere. De spår tilsvarende vekst i helseplager.

Kunder som stiller med legeattest på at de får akutte helseplager av elektromagnetiske felt, får fritak fra radiosenderen i de nye AMS-målerne. Fritak fra AMS innebærer at strømnettselskapene ikke er pålagt å skifte ut den gamle måleren, men kan la den bli stående. Men strømnettselskapene hevder at «skitten strøm» ikke kan være et helseproblem, og krever med trusler om strømstengning at måleren blir skiftet til ny måler (med fjernet eller deaktivert sender).

Det fins ikke statistikk i Norge, men både erfaringer og undersøkelser i andre land tilsier at et betydelig antall personer med diffuse helseplager har fått dem *etter at* AMS-måler ble installert. Grunnlagsdokumentene som norsk strålevern bygger på (f.eks. FHI-rapport 2012:3), avviser ikke at dette er mulig, og slike reaksjoner på eksponering under dagens norske og vestlige grenseverdier er alminnelig anerkjent i mange land og solid påvist i lang tid. Strålevernmyndigheten i Norge, Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA), hevder likevel at slike målere ikke kan være noe helseproblem.

Rapporten kan du laste ned her og spre fritt:
EMF Consult AS: TEST AV LEDNINGSBUNDET SPENNINGSSTØY («SKITTEN STRØM») FRA FORSKJELLIGE GENERASJONER STRØMMÅLERE, rapport 13.10.2021, pdf.

19. oktober 2021

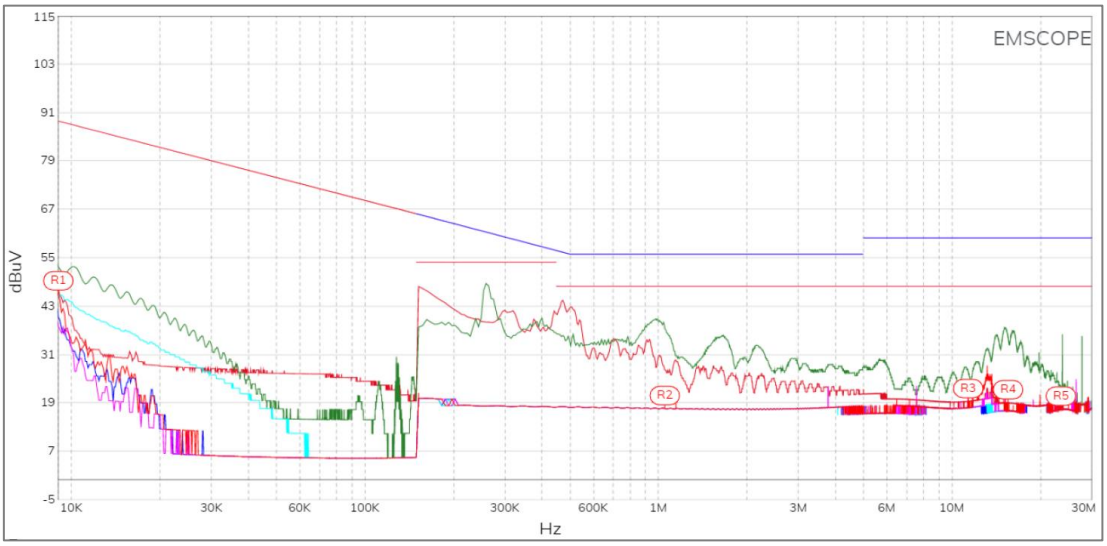
Einar Flydal og Else Nordhagen
cand. polit. og master of telecom strategy dr. scient. i IKT

PS. For en innføring i emnene skitten strøm, pulser og biologiske virkninger, spesielt i forbindelse med AMS-målere, kan du laste ned gratis eller få tilsendt (for 250 kr.) boka «Smartmålerne, skitten strøm, pulser og helsa» (285 sider, omfattende referanser til forskning m.m.)

PS2. Åpning av celleveggers kalsiumkanaler er velkjent som årsak til en rekke svært ulike medisinske symptomer, både akutte og over tid, mindre og mer alvorlige. Flere ulike miljøstressorer kan utløse at disse kanalene åpnes. At *pulsingen fra en Aidon AMS-målers radiosignaler* kan åpne celleveggers kalsiumkanaler, er nylig demonstrert i et enkelt notat med beregninger som vi ba den tyske fysikeren Klaus Scheler gjøre utfra dagens radiofysiske og biofysiske kunnskap. Han baserte seg da på modellarbeid gjort av forskeren Panagopoulos m.fl., og som han har forklart i en omfattende og krevende fagartikkel der han setter sammen mange «puslespillbiter» fra praktisk og teoretisk forskning. Våren 2021 oversatte han denne artikkelen til engelsk og sendte til oss til fri bruk. Vi har satt sammen de to tekstene til ett dokument.

TEST AV LEDNINGSBUNDET SPENNINGSSTØY («SKITTEN STRØM») FRA FORSKJELLIGE GENERASJONER STRØMMÅLERE





Utført av EMF CONSULT AS
ved Odd Magne Hjortland

(Revisjon 01)

Dokumenthistorie

Dato og revisjoner

01	13.10.2021	Første utgave	OMH
Revisjon	**Dato**	**Beskrivelse**	**Sign**

Innhold

Formål 4
Oppdragsgiver 4
Bakgrunn 4
Konklusjon 4
EMI -standarder for IT- og multimedia utstyr 5
CISPR 32: 2015 (150kHz-30MHz) 6
VDE 0871-B: 1985 (10kHz-30MHz) 6
Måleobjekt og omgivelser 7
Testobjekter – Utstyr under test (EUT) 8
Måleresultat 9
Oppgave 1 - Konstruktiv interferens 9
Oppgave 2 - Sammenligning av gamle og nye strømmålere 10
Målerapporter – Utstyr under test (EUT) 12
3 stk Kamstrup Omnipower – konstruktiv interferens 12
5 typer 3-fas strømmålere - sammenligning analog, digital og AMS 13
Analog strømmåler 3-fas Ganz GH36 (1985) 14
Analog strømmåler 3-fas AEG B114W (1992) 15
Analog strømmåler 3-fas Schlumberger G1V6hJ6 (1994) 16
Digital måler 3-fas Enermet SK320XE (1992) 17
Digital måler 3-fas Elektrisk Produksjon DDS3008 (1999) 18
Digital måler 3-fas Enermet 420i (2002) 19
Digital strømmåler 3-fas Enermet E420-s (2004) 20
Digital måler 3-fas Kamstrup 658-282-OK-40 (2006) 21
Digital måler 1-fas Kamstrup 686-162-QR-40 (2006) 22
Smartmåler 3-fas Aidon 5550 (2. gen - 2006) 23
Smartmåler 3-fas Kamstrup Omnipower 684-11-31B-N24-3101-040 (4. gen - 2019) 24
Vedlegg 25
Vedlegg 1 - Måleutstyr 25

Formål

Måling av ledningsbundet spenningsstøy fra et utvalg av forskjellige generasjoner strømmålere benyttet i Norge. Formålet er å avdekke om det er forskjeller i mengde ledningsbundet spenningsstøy, populært kalt «skitten strøm», fra de forskjellige typene strømmålere som er/har vært i bruk i norske hjem over tid.

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver:
Foreningen for EMF-Reform
ved Einar Flydal
Sagadammen 20
0884 Oslo

Bakgrunn

Foreningen for EMF-Reform er gjennom aksjonen «Vi tar AMS-målerne for retten!» engasjert i arbeidet med å finne helsemessig gode løsninger med hensyn til elektromagnetisk stråling fra strømmålere. I den anledning har foreningen ønsket å få testet en påstand om at nye AMS-målere – hva enten med eller uten kommunikasjonsmodul – produserer mer ledningsbundet spenningsstøy (EMI) enn gamle analoge og digitale strømmålere.

Årsaken er at enkelte personer som har fått installert ny måler, men uten kommunikasjonsmodul, mener de likefullt opplever fysiske plager fra den nye måleren. Teorien til disse personene er at det er ledningsbundet spenningsstøy fra strømforsyningen i AMS som er problemet. Det blir også vist til forskningslitteratur om helsevirkninger fra ledningsbundet spenningsstøy.

Foreningen for EMF-Reform ønsker derfor å få testet flere generasjoner med strømmålere som er i bruk i Norge for å avdekke om det finnes noe grunnlag i påstanden om at nye AMS-målere lager mer spenningsstøy som sprer seg fra måleren og videre til det elektriske anlegget i boligen.

Oppdragsgiver ønsket utredet følgende to spørsmål:

1. Oppstår det konstruktiv interferens når flere like strømmålere monteres i samme trafokrets?
2. Lager gamle analoge og digitale strømmålere mindre elektromagnetisk spenningsstøy enn nye automatiske smarte strømmålere?

Konklusjon

Måleresultatene viser at både Kamstrup og Aidon smartmålerne hver for seg oppfyller testkravene i henhold til EMC/EMI standard CISPR 32 og kravene til den tidligere VDE 0871-standarden.

Uavhengig av dette viser måleresultatene at de undersøkte nye automatiske strømmålere (AMS) lager betydelig mer spenningsstøy enn de eldre analoge og digitale strømmålerne som ble undersøkt, se side 9.

I frekvensområdet 150kHz – 30MHz (CISPR 32) ligger de analoge og digitale strømmålerne på referansenivå med 18dBµV. Både de undersøkte Kamstrup og AidonAMS-målerne har en kvasi-topp

(QP) på 49dBµV. Dette er 31dBµV forskjell som tilsvarer ca. 35 ganger sterkere spenningsstøy fra de nye automatiske strømmålerne (AMS) kontra tidligere analoge og digitale modeller av strømmålerne.

Årsak til dette ser ut til å være at de eldre analoge målerne ikke har innebygget elektronikk som benytter switch-mode strømforsyninger (SMPS) og at de eldre digitale målerne som benytter switch-mode strømforsyninger benytter bedre filterteknikk for å filtrere bort denne spenningsstøyen.

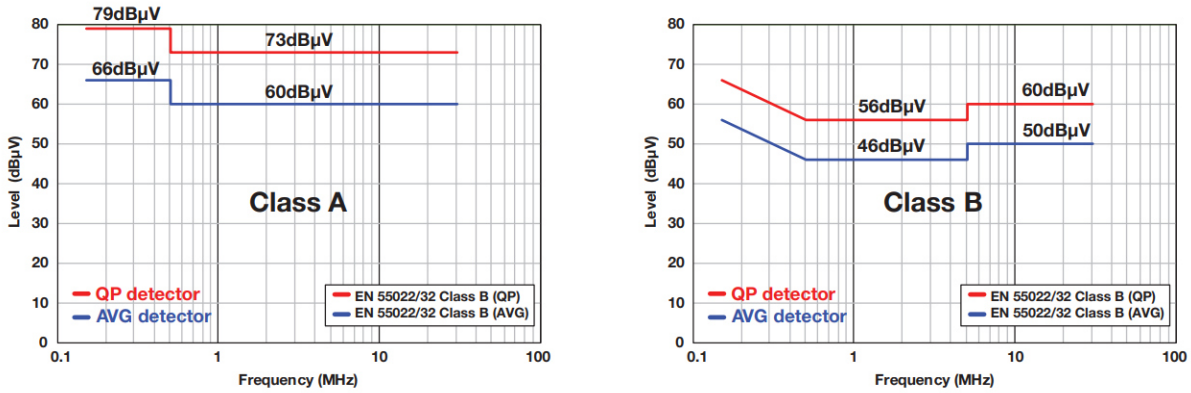
Det ble også konstatert at når flere like smartmålere blir installert innenfor samme trafokrets (nettstasjon) oppstår konstruktiv interferens, noe som øker spenningsstøyen, se side 8.

I installasjoner med opptil flere hundre like strømmålere innenfor samme trafokrets vil spenningsstøyen fra de nye smartmålerne i teorien kunne generere spenningsstøy som overskrider grenseverdiene som er satt for slikt utstyr når det testes alene i EMC-laboratorier. Dette er tilsvarende problemstilling som vi blant annet ser med LED-belysning hvor godkjente LED-produkter, når de installeres i et system sammen andre like produkter, lager konstruktiv interferens som forstyrrer annet teknisk utstyr i nærheten.

EMI -standarder for IT- og multimedia utstyr

I mange år har strømforsyningsprodukter markedsført for kommunikasjons- og informasjons-teknologi (IT) sluttbrukeutstyr innen EU vært testet i henhold til den velkjente europeisk standard EN 55022, avledet hovedsakelig fra produktstandarden CISPR 22. Conformité Européenne (CE)-erklæringen for eksterne strømforsyninger refererer også til EN 55022 som norm for å demonstrere samsvar med de grunnleggende kravene i EU's EMC-direktiv 2014/30/EU.

Nylig ble imidlertid CISPR 22/EN 55022 underlagt CISPR 32/EN 55032. Denne nye standarden dekker multimediautstyr og er i dag gjeldende som en harmonisert standard i samsvar med EMC-direktivet. Mer spesifikt må ethvert produkt som tidligere er testet under EN 55022, og som sendes inn i EU etter 2. mars 2017, må oppfylle kravene i EN 55032. Utstyr som først og fremst er beregnet på bruk i boligmiljø, må oppfylle klasse B-grensene, mens alt annet utstyr må oppfylle klasse A-grensene.



Figuren over viser EN 55022/32 klasse A og klasse B-grensene for ledningsbundet støy; med kvasi-topp (QP) og gjennomsnittlig (AVG) signalmåling over gjeldende frekvensområde 150kHz til 30MHz. Både kvasi-topp og gjennomsnittlige grenser må være oppfylt.

Nesten alle CISPR-baserte teststandarder som benyttes for CE-godkjenning av utstyr, spesifiserer grenser for ledningsbundet støy målt fra 150kHz opp til 30MHz.

Grenseverdiene som kreves overholdt, dekker dermed bare området fra 150 kHz. Dette betyr imidlertid ikke at spenningsstøy under 150 kHz ikke kan forårsake helse- og/eller miljøproblemer. Frekvensområdet under 150 kHz er derfor også inkludert i våre målinger. Høyenergi spenningsstøy og transienter som overføres på ledningsnettet skapes hovedsakelig i området fra 10kHz til 150kHz. Denne rapporten inkluderer derfor også dette frekvensområdet i målinger og evalueringer.

Det er viktig å påpeke at **EMC-kravene** som dekkes av teststandardene, primært skal sikre at **teknisk utstyr** virker som forutsatt og at det ikke blir ødelagt. Pulsmønstre vurderes ikke, kun styrke på signal. Mulige helsemessige virkninger er ikke hensyntatt, kun tekniske.

CISPR 32: 2015 (150kHz-30MHz), eller tilsvarende standard, som benyttes av alle produsenter av strømmålere, og som er grunnlaget for måleresultatene i denne rapporten, gjelder multimedieutstyr (MME) som definert i standardens 3.1.24. Standarden dekker to klasser MME (klasse A og klasse B). Vi ser her kun på klasse B, da strømmålere er utstyr som først og fremst er beregnet på bruk i boligmiljø.

VDE 0871-B: 1985 (10kHz-30MHz) Tysk EMC-direktiv for interferens generert av informasjonsteknologiutstyr. Normen ble erstattet av EN 55022 (150 kHz opptil 30 MHz) i 01.01.1996 i hele Europa. Dette betyr at spenningsstøy i området 10 kHz-150 kHz ikke lenger vurderes i forhold til CE-godkjenning av utstyr. Spenningsstøy i dette frekvensområdet forårsaker imidlertid en betydelig interferens for tilstøtende enheter/utstyr og kan også føre til ødeleggelse av sensitive kontrollsystemer, datamaskiner og komponenter.

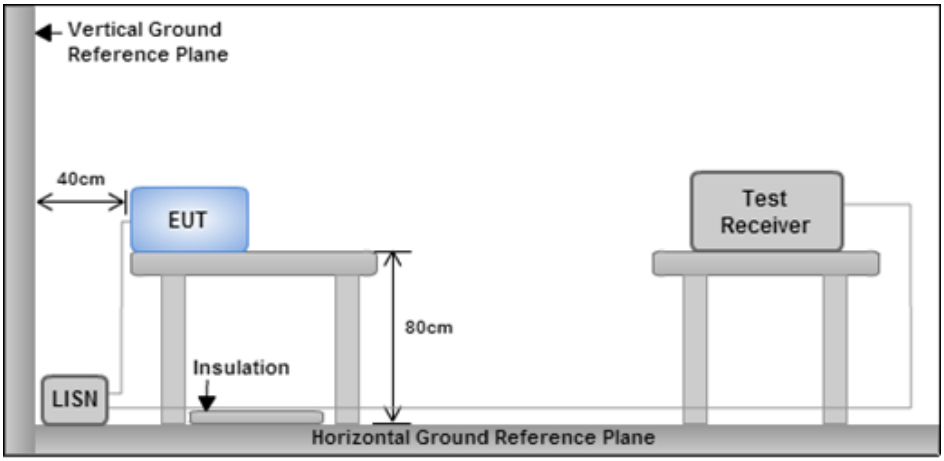
Oppdragsgiver ønsket å sammenligne spenningsstøyen fra strømmålerne også med denne tidligere standarden fordi:

- Området 2kHz – 150kHz synes per i dag å være mangelfullt regulert («gråsone»).
- Her finnes mye av støyen fra elektroniske strømforsyninger (SMPS), frekvensomformere, billadere, solcelleanlegg, LED-belysning, lys-dimmere osv..
- Tidligere målinger av spenningsstøy fra AMS, utført av det tyske firmaet Bajog Electronics GmbH viste at det var mye støy i denne gråsones som ikke er dekket av CISPR 32 standarden, som AMS testes og sertifiseres etter.

Måleobjekt og omgivelser

EMI-målingene er gjennomført i et lokale hvor den ytre elektromagnetiske påvirkningen er redusert til et minimum. Det er ikke benyttet en sertifisert EMC/EMI-lab, men et rom med murvegger som er dekket med metallplater på vegg og gulv og jordet i henhold til standardoppsett for CISPR 32 test. Det er montert et galvanisk skille og EMI/RFI-filter på strømforsyningen for å forhindre at ledningsbundet støy utenfra påvirker måleresultatene. Videre er det benyttet en egen skilletransformator for å forhindre at lekkasjestrøm fra LISN-enhetene aktiverer jordfeilbryter. (LISN står for Linje-Impedans Stabilisert Nettverk.)

Måleinstrumentet som er benyttet, er et CISPR-godkjent EMZER-EMSCOPE Dual-modus EMI-mottaker med innebygget LISN for måling av ledningsbundet støy i frekvensområdet 9 kHz - 110 MHz. - EMSCOPE kan måle Topp (Peak), Kvasi-topp (Quasi Peak) og Gjennomsnittlig (Average) signal. Oppløsningsbåndbreddefiltre (RBW) som er brukt i våre målinger er på henholdsvis 200 Hz og 9 kHz (ref. CISPR 32).



***EUT** (Equipment Under Test) er i denne sammenheng forskjellige typer strømmålere.*
***Test Receiver** og **LISN** er i vårt testoppsett kombinert i EMZER-EMSCOPE.*



Testoppsettet med EMZER-EMSCOPE til høyre og strømmåler til venstre på bord.

EMF Consult AS har ikke et EMC/EMI-sertifisert målelaboratorium og streber ikke etter dette. Testene denne rapporten benytter som underlag, er allikevel basert på målespesifikke krav i CISPR 32- og VDE 0871-standardene og utført med sertifisert og godkjent måleutstyr i henhold til standardenes krav.

Testobjekter – Utstyr under test (EUT)

Oppdragsgiver kom med følgende strømmålere som de ønsket utredet for å finne ut hvor mye spenningsstøy hver og en genererte tilbake på ledningsnettet i bolig.

Produsent	Modell	Produsert år	Type
Ganz	GH36	1985	Analog
AEG	B114W	1992	Analog
Schlumberger	G1V6hJ6	1994	Analog
Enermet	SK320XE	1992	Digital
Elektrisk Produksjon	DDS3008	1999	Digital
Enermet	420i	2002	Digital
Enermet	E420-s	2004	Digital
Kamstrup	658-282-OK-40	2006	Digital
Kamstrup	686-162-QR-40	2006	Digital
Aidon	5550	2006	Smartmåler - 2. gen
Kamstrup Omnipower	684-11-31B-N24-3101-040	2019	Smartmåler - 4. gen

Total ble ca. 20 strømmålere levert inn og testet. Flere av de analoge- og digitale strømmålerne hadde tilsvarende resultater som de som er med i utvalget over, og er derfor utelatt fra oversikten.

For å få et best mulig sammenligningsgrunnlag ønsket oppdragsgiver å sammenligne de tre nye typene smartmålere (AMS) fra Aidon, Kamstrup og Nuri/Kaifa som benyttes i dag, med eldre modeller av analoge- og digitale strømmålere som har vært i bruk og fortsatt er i bruk hos enkelte.

Oppdragsgiver hadde problemer med å få fremskaffet måler fra Nuri/Kaifa. Nuri/Kaifa ble derfor utelatt fra testen. Oppdragsgiver klarte heller ikke å fremskaffe 4. generasjon Aidon AMS-måler som installeres i dag. I våre tester ble 2. generasjon Aidon smartmåler benyttet da vi antar, ut fra andre testrapporter vi har på 4. generasjon Aidon-smartmåler, at denne har en nær tilsvarende strømforsyning (SMPS) og spenningsstøyrespons som nyeste, 4. generasjon, Aidon-målere.

Måleresultat

Måleresultatene viser at de testede Kamstrup og Aidon smartmålerne hver for seg oppfyller testkravene i henhold til dagens EMC/EMI standard CISPR 32 og kravene til den tidligere VDE 0871B-standarden.

Resultatet av målingene relatert til de to spørsmålene oppdragsgiver ønsket utredet er som følger:

Oppgave 1 - Konstruktiv interferens

«Oppstår det konstruktiv interferens når flere like strømmålere monteres i samme trafokrets?»

Funn: Konstruktiv interferens oppstår når flere like strømmålere kobles i samme trafokrets, som vist i grafen. Der er det vist spenningsstøy fra tre ulike målinger gjort med henholdsvis 1, 2 og 3 like målere koplet til:



Grenseverdiene (loddrett akse) som gis for de ulike frekvensene (vannrett akse) i de standardene som er benyttet, er de rette røde og blå grafene midt på bildet:

- *Blå: CISPR 32 class B, kvasi-topp (QP)*
- *Rød: VDE 0871 class B, kvasi-topp (QP)*

Blå graf nederst på bildet er referansenivå ved null belastning, uten at noe utstyr under test (EUT) er tilkoblet. Denne referansen gjelder for alle påfølgende målerapporter/grafer henvist til i denne rapporten.

Måleresultatet viser klart at spenningsstøyen øker når flere like smartmålere (AMS) kobles i samme trafokrets.

- Rød graf viser spenningsstøy med en 1 stk. Kamstrup Omnipower AMS tilkoblet
- Grønn graf viser spenningsstøy med 2 stk. Kamstrup Omnipower AMS tilkoblet
- Turkis graf viser spenningsstøy med 3 stk. Kamstrup Omnipower AMS tilkoblet

Rosa graf viser at spenningsstøyen på ledningsnettet øker når RF-sender på AMS-måleren er aktiv (sender).

MERK: Testen viser hvordan den ledningsbundne elektromagnetiske støyen (EMI) fra smartmåleren(e) øker når flere smartmålere installeres innenfor samme trafokrets. Det er verdt å legge til at spenningsstøyen fra en smartmåler vil også kunne skape konstruktiv interferens med spenningsstøy fra annet elektronisk utstyr i en bolig, og med annet utstyr tilkoblet samme trafokrets.

Oppgave 2 - Sammenligning av gamle og nye strømmålere

«Lager gamle analoge og digitale strømmålere mindre elektromagnetisk spenningsstøy enn nye automatiske smarte strømmålere?»

Funn: Gamle analoge- og digitale strømmålere lager mindre elektromagnetisk spenningsstøy enn nye automatiske smarte strømmålere (AMS).



Grenseverdiene for standardene som er benyttet, er de rette røde og blå grafene midt på bildet:

- *Blå: CISPR 32 class B, kvasi-topp (QP)*
- *Rød: VDE 0871 class B, kvasi-topp (QP)*

Det er klart ut fra målingene at de nye automatiske strømmålerne (AMS), både fra Kamstrup og Aidon, lager betydelig mer spenningsstøy enn de gamle analoge og digitale strømmålerne.

- Rød graf øverst viser spenningsstøy fra Aidon AMS, målerapportens side 22.
- Grønn graf viser spenningsstøy fra Kamstrup AMS, målerapportens side 23.
- Turkis graf viser spenningsstøy fra Enermet digital strømmåler, målerapportens side 18.
- Rosa graf viser spenningsstøy fra Kamstrup digital strømmåler, målerapportens side 20.
- Rød graf nederst viser spenningsstøy fra Schlumberger analog måler, målerapportens side 15.

Blå graf nederst på bildet (referansenivå ved null belastning) ligger skjult under grafene fra de analoge og digitale strømmålerne og viser at det er nært null spenningsstøy fra disse gamle målerne.

I frekvensområdet 150kHz – 30MHz (CISPR 32) ligger de analoge- og digitale strømmålerne på referansenivå med ca. 18dBµV. Både Kamstrup og Aidon smartmålerne har en kvasi-topp (QP) på 49dBµV. Dette er 31dBµV forskjell som tilsvarer ca. 35 ganger sterkere spenningsstøy.

Årsak til denne forskjellen i spenningsstøy ser ut til å være at de eldre analoge målerne ikke har elektronikk som benytter switch-mode strømforsyninger (SMPS) og at de eldre digitale målerne som benytter switch-mode strømforsyninger benytter bedre filterteknikk for å filtrere bort spenningstøyen disse lager. Nyere smarte strømmålere har innebygget strømforsyning og dataprosessor som lager mer spenningsstøy samtidig som de har mindre effektive støyfilter.



Analog/mekanisk måler med dreieskive, uten innebygget strømforsyning.



Digital måler med innebygget strømforsyning og effektive støyfilter med kraftige X-kondensatorer.



Smartmåler med innebygget strømforsyning og dataprosessor som lager mer spenningsstøy samtidig som det er mindre effektive støyfilter.

Målerapporter – Utstyr under test (EUT)

3 stk Kamstrup Omnipower – konstruktiv interferens

Her ser vi hvordan flere målere i samme trafokrets øker den ledningsbundne støyen. Vi ser også at det er mer ledningsbundet støy når Radiomodul (RF) er aktiv/sender.

REPORT - VDE 0871 Class B og CISPR 32 Class B

Test Conditions

EUT: 1, 2 og 3 stk 3ph Omnipower AMS

Op Cond: Conductive emission

Operator:EMF Consult

Test Spec: VDE0871B + CISPR32B

Date (YYYY/MM/DD): 2021/09/15

Extra compliance: Fewer than 6 emissions are within the defined margin.

Her ser vi hvordan flere målere i samme trafokrets øker den ledningsbundne støyen. Vi ser også at det er mer ledningsbunden støy når RF er aktiv/sender.

Scan Settings

Instrument: EMSCOPE

Software version: 2.43

EMSCOPE SN: 0341100012414166

Freq start: 9 kHz

Freq stop: 30 MHz

RBW: 200Hz - 9kHz

Losses: Internal LISN

Dwell time: 2 sec



Measurement Plot



Måleresultat og grafer er forklart i målerapportens side 9.

5 typer 3-fas strømmålere - sammenligning analog, digital og AMS

Sammenligning av tre generasjoner strømmålere for å sjekke om gamle analoge og digitale strømmålere lager mindre elektromagnetisk spenningsstøy enn nye automatiske smarte strømmålere (AMS).

REPORT - VDE 0871 Class B og CISPR 32 Class B

Test Conditions

EUT: 5 typer 3ph strømmålere
Op Cond: Conductive emission
Operator:EMF Consult
Test Spec: VDE0871B + CISPR32B
Date (YYYY/MM/DD): 2021/09/15
Extra compliance: Fewer than 6 emissions are within the defined margin.
Sammenligning av analog, digital og ny AMS

Scan Settings

Instrument: EMSCOPE
Software version: 2.43
EMSCOPE SN: 0341100012414166
Freq start: 9 kHz
Freq stop: 30 MHz
RBW: 200Hz - 9kHz
Losses: Internal LISN
Dwell time: 2 sec



Measurement Plot



Måleresultat og grafer er forklart i målerapportens side 10.

Analog strømmåler 3-fas Ganz GH36 (1985)

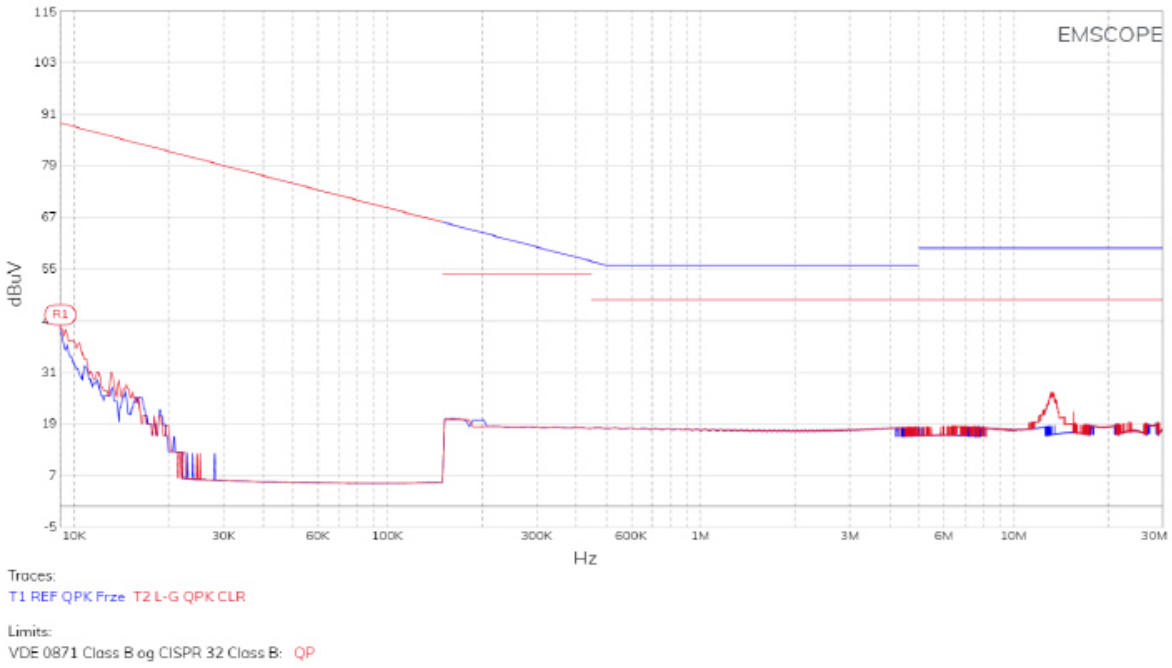
REPORT - VDE 0871 Class B og CISPR 32 Class B

Test Conditions
EUT: 3 ph analog GH36
Op Cond: Conductive emission
Operator:EMF Consult
Test Spec: VDE0871B + CISPR32B
Date (YYYY/MM/DD): 2021/09/15
Extra compliance: Fewer than 6 emissions are within the defined margin.



Scan Settings
Instrument: EMSCOPE
Software version: 2.43
EMSCOPE SN: 0341100012414166
Freq start: 9 kHz
Freq stop: 30 MHz
RBW: 200Hz - 9kHz
Losses: Internal LISN
Dwell time: 2 sec

Measurement Plot



Det er tilnærmet null elektromagnetisk støy fra den analoge strømmåleren. Den røde grafen viser spenningsnivå fra strømmåleren, og denne ligger likt med det blå referansenivået. *(Den lille toppen på slutten, ved 13MHz, skyldes en feil på måleoppsett.)*

Analog strømmåler 3-fas AEG B114W (1992)

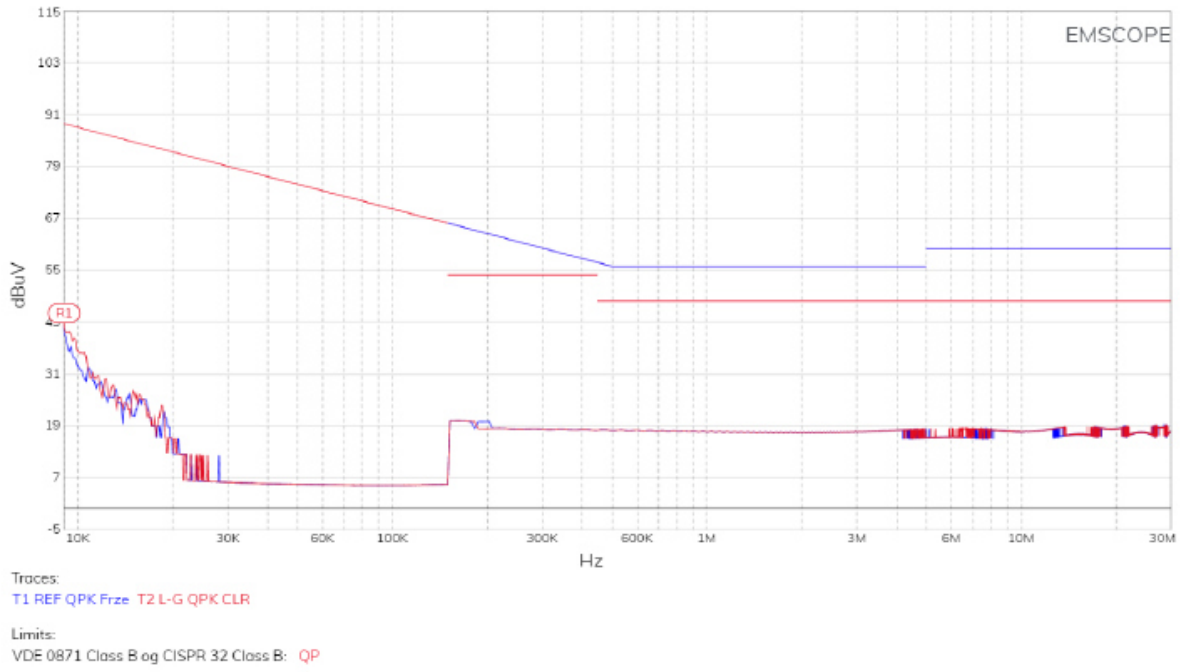
REPORT - VDE 0871 Class B og CISPR 32 Class B

Test Conditions
EUT: 3 ph analog B114W
Op Cond: Conductive emission
Operator:EMF Consult
Test Spec: VDE0871B + CISPR32B
Date (YYYY/MM/DD): 2021/09/15
Extra compliance: Fewer than 6 emissions are within the defined margin.



Scan Settings
Instrument: EMSCOPE
Software version: 2.43
EMSCOPE SN: 0341100012414166
Freq start: 9 kHz
Freq stop: 30 MHz
RBW: 200Hz - 9kHz
Losses: Internal LISN
Dwell time: 2 sec

Measurement Plot



Det er tilnærmet null elektromagnetisk støy fra den analoge strømmåleren. Den røde grafen viser spenningsnivå fra strømmåleren, og denne ligger likt med det blå referansenivået.

Analog strømmåler 3-fas Schlumberger G1V6hJ6 (1994)

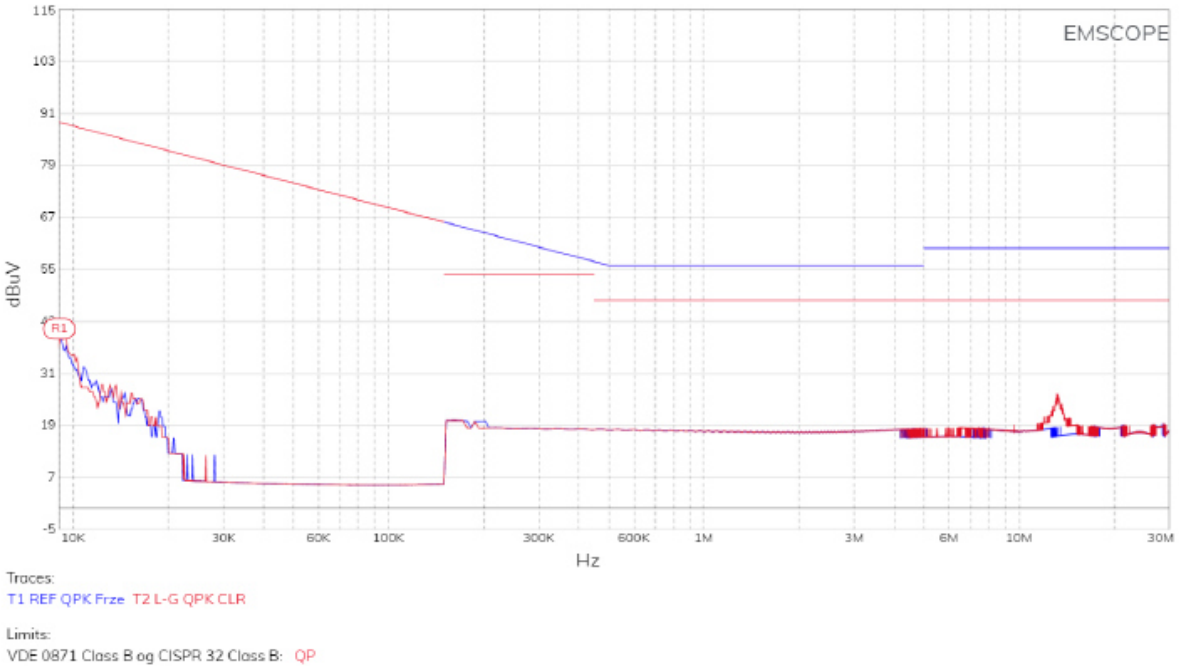
REPORT - VDE 0871 Class B og CISPR 32 Class B

Test Conditions
EUT: 3 ph analog G1V6hJ6
Op Cond: Conductive emission
Operator:EMF Consult
Test Spec: VDE0871B + CISPR32B
Date (YYYY/MM/DD): 2021/09/15
Extra compliance: Fewer than 6 emissions are within the defined margin.



Scan Settings
Instrument: EMSCOPE
Software version: 2.43
EMSCOPE SN: 0341100012414166
Freq start: 9 kHz
Freq stop: 30 MHz
RBW: 200Hz - 9kHz
Losses: Internal LISN
Dwell time: 2 sec

Measurement Plot



Det er tilnærmet null elektromagnetisk støy fra den analoge strømmåleren. Den røde grafen viser spenningsnivå fra strømmåleren, og denne ligger likt med det blå referansenivået. *(Den lille toppen på slutten, ved 13MHz, skyldes en feil på måleoppsett.)*

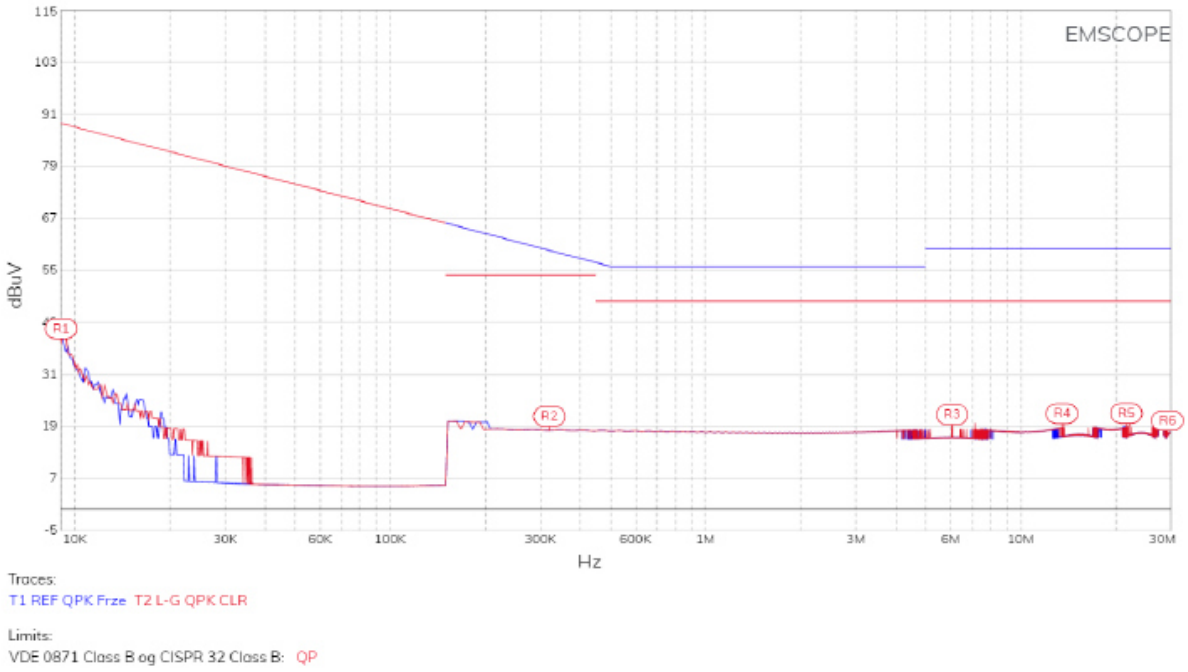
Digital måler 3-fas Enermet SK320XE (1992)

REPORT - VDE 0871 Class B og CISPR 32 Class B

Test Conditions
EUT: 3 ph digital SK320XE
Op Cond: Conductive emission
Operator:EMF Consult
Test Spec: VDE0871B + CISPR32B
Date (YYYY/MM/DD): 2021/09/15
Extra compliance: Fewer than 6 emissions are within the defined margin.



Scan Settings
Instrument: EMSCOPE
Software version: 2.43
EMSCOPE SN: 0341100012414166
Freq start: 9 kHz
Freq stop: 30 MHz
RBW: 200Hz - 9kHz
Losses: Internal LISN
Dwell time: 2 sec
Measurement Plot



Det er tilnærmet null elektromagnetisk støy fra den digitale strømmåleren. Den røde grafen viser spenningsnivå fra strømmåleren, og denne ligger likt med det blå referansenivået

Digital måler 3-fas Elektrisk Produksjon DDS3008 (1999)

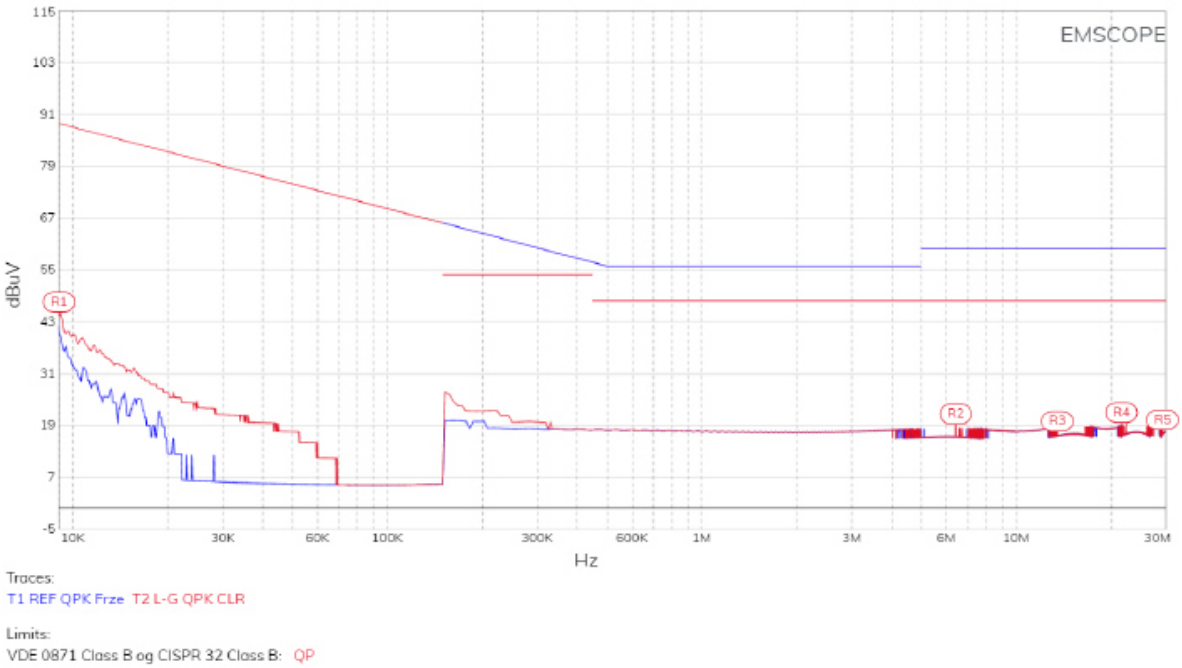
REPORT - VDE 0871 Class B og CISPR 32 Class B

Test Conditions
EUT: 3 ph digital DDS3008
Op Cond: Conductive emission
Operator:EMF Consult
Test Spec: VDE0871B + CISPR32B
Date (YYYY/MM/DD): 2021/09/15
Extra compliance: Fewer than 6 emissions are within the defined margin.



Scan Settings
Instrument: EMSCOPE
Software version: 2.43
EMSCOPE SN: 0341100012414166
Freq start: 9 kHz
Freq stop: 30 MHz
RBW: 200Hz - 9kHz
Losses: Internal LISN
Dwell time: 2 sec

Measurement Plot



Det er noe lavfrekvent elektromagnetisk støy fra den digitale strømmålere i frekvensområdet 10-70kHz og 150-300kHz. Den røde grafen viser spenningsnivå fra strømmåleren, og denne ligger likt med det blå referansenivået

Digital måler 3-fas Enermet 420i (2002)

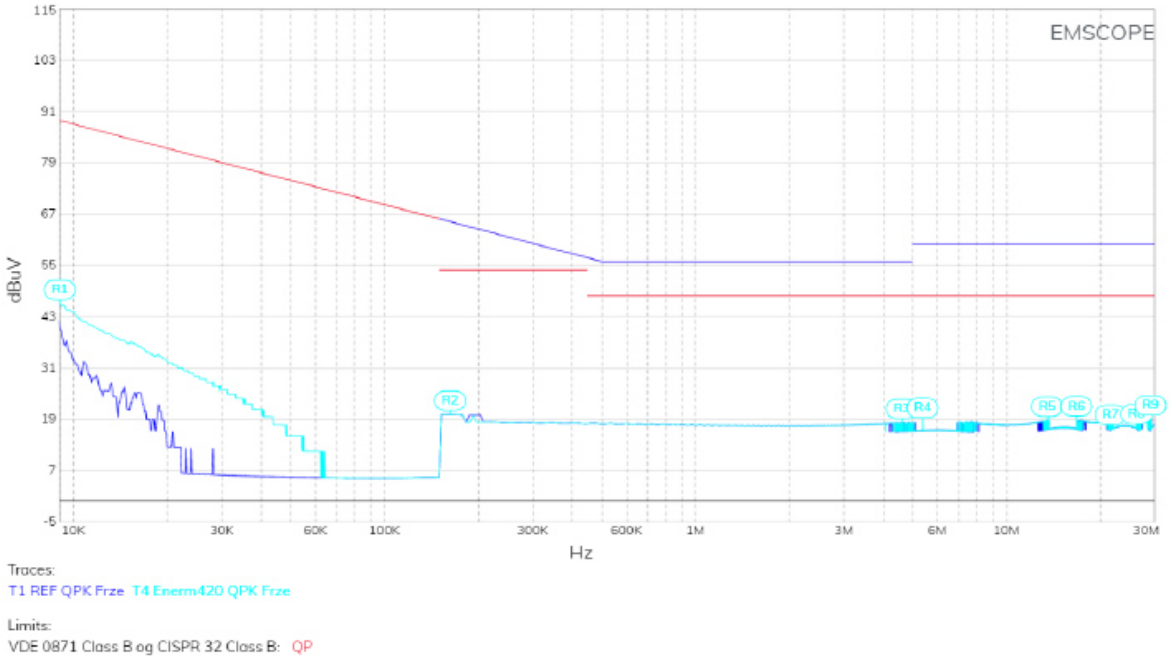
REPORT - VDE 0871 Class B og CISPR 32 Class B

Test Conditions
EUT: 3ph Digital måler 420i
Op Cond: Conductive emission
Operator:EMF Consult
Test Spec: VDE0871B + CISPR32B
Date (YYYY/MM/DD): 2021/09/15



Scan Settings
Instrument: EMSCOPE
Software version: 2.43
EMSCOPE SN: 0341100012414166
Freq start: 9 kHz
Freq stop: 30 MHz
RBW: 200Hz - 9kHz
Losses: Internal LISN
Dwell time: 2 sec

Measurement Plot



Det er noe lavfrekvent elektromagnetisk støy fra den digitale strømmålere i frekvensområdet 10-70kHz. Den turkise grafen viser spenningsnivå fra strømmåleren, og denne ligger likt med det blå referansenivået

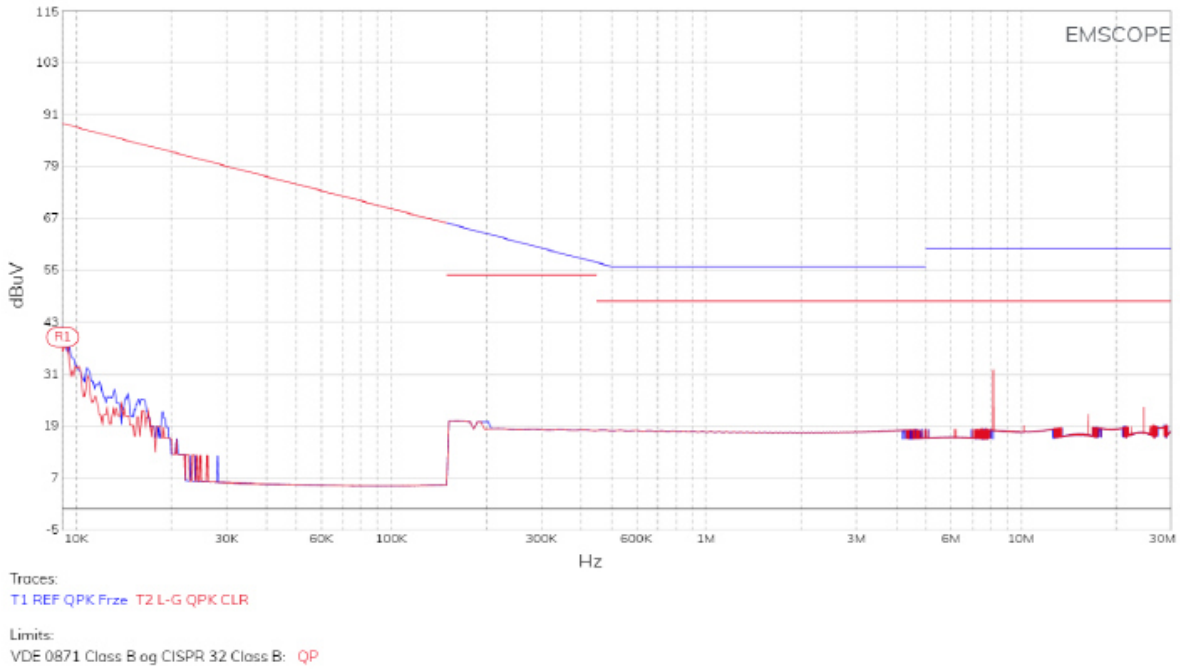
Digital strømmåler 3-fas Enermet E420-s (2004)

REPORT - VDE 0871 Class B og CISPR 32 Class B

Test Conditions
EUT: 3 ph digital E420S
Op Cond: Conductive emission
Operator:EMF Consult
Test Spec: VDE0871B + CISPR32B
Date (YYYY/MM/DD): 2021/09/15
Extra compliance: Fewer than 6 emissions are within the defined margin.



Scan Settings
Instrument: EMSCOPE
Software version: 2.43
EMSCOPE SN: 0341100012414166
Freq start: 9 kHz
Freq stop: 30 MHz
RBW: 200Hz - 9kHz
Losses: Internal LISN
Dwell time: 2 sec
Measurement Plot



Det er tilnærmet null elektromagnetisk støy fra den digitale strømmåleren. Den røde grafen viser spenningsnivå fra strømmåleren, og denne ligger likt med det blå referansenivået

Digital måler 3-fas Kamstrup 658-282-OK-40 (2006)

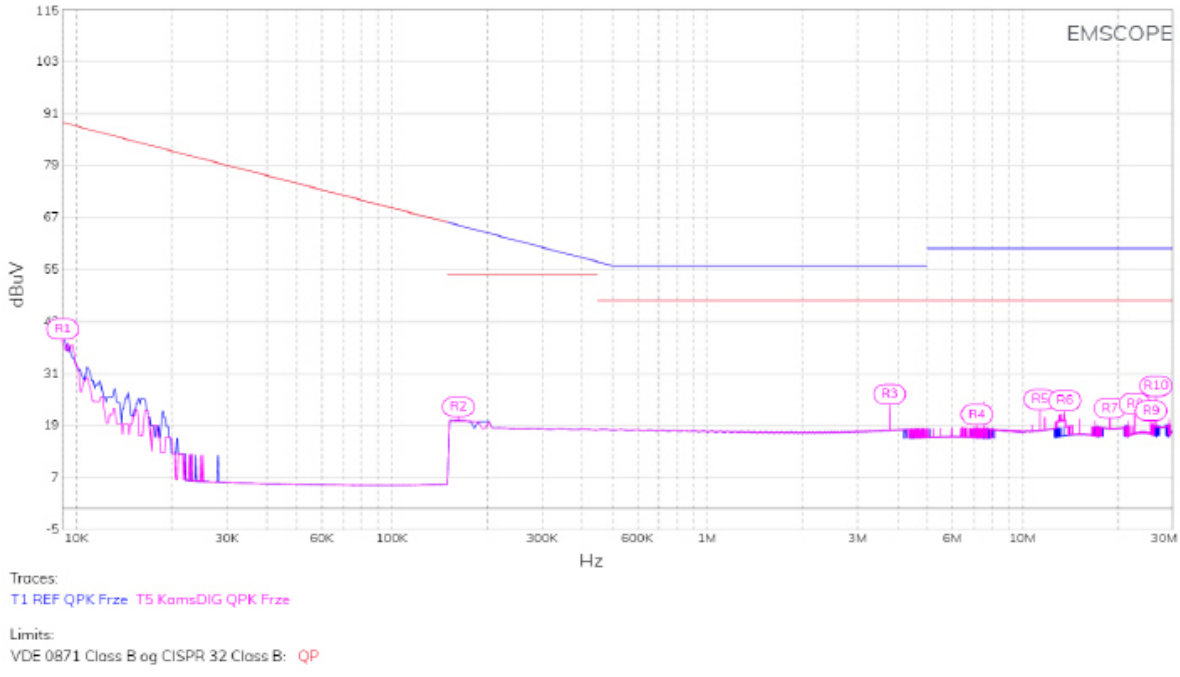
REPORT - VDE 0871 Class B og CISPR 32 Class B

Test Conditions
EUT: 3ph Digital måler
Op Cond: Conductive emission
Operator:EMF Consult
Test Spec: VDE0871B + CISPR32B
Date (YYYY/MM/DD): 2021/09/15

658-282-OK-40



Scan Settings
Instrument: EMSCOPE
Software version: 2.43
EMSCOPE SN: 0341100012414166
Freq start: 9 kHz
Freq stop: 30 MHz
RBW: 200Hz - 9kHz
Losses: Internal LISN
Dwell time: 2 sec
Measurement Plot



Det er tilnærmet null elektromagnetisk støy fra den digitale strømmåleren. Den rosa grafen viser spenningsnivå fra strømmåleren, og denne ligger likt med det blå referansenivået

Digital måler 1-fas Kamstrup 686-162-QR-40 (2006)

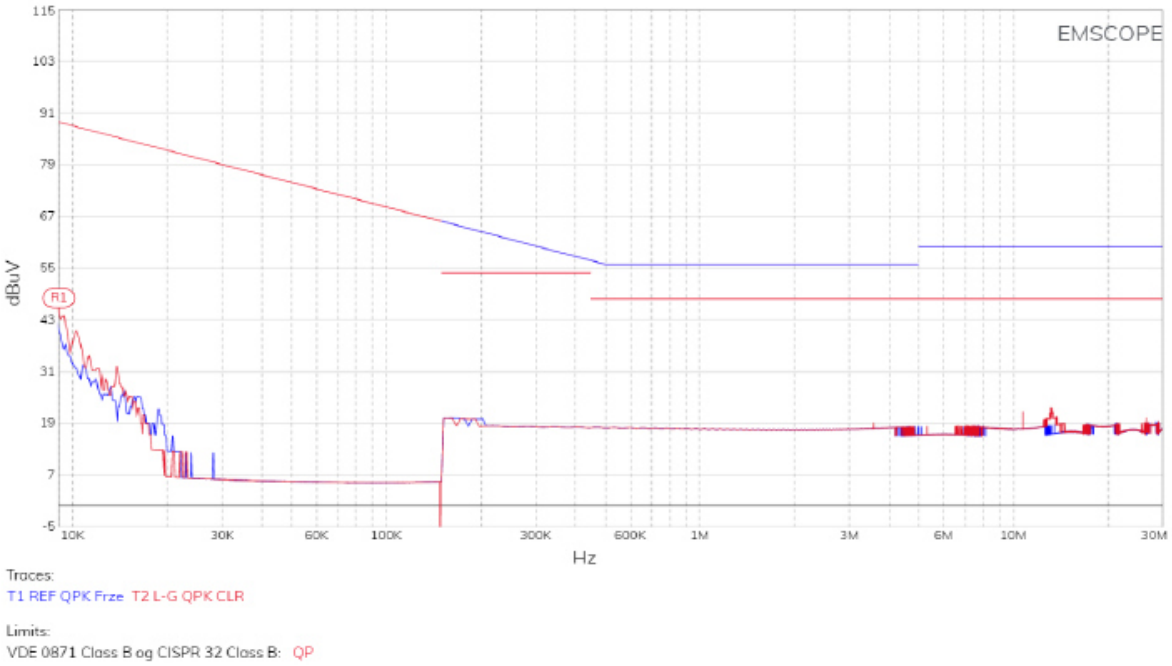
REPORT - VDE 0871 Class B og CISPR 32 Class B

Test Conditions
EUT: 1 ph digital
Op Cond: Conductive emission
Operator:EMF Consult
Test Spec: VDE0871B + CISPR32B
Date (YYYY/MM/DD): 2021/09/15
Extra compliance: Fewer than 6 emissions are within the defined margin.
686-162-QR-40



Scan Settings
Instrument: EMSCOPE
Software version: 2.43
EMSCOPE SN: 0341100012414166
Freq start: 9 kHz
Freq stop: 30 MHz
RBW: 200Hz - 9kHz
Losses: Internal LISN
Dwell time: 2 sec

Measurement Plot



Det er tilnærmet null elektromagnetisk støy fra den digitale strømmåleren. Den røde grafen viser spenningsnivå fra strømmåleren, og denne ligger likt med det blå referansenivået

Smartmåler 3-fas Aidon 5550 (2. gen - 2006)

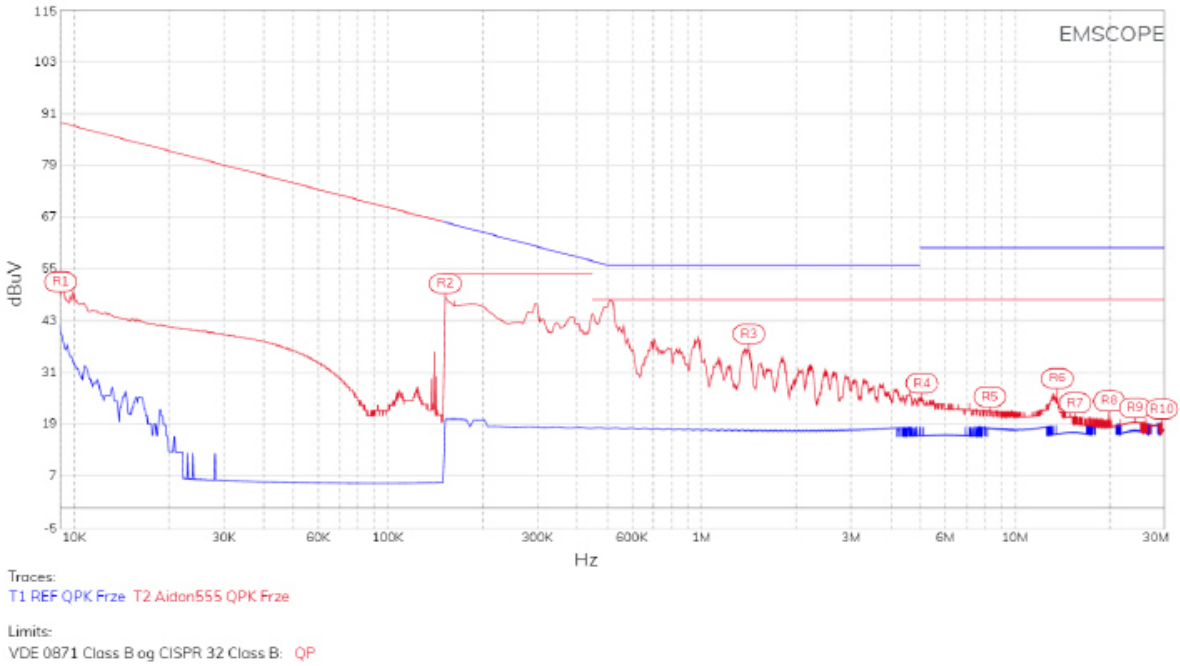
REPORT - VDE 0871 Class B og CISPR 32 Class B

Test Conditions
EUT: 3ph Aidon 5550 AMS
Op Cond: Conductive emission
Operator:EMF Consult
Test Spec: VDE0871B + CISPR32B
Date (YYYY/MM/DD): 2021/09/15



Scan Settings
Instrument: EMSCOPE
Software version: 2.43
EMSCOPE SN: 0341100012414166
Freq start: 9 kHz
Freq stop: 30 MHz
RBW: 200Hz - 9kHz
Losses: Internal LISN
Dwell time: 2 sec

Measurement Plot



Det er betydelig mer elektromagnetisk støy fra den nye automatiske strømmåleren. Den røde grafen viser spenningsstøy fra strømmåleren, og denne ligger stort sett over det blå referansenivået i hele frekvensområdet 10kHz til 30MHz.

Smartmåler 3-fas Kamstrup Omnipower 684-11-31B-N24-3101-040 (4. gen - 2019)

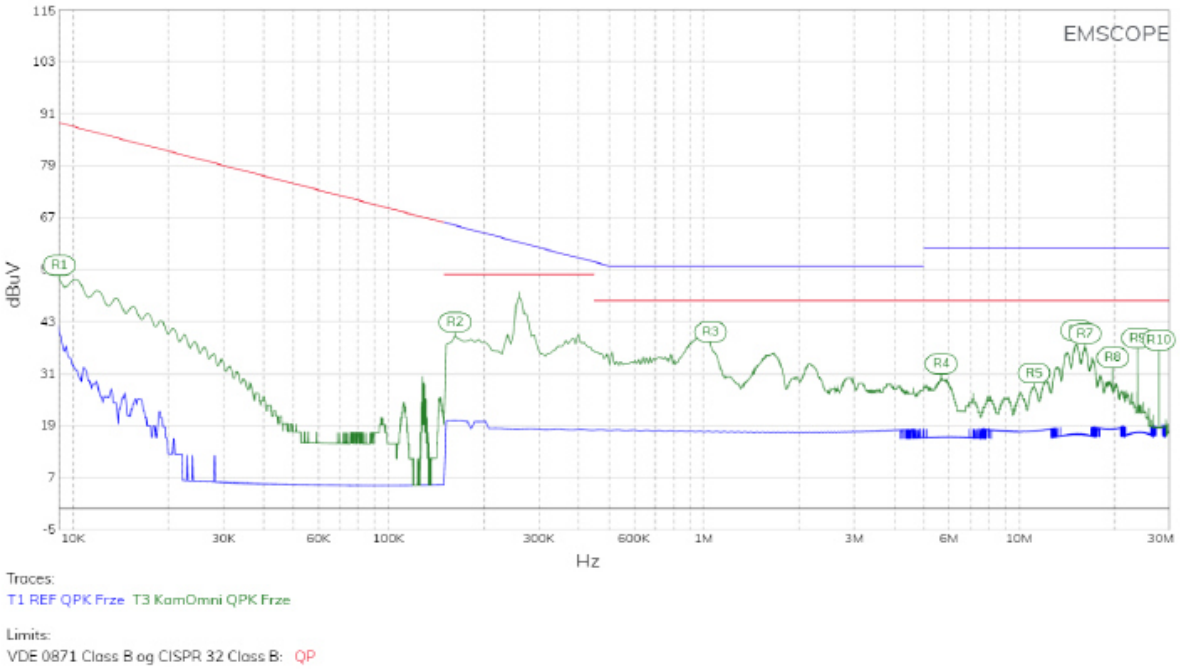
REPORT - VDE 0871 Class B og CISPR 32 Class B

Test Conditions
EUT: 3ph Omnipower AMS
Op Cond: Conductive emission
Operator:EMF Consult
Test Spec: VDE0871B + CISPR32B
Date (YYYY/MM/DD): 2021/09/15

684-11-31B-N24-3101-040



Scan Settings
Instrument: EMSCOPE
Software version: 2.43
EMSCOPE SN: 0341100012414166
Freq start: 9 kHz
Freq stop: 30 MHz
RBW: 200Hz - 9kHz
Losses: Internal LISN
Dwell time: 2 sec
Measurement Plot



Det er betydelig mer elektromagnetisk støy fra den nye automatiske strømmåleren. Den grønne grafen viser spenningsstøy fra strømmåleren, og denne ligger stort sett over det blå referansenivået i hele frekvensområdet 10kHz til 30MHz.

Vedlegg

Vedlegg 1 - Måleutstyr

Måleutstyr, frekvensområde og nøyaktighet

Instrument
Fabrikat, Type **Serienummer**

LISN og Spektrumanalysator
EMZER EMSCOPE 9kHz-110MHz 341100012414166



Isolasjons transformator

GW-Instek GIT5060 GER873298



Galvanisk skilletransformator

Noratel LS16LI-230



Tilleggsutstyr
Mediakonverter og PC

Kalibrering
Måleinstrumentet EMZER EMSCOPE 9kHz-110MHz er kalibrert dato:

- EMSCOPE - Internal Dual Channel Receiver, 14. Mai 2021
- EMSCOPE - Internal LISN, 12. Mai 2021

Negative helsevirkninger av 5G mobilnettverksteknologi under reelle forhold

av Ronald N. Kostoff[a, *], Paul Heroux[b], Michael Aschner[c], Aristides Tsatsakis[d,e]

[a] Research Affiliate, School of Public Policy, Georgia Institute of Technology, Georgia, USA
[b] Toxicology and Health Effects of Electromagnetism, McGill University, Canada
[c] Molecular Pharmacology, Einstein Center of Toxicology, Albert Einstein College of Medicine, USA
[d] Laboratory of Toxicology, Medical School, University of Crete, Voutes, 71409 Heraklion, Kreta, Hellas
[e] Avdeling for analytisk, toksikologisk, farmasøytisk kjemi og farmakognosi, Sechenov- universitetet, 119991 Moskva, Russland

GRAFISK SAMMENDRAG



Stoffskifte-forstyrrelser	Oksidant-produksjon (ROS)	Nevrotoksisitet og carcinogenisitet	Immunotoksisitet og inflammasjon	Apoptose og nekrose
Ubehags-symptomer	Forstyrrelser i sanseorganer	Søvnforstyrrelser	Kongenitale deformasjoner	Forstadier for kreft
KREFT	**NEVRODEGENERASJON**	**UFRUKTBARHET**	**NEVROATFERDSMESSIGE FORSTYRRELSER**	**Hjertekar-forstyrrelser**

ARTIKKELINFO

Søkeord:
Elektromagnetiske felt
Trådløs stråling
Ikke-ioniserende stråling
Mobilnettverk-teknologi
5G
Negative helsevirkninger
Toksikologi
Kombinasjoner av giftige stimuli
Synergieffekter
Kombinerte effekter
Systemiske virkninger
Simulering av reelle forhold

SAMMENDRAG

Denne artikkelen identifiserer ugunstig virkninger av ikke-ioniserende ikke-synlig stråling (heretter kalt trådløs-stråling) rapportert i førsteklasses bio-medisinsk litteratur. Den understreker at de fleste av laboratorieforsøkene som er utført fram til i dag ikke er utformet for å identifisere de mer alvorlige skadelige virkningene som gjenspeiler det virkelige driftsmiljøet som systemer med trådløs stråling opererer i. Mange eksperimenter omfatter ikke pulsering og modulering av bærebølgesignalet. De aller fleste gjør ikke rede for ugunstige samspillsvirkninger av andre giftige stimuli (slike som kjemiske og biologiske) som opptrer sammen med trådløs-stråling. Denne artikkelen legger også fram bevis på at den gryende 5G mobilnettverksteknologien vil påvirke ikke bare hud og øyne, slik det ofte antas, men dessuten vil ha skadelige systemiske virkninger.

* For kontakt med forfatterne:
Epostadresser: rkostoff@gmail.com (R.N. Kostoff), toxlab.uoc@gmail.com (A. Tsatsakis).

Engelsk original er publisert i **Toxicology Letters** 323 (2020) 35-40, https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2020.01.020
0378-4274/ © 2020 Elsevier B. V. Alle rettigheter reservert.
Originalens tittel: Adverse health effects of 5G mobile networking technology under real-life conditions
Tidsskriftets hjemmeside: www.elsevier.com/locate/toxlet
Mottatt 12. desember 2019, Mottatt i revidert form 16. januar 2020; Akseptert 23. januar 2020
Tilgjengelig på nett 25. januar 2020

Oversettelse til norsk: Einar Flydal og Else Nordhagen, 22.03.2021. Oversetterne har lagt vekt på å gjøre teksten mer uttrykkelig ved å føye til underforståtte ord og en del ordforklaringer. [Klammer markerer oversetters tilføyelser.]
Artikkelen er frikjøpt den 27.4.2021 fra forlaget for oversettelse og publisering på nett. Du kan laste ned og lage personlige kopier her: https://einarflydal.com/utredninger-boker-m-m-a-laste-ned-bestille/

1. Innledning

Trådløs kommunikasjon har spredt og sprer seg eksponentielt over hele kloden. Den versjonen av mobil nettverksteknologi som nyligst er integrert [i våre liv] kalles 4G (fjerde generasjon), og neste versjon (kalt 5G - femte generasjon) er under tidlig implementering. Verken 4G eller 5G er blitt testet for sikkerhet [med hensyn til skadelighet] i troverdige, virkelighetstro scenarier.

Det er alarmerende at mange studier som er utført i mindre utfordrende omgivelser, påviser skadelige virkninger fra denne strålingen. Denne artikkelen gir oversikt over medisinske og biologiske studier som har vært utført hittil, med tanke på effekter av trådløs stråling, og viser hvorfor disse studiene er mangelfulle med hensyn til [behandlingen av] sikkerhet [for biologiske skadevirkninger]. Selv om vi ser bort fra at det [i testene] mangler komponenter fra det virkelige liv, slike som giftige kjemikalier og biotoksiner (som har en tendens til å forverre de negative virkningene av trådløs-stråling), viser litteraturen at det er mye gyldig grunnlag for bekymring om mulighetene for negative helsevirkninger fra både 4G og 5G-teknologi. Studiene av trådløs-strålingens helsevirkninger som er rapportert i litteraturen bør ansees som svært forsiktige [i sine funn og konklusjoner], og som at de i vesentlig grad undervurderer skadevirkningene av denne nye teknologien.

2. Trådløs-stråling / elektromagnetisk spektrum

Denne delen gir oversikt over det elektromagnetiske spektret, og avgrenser de delene av spekteret som denne artikkelen vil fokusere på. Det elektromagnetiske spektret omfatter hele spennet av elektro-magnetisk stråling, inkludert:

- ioniserende stråling (gamma stråler, røntgenstråler, og det ekstreme ultrafiolette, med bølgelengder under $\sim 10^{-7}$m og frekvenser over $\sim 3 \times 10^{15}$ Hz).
- ikke-ioniserende synlig stråling (bølgelengder fra $\sim 4 \times 10^{-7}$m til $\sim 7 \times 10^{-7}$m og frekvenser mellom $\sim 4.2 \times 10^{14}$Hz og $\sim 7.7 \times 10^{14}$Hz).
- ikke-ioniserende ikke-synlig stråling
- kortbølgede radiobølger og mikrobølger, med bølgelengder i spennet mellom $\sim 10^{-3}$m og $\sim 10^{5}$m og frekvenser mellom $\sim 3 \times 10^{11}$ og $\sim 3 \times 10^{3}$Hz;
- lange bølgelengder, mellom $\sim 10^{5}$m og $\sim 10^{8}$m og frekvenser mellom 3×10^{3} og 3 Hz.

Hvordan brukes disse frekvensene i praksis?

- De lave frekvensene (3 Hz – 300 KHz) brukes til overføring av elektrisk kraft over kraftlinjenett (60 Hz i USA), samt til maritim og undersjøisk navigasjon og kommunikasjon.
- Middels frekvenser (300 KHz–900 MHz) brukes til AM/FM/TV-kringkasting i Nord-Amerika.
- Lavere mikrobølgefrekvenser (900 MHz – 5 GHz) brukes til telekommunikasjon, så som mikrobølgeenheter/-kommunikasjon, radioastronomi, trådløse hjemmetelefoner, mobiltelefoner, og trådløse LAN [lokalnett, herunder såkalt WiFi].
- Høyere mikrobølgefrekvenser (5 GHz – 300 GHz) brukes til radar og er foreslått for mikrobølge-WiFi, og vil bli brukt for høyytelses 5G.
- Terahertz frekvensene (300 GHz – 3000 GHz) brukes i økende grad til å lage bilder for å supplere røntgenstråler på enkelte bruksområder innen medisin og sikkerhetsskanning (Kostoff og Lau 2017).

I den foreliggende studien av trådløs strålings helsevirkninger dekkes det frekvensspekteret som spenner fra 3 Hz til 300 GHz, med spesiell vekt på høyfrekvenskommunikasjonskomponenten som spenner fra ~1 GHz til ~300 GHz. Hvorfor ble denne delen av spektret valgt? Tidligere vurderinger av trådløs-strålingens helsevirkninger fant at pulsede elektromagnetiske felt (PEMF) påført i relativt korte perioder kan i noen tilfeller bli brukt til terapeutiske formål, mens kronisk eksponering for elektromagnetiske felt (EMF) i kraftforsyningens frekvensområde (~60 Hz) og mikrobølgefrekvensområde (~1 GHz-titalls GHz) tenderte til å føre til plager (Kostoff og Lau, 2013, 2017). På grunn av de nåværende bekymringer for den raske utbyggingen av 5G kommunikasjonssystemer som skjer uten adekvat og rigorøs sikkerhetstesting (og som er planlagt hovedsakelig å bruke de høyere mikrobølgefrekvensenes deler av spekteret i sin høyeste ytelsesmodus (også kalt høybånd [eng. high-band]), vil mer vekt bli lagt vekt på disse kommunikasjonsfrekvensene i dette dokumentet.

3. Moderne trådløs stråling eksponering

I gamle dager utgjorde sollyset og dets refleksjoner fra månen det aller meste av det spekteret som var synlig for mennesker (med ild på en fjern andreplass og lyn på en enda fjernere tredjeplass). Nå har mange varianter kunstig lys (glødelamper, lysstoffrør og lysutsendende dioder [LED]) erstattet sola som den viktigste leverandør av synlig stråling i løpet av [menneskets] våkne timer. I tillegg har EMF-stråling fra andre deler av det ikke-ioniserende, ikke-synlige spekteret blitt allestedsnærværende i dagliglivet, for eksempel fra trådløs databehandling og telekommunikasjon. I de siste to eller tre tiår har eksplosiv vekst i mobilbransjen plassert mange boliger i tettbygde områder innen mindre enn en mile [1,6 km] avstand fra en mobilmast. Videre innføring av neste generasjons mobilnettverksteknologi, 5G, vil øke basestasjonenes tettheter med en størrelsesorden [dvs. en tidobling]. Bekymringer har vært tatt opp over helsevirkninger fra trådløs-stråling fra (1) mobilkommunikasjonsenheter, (2) eksponering fra anvendelser i yrkeslivet, (3) eksponering i hjemmet, (4) trådløse nettverk i hjem, bedrifter og skoler, (5) radarer på kjøretøyer [bilradar] og (6) andre kilder til ikke-ioniserende EMF-stråling, slike som «smarte målere» og «Tingenes Internett».

4. Påviste biologiske og helsemessige virkninger fra tidligere generasjoner trådløs nettverksteknologi

Det har vært utført to viktige slags undersøkelser for sikkert å fastslå om det er biologiske og helsemessige virkninger fra trådløs stråling: laboratorietester og epidemiologiske undersøkelser. Laboratorietestene har gitt den beste vitenskapelige forståelsen av virkningene av trådløs stråling, men har ikke gjenspeilet det virkelige miljøet som trådløs-strålingens systemer opererer i (eksponering for giftige kjemikalier, biotoksiner, andre former for giftig stråling, osv.). Det er tre grunner til at laboratorietester sviktet i å gjenspeile de reelle eksponeringsforholdene for mennesker.

For det første har laboratorietester blitt utført hovedsakelig på dyr, særlig rotter og mus. På grunn av fysiologiske forskjeller mellom små dyr og mennesker har det vært stadige betenkeligheter over å ekstrapolere resultater fra små dyr til mennesker. I tillegg kommer at mens innåndede eller inntatte stoffer relativt lett kan skaleres fra laboratorieeksperimenter på små dyr til mennesker, kan stråling være mer problematisk. For ikke-ioniserende stråling er inntrengningsdybden en funksjon av frekvensen, vev, og andre parametere. På grunn av dyrenes langt mindre størrelse, ville strålingen kunne trenge mye dypere inn i et slikt lite dyrs indre enn stråling med den samme bølgelengden ville gjøre på mennesker. Ulike organer og vev ville bli påvirket, med ulike nivåer av energitetthet [«styrke»].

For det andre har typisk innkommende EMF-signal i mange/de fleste laboratorietester som er utført i tidligere tider, bestått av en enkelt bærebølgefrekvens; det mer lavfrekvente signalet som inneholder informasjonen var ikke alltid tatt med. Denne utelatelsen kan være viktig. Som Panagopoulos slår fast: «Det er viktig å merke seg at bortsett fra RF/mikrobølge-bærebølgefrekvensen, er Ekstremt Lave Frekvenser – ELF – (0-3 000 Hz) alltid til stede i form av pulsing og modulering i alle telekommunikasjons EMF. Det foreligger tydelige bevis som indikerer at virkningen av telekommunikasjons EMF på levende organismer hovedsakelig skyldes de medfølgende ELF .... Mens ∼50 % av de studiene som anvender simulert eksponering, ikke finner noen virkninger, framviser studier som bruker reelle eksponeringer fra kommersielt tilgjengelige enheter, nesten 100 % samsvar hva gjelder å påvise ugunstige virkninger» (Panagopoulos 2019). Disse virkningene kan bli ytterligere forsterket med 5 G: «med hver nye generasjon av telekommunikasjons-utstyr ..... er mengden informasjon som overføres hvert øyeblikk ..... økt, noe som fører til høyere variasjon og kompleksitet i signalene, som levende celler / organismer er enda mer ute av stand til å tilpasse seg» (Panogopoulos 2019).

For det tredje har disse laboratorieforsøkene vanligvis bare omfattet én stressor (giftig stimulus) og blitt utført under for øvrig uforstyrrede forhold. Dette står i motsetning til virkelighetens eksponeringer, der mennesker er utsatt for flere giftige stimuli, i parallell eller over tid (Tsatsakis et al., 2016, 2017; Docea et al., 2019a). I kanskje fem prosent av tilfellene som er rapportert i litteraturen om trådløs-stråling, ble det lagt til en andre stressfaktor (hovedsakelig en biologisk eller kjemisk giftig stimulus) i tillegg til stressfaktoren trådløs-stråling, for å bringe på det rene om det ble skapt tilleggsvirkninger, samspillseffekter, forsterkede virkninger, eller motsatte virkninger av kombinasjonen (Kostoff og Lau, 2013, 2017; Juutilainen, 2008; Juutilainen et al., 2006).

Kombinasjonseksperimenter er ekstremt viktige, for når andre toksiske stimuli undersøkes i kombinasjon, enten med hverandre eller med trådløs-stråling, har synergiene en tendens til å forsterke de negative virkningene fra hver enkelt stimulus isolert. Dette ble påvist i flere studier som vurderte de kumulative effektene av kronisk eksponering for lave doser av xenobiotiske [biologisk fremmede] stoffer i kombinasjon (Kostoff et al., 2018; Docea et al., 2018; Tsatsakis et al., 2019a; Docea et al., 2019b; Tsatsakis et al., 2019b, c; Fountoucidou et al., 2019). Ved de kombinasjonene som omfatter trådløs-stråling, ser man at ved kombinert eksponering for giftige stimuli og trådløs-stråling, slår hver giftig stimulus [som føyes til] i kombinasjonen, ut i form av toleransenivåer som ligger langt lavere enn de eksponeringsnivåer som skal til for å framkalle ugunstige virkninger for de samme stimuli enkeltvis. Følgelig ville eksponeringsgrensene for trådløs-stråling av sikkerhetshensyn bli satt langt lavere om trådløs-stråling ble undersøkt i kombinasjon med andre potentielt giftige stimuli, enn de eksponeringsgrensene man kommer fram til [ved å undersøke virkninger av] eksponering for trådløs-stråling alene.

Nesten alle de laboratorieeksperimenter med trådløs-stråling som har blitt gjort til dags dato er derfor forfeilede/av begrenset verdi med hensyn til fullt ut å vise den ugunstige innvirkningen fra trådløs-stråling som ville være å forvente under virkelige forhold. Hva enten når 1) informasjon ikke er med i signalet, eller når 2) bare en enkelt stressfaktor er med i undersøkelsen, trekker det i retning av at alvoret av skadelige virkninger fra trådløs-stråling blir undervurdert. Når begge disse fenomenene mangler i eksperimentene, slik det er tilfelle i det store flertall av rapporterte studiene av helsevirkninger fra trådløs-stråling, vil det trekke i retning av at denne undervurderingen forsterkes betydelig. De resultatene som rapporteres i den biomedisinske litteraturen bør derfor bli sett på som 1) svært forsiktige og som 2) selve det laveste «gulvet», ikke «taket», for hvor alvorlige de ugunstige virkningene fra trådløs-stråling er.

I motsetning til de kontrollerte, uforstyrrede omgivelsene som kjennetegner laboratorie-eksperimentene med trådløs-stråling av dyr, har de epidemiologiske studiene av trådløs-stråling som er gjennomført fram til i dag, typisk omfattet mennesker som har vært utsatt for utallige kjente og ukjente stressfaktorer før (og under) studiet. De eksponeringsnivåene som påviste økt kreftforekomst i studier avreell eksponering av mennesker fra mobilmaster (rapportert av Kostoff og Lau (2017)) var størrelsesordener lavere enn de eksponeringsnivåene som ble skapt i de svært påkostede laboratoriestudiene av dyr under [USAs] National Toxicology Program (Melnick, 2019). Vi tror at det som forklarer at eksponeringsnivået som var

forbundet med økt kreftforekomst, ligger flere størrelsesordener lavere i mobilmast-studiene, er at den virkelige verdens virkninger er kommet med. Laboratorietestene ble gjennomført under kontrollerte betingelser som ikke gjenspeiler det virkelige livet, mens epidemiologistudiene ble utført med mange stressfaktorer til stede, kjente og ukjente, og gjenspeiler det virkelige liv. Mylderet av ulike eksponeringsnivåer for ulike giftig stimuli i epidemiologistudiene var i de fleste tilfellene ukontrollert.

I løpet av de siste seksti årene er det publisert en svært omfattende litteratur som viser ugunstige virkninger av trådløs-stråling, påført alene eller i kombinasjon med andre toksiske stimuli. Omfattende litteraturgjennomganger av helsemessige virkninger fra påført trådløs-stråling er blitt publisert (Kostoff og Lau, 2013, 2017; Belpomme et al., 2018; Desai et al., 2009; Di Ciaula, 2018; Doyon og Johansson, 2017; Havas, 2017; Kaplan et al., 2016; Lerchl et al., 2015; Levitt og Lai, 2010; Miller et al., 2019; Pall, 2016, 2018; Panagopoulos, 2019; Panagopoulos et al., 2015; Russell, 2018; Sage og Burgio, 2018; van Rongen et al., 2009; Yakymenko et al., 2016; Bioinitiative, 2012). Samlet sett viser disse litteraturgjennomgangene at for høyfrekvens-delen av spekteret (radiofrekvens, RF) kan RF-stråling *lavere enn [de grenseverdiene som følger av] FCCs retningslinjer* føre til:

- kreftfremkallende (hjernesvulster/gliom, brystkreft, akustisk neurom, leukemi, svulster i øre-spyttkjertelen),
- genotoksisitet (DNA-skade, hemming av DNA-reparasjon, kromatin-struktur),
- mutagenisitet [mutasjoner], teratogenisitet [fosterskader],
- nevrodegenerativ sykdom (Alzheimers Sykdom, Amyotrofisk Lateral Sklerose [ALS]),
- nevrologiske atferdsproblemer, autisme, reproduksjonsproblemer, avbrutte svangerskap, forhøyet nivå av reaktive oksygen-arter [ROS]/oksidativt stress, inflammasjon, apoptosis [celledød], brudd på blod-hjerne-barrieren, [forstyrrelser av] epifysen/melatonin-produksjon, søvnforstyrrelser, hodepine, irriterbarhet, utmattelse, konsentrasjonsvansker, depresjon, svimmelhet, tinnitus, brennende og rødmende hud, fordøyelsesproblemer/forstyrrelser, skjelving, hjerterytmeforstyrrelser,
- ugunstige virkninger på nervesystemet, sirkulasjonssystemet, immunsystemet, hormonsystemet, og skjelettsystemet.

Sett i dette perspektivet er RF en svært gjennomgripende sykdomsårsak!

Responsen fra næringen har vært at ingen mekanisme kunne forklare den biologiske virkningen av ikke-termiske og ikke-ioniserende EM-felt. Dette til tross for at rapporter om klare forstyrrelser av biologiske systemer ved nivåer som er i nærheten av, eller til og med under, 1 000 $\mu W/m^2$ (Bioinitiative 2019) er blitt forklart som forstyrrelser av elektron- og proton-overføringer som støtter ATP-produksjon i mitokondriene (Sanders et al., 1980; 1985) ved eksponering for RF- eller ELF-signaler (Li og Heroux, 2014).

For å få et annet perspektiv på hele spektret av bivirkninger fra trådløs-stråling, kjørte vi et søk i Medline for å hente representative referanser knyttet til skadelige EMF-virkninger (hovedsakelig, men ikke utelukkende, RF). Over 5 400 poster ble hentet ut, og de ledende medisinsk emneord (MeSH [Medical Subject Headings]) ble trukket ut. Kategoriene for ugunstige konsekvenser fra de to metodene samsvarer ganske godt. De negative helsevirkningene varierer fra alle slags følelser av ubehag til livstruende sykdommer.

Den fullstendige listen over MeSH-emneord fra dette søket er vist i Vedlegg 1 i (Kostoff, 2019). Den interesserte leser kan sjekke hvilke andre sykdommer / symptomer som kom med. De 5400+ referansene som ble funnet, er vist i Vedlegg 2 i (Kostoff, 2019).

5. Hvilke typer biologiske og helsemessige virkninger kan forventes fra 5G trådløs nettverksteknologi?

De mulige skadelige virkningene fra 5G stammer fra strålingens iboende natur og dens interaksjon med vev og målstrukturer. 4G nettverksteknologi var hovedsakelig forbundet med bærebølgefrekvenser i området ~1-2,5 GHz (mobiltelefoner, WiFi). Bølgelengden til 1 GHz stråling er 30 cm, og inntrengningsdybden i menneskelig vev er noen få centimeter. I sin høyytelsesmodus (high-band), er 5G nettverksteknologi i hovedsak forbundet med bærebølgefrekvenser som er minst en størrelsesorden større enn 4G-frekvenser, selv om, som nevnt tidligere, «er ELF (0-3 000 Hz) alltid til stede i form av pulsing og modulering i alle telekommunikasjons EMF». Inntrengningsdybden for bærebølgefrekvenskomponenten i trådløs-strålingen fra høyytelses 5G vil være i størrelsesorden noen få millimeter (Alekseev et al., 2008a, b). Ved disse bølgelengdene kan man forvente resonansfenomener med små-skala menneskelige [vevs]strukturer (Betzalel et al. 2018). I tillegg har numeriske simuleringer av resonanser med insekter fra millimeter-bølget stråling vist en generell økning i absorbert RF-energi på og over 6 GHz, i forhold til den absorberte RF-energien [ved frekvenser] lavere enn 6 GHz. En økning på 10 % av innstrålt energitetthet fra frekvenser over 6 GHz er beregnet til å medføre en *økning i absorbert energi på mellom 3–370 %* (Thielens et al., 2018).

Den felles «visdom» som legges fram i litteratur og media er at hvis det fins skadevirkninger som følge av høybånds 5G, vil de viktigste virkningene være knyttet til fenomener nær overflaten, slike som hudkreft, grå stær og andre hudtilstander. Imidlertid er det belegg for at biologiske reaksjoner på bestråling av millimeterbølger kan ha sitt opphav i huden, mens den påfølgende systemiske signaleringen i huden kan føre til fysiologiske effekter i nervesystemet, hjertet og immunsystemet (Russell, 2018).

Vurder dessuten følgende referanse (Zalyubovskaya 1977). Dette er en av mange oversettelser av

artikler som ble skrevet i det tidligere Sovjetunionen om trådløs-stråling (se også anmeldelser av sovjetisk forskning innen dette temaet av McRee (1979, 1980), Kositsky et al. (2001), og Glaser og Dodge (1976)). På s. 57 i pdf-lenken tar artikkelen av Zalyubovskaya for seg biologiske virkninger av millimeter radiobølger. Zalyubovskaya drev eksperimenter der det ble brukt elektrisk flukstetthet på 10 000 000 $\mu W/m^2$ ([som tilsvarer] grenseverdien i FCC (Federal Communications Commission) sine retningslinjer for allmennheten i dag i USA), og frekvenser i størrelsesorden 60 GHz. Ikke bare ble hud påvirket negativt, men også hjerte-, lever-, nyre- og milt-vev, og blodets og benmargens egenskaper. Disse resultatene styrker konklusjonen til Russel (sitert over) at *systemiske følger kan dukke opp fra millimeterbølget stråling*. For å understreke på ny, i Zalyubovskayas eksperimenter var det innkommende signalet bare en umodulert bærebølgefrekvens, og eksperimentet brukte bare én enkelt stressor. Derfor bør man forvente at resultatene i den virkelige verden (når mennesker påvirkes, signalene er pulsede og modulerte, og det skjer eksponering for mange giftige stimuli,) vil være langt mer alvorlige og vil utløses ved lavere (kanskje langt lavere) nivåer av elektrisk flukstetthet fra trådløs-stråling.

Zalyubovskayas artikkel ble utgitt i 1977. Den refererte versjonen ble hemmeligstemplet i 1977 av USAs myndigheter og avgradert i 2012. Hvilke nasjonale sikkerhetsinteresser førte til at den (og andre artikler i den samme lenkens pdf-referanse) ble sikkerhetsklassifisert i 35 år, inntil den ble frigitt i 2012? Andre artikler om dette emnet med lignende funn ble publisert i Sovjetunionen (og USA) på den tiden og enda tidligere, men mange så aldri dagens lys, verken i Sovjetunionen eller USA. Det ser ut til at de skadelige virkningene som kan følge av millimeterbølgestråling, på hud (og på andre store kroppssystemer), har vært kjent i godt over førti år, og likevel dreier dagens diskurs seg rundt mulighetene for beskjedne mulige virkninger på huden og kanskje grå stær fra millimeter-bølget trådløs-stråling.

6. Hva er konsensus på ugunstig virkninger av trådløs-stråling?

Ikke alle studier av trådløs-stråling har vist ugunstige virkninger. Ta for eksempel potensielle gentoksiske virkninger av mobiltelefon. En studie som undersøkte «virkningen av å bruke mobiltelefon på genomet [dvs. arvestoffet] i slimhinneceller i menneskets munnhule» konkluderte med at «Bruk av mobiltelefon førte ikke til en betydelig økt frekvens av micronuclei» (Hintzsche og Stopper, 2010).

Stikk motsatt undersøkte en studie i 2017 preparater av celler fra munnhulen for genomisk ustabilitet og fant at «hyppigheten [av de følgende forekomstene av skader på cellene, som alle også er forstadier til kreftutvikling] ble signifikant økt ($p = 0.000$) blant mobiltelefonbrukere: dannelse av mikronuklei [ekstra cellekjerner] (13.66 x), «knopper» på cellekjernen (2.57 x), basalceller (1.34 x), karyorrhektiske celler [celler der kjernen brister] (1.26 x), karyolytiske celler [cellekjerner som løser seg opp] (2.44 x), pyknotiske celler [celler som dør ved at kromatinet klumper seg] (1.77 x) og kondensert [sammenpakket] kromatin (2.08x)» (Gandhi et al., 2017). Også en studie i 2017 for å fastslå «virkningen av strålinger fra mobiltelefoner på de orofaciale strukturer [strukturer som har med munn og ansikt å gjøre]» konkluderte med at «stråling fra mobiltelefoner fører til unormale tilstander i [celle]kjernene i munnens slimhinneceller» (Mishra et al., 2017). Videre konkluderte en studie i 2016 for å «utforske virkningen av mobiltelefonstråling på hyppigheten av MN [mikronuklei] i munnens slimhinneceller» med at «antall celler med flere mikrokjerner/1000 funnet ved skrubbing av munnens slimhinner ble funnet å være betydelig høyere blant gruppen av hyppige mobiltelefonbrukere i forhold til i gruppen av sjeldne mobiltelefonbrukere» (Banerjee et al. 2016). Og endelig konkluderte en studie som tok sikte på å undersøke de helsemessige virkninger av eksponering for WiFi med at «langvarig eksponering for WiFi kan gi negative virkninger, så som nevrodegenerative sykdommer som observert ved en *betydelig endring av AChE-genuttrykk* og noen nevro-atferdsmessige parametere forbundet med hjerneskade» (Obajuluwa et al., 2017).

Det fins mange ulike grunner som kan forklare denne mangelen på samstemmighet.

1) Det kan være «vinduer» langs parameterne der ugunstige virkninger oppstår, slik at drift utenfor disse vinduene kunne tenkes å vise a) ingen virkninger eller b) hormese-virkninger [positive virkninger ved svært svake eksponeringsnivåer], eller c) terapeutiske virkninger. Hvis for eksempel informasjonsinnholdet i signalet er en sterk bidragsyter til negative helsevirkninger (Panagopoulos, 2019), vil eksperimenter som bare bruker bærebølgefrekvenser være utenfor det vinduet der skadelige helsevirkninger oppstår. Alternativt kunne man, i dette konkrete eksempelet, se på bærebølgesignalet og informasjonssignalet som en kombinasjon av mulig toksiske stimuli, der skadelige virkninger fra hver enkelt blir aktivert på grunn av samspillseffekter [som oppstår] av kombinasjonen.

I et annet eksempel ble en skadelig innvirkning påvist på en stamme gnagere ved en kombinasjon av 50 Hz EMF og DMBA [et kreftfremkallende og immunforsvarsundertrykkende toksin som brukes mye i forskning], mens ingen ugunstige konsekvenser for helsen ble påvist på en annen gnager-stamme for den samme kombinasjonen av giftige stimuli (Fedrowitz et al., 2004). Sett fra et overordnet perspektiv på kombinasjoner, kan genetiske avvik/forskjeller blir betraktet som å kunne brukes i kombinasjonsstudier på linje med giftige stimulanser, og da var det samspillet i en tre-leddet kombinasjon bestående av 50 Hz EMF, DMBA og genetikk som trengtes for å frambringe skadelige helsevirkninger i det nevnte eksperimentet. Hvis disse resultatene kan generaliseres på tvers av

arter, kan mennesker tenkes å ha forskjellige respons på de samme elektromagnetiske stimuli avhengig av den enkeltes unike genetiske predisposisjoner (Caccamo et al., 2013; De Luca et al., 2014).

2) Forskningens kvalitet kan være svak og skadelige virkninger kan ha blitt oversett. [Punktnummer rettet.]

3) Eller forskningsgruppen kan ha hatt en forutbestemt agenda, der det å ikke finne noen skadelige virkninger fra trådløs-stråling var selve MÅLET for studien. For eksempel har studier vist at bransjefinansiert forskning på helseskadelige virkninger fra trådløs-stråling med langt større sannsynlig ikke finner noen virkning, enn det forskning med finansiering fra kilder utenfor næringen gjør (Huss et al. 2007; Slesin 2006; Carpenter 2019). Studier innen andre fagfelt enn trådløs-stråling har vist at for produkter med høy militær, kommersiell og politisk følsomhet, leies det inn «forskere»/organisasjoner for å publisere artikler som er i konflikt med den tillitsverdige vitenskapen, for slik å skape tvil om at det aktuelle produktet kan være skadelig (Michaels 2008; Oreskes og Conway 2011). Siden sivile og militære økonomier er så sterkt avhengige av trådløs stråling, er dessverre insentivene minimale for å identifisere negative helsevirkninger fra trådløs stråling, mens insentivene til ikke å finne det er mange. Disse forvrengte insentivene gjelder ikke bare for dem som er sponsorer for forskning og utvikling, men også for dem som driver med det.

Selv gullstandarden for forskningens troverdighet - uavhengig gjentakelse av forskningsresultater – kan man stille spørsmål ved innen slike politisk, kommersielt og militært følsomme områder som sikkerheten ved trådløs-stråling, der de fleste sponsorer for forskning om trådløs-stråling (offentlige og private) er samstemte i målene om å øke hastigheten i innføringen. Det er absolutt nødvendig at høyst objektive personer med minimale interessekonflikter får spille en sentral rolle i å evaluere forskningen og sikre at strenge sikkerhetsstandarder blir innfridd før systemer for trådløs-stråling tillates å bli satt i drift i stor skala.

7. Konklusjoner

Trådløs stråling byr seg fram med løfter om å gjøre oss i stand til bedre sansning over avstand, forbedret kommunikasjon og dataoverføring, og at vi kan knytte alt tettere sammen. Dessverre er det en stor mengde data fra laboratorie- og epidemiologiske studier som viser at tidligere og nåværende generasjoner trådløs nettverksteknologi har vesentlige negative konsekvenser for helsen. Mye av disse dataene ble innhentet under forhold som ikke gjenspeiler det virkelige liv. Når vi korrigerer for virkelige forhold, for eksempel tar med 1) informasjonsinnholdet i signalene sammen med 2) bærebølgefrekvensene og 3) andre toksiske stimuli i kombinasjon med trådløs-stråling, øker skadevirkningene forbundet med trådløs-stråling betydelig. Å legge 5G-stråling på toppen av et allerede innarbeidet skadelig trådløst strålingsmiljø vil forverre de negative helsevirkningene som er påvist å være til stede. Langt mer forskning og testing av mulige helsevirkninger fra 5G under virkelige forhold er påkrevd før ytterligere utbygging kan forsvares.

Åpenhetserklæring

Åpenhetserklæringen som er knyttet til denne artikkelen kan man finne i den elektroniske versjonen.

Erklæring om interessekonflikt

Forfatterne erklærer at de ikke har noen kjente konkurrerende finansielle interesser eller personlige relasjoner som kan synes å ha påvirket det arbeidet som er rapportert i denne artikkelen.

Referanser

Alekseev, S.I., Radzievsky, A.A., Logani, M.K., Ziskin, M.C., 2008a. Millimeter wave dosimetry of human skin. Bioelectromagnetics 29 (January (1)), 65 – 70. https://doi.org/10.1002/bem.20363 .

Alekseev, S.I., Gordiienko, O.V., Ziskin, M.C., 2008b. Reflection and penetration depth of millimeter waves in murine skin. Bioelectromagnetics 29 (July (5)), 340 – 344. https://doi.org/10.1002/bem.20401.

Banerjee, S., Singh, N.N., Sreedhar, G., Mukherjee, S., 2016. Analysis of the genotoxic effects of mobile phone radiation using buccal micronucleus assay: a comparative evaluation. J. Clin. Diagn. Res. 10 (3) ZC82-ZC5.

Belpomme, D., Hardell, L., Belyaev, I., Burgio, E., Carpenter, D.O., 2018. Thermal and non-thermal health effects of low intensity non-ionizing radiation: an international perspective. Environ. Pollut. 242, 643 – 658.

Betzalel, N., Ben Ishai, P., Feldmann, Y., 2018. The human skin as a sub-THz receiver – Does 5G pose a danger to it or not? Environ. Res. 163, 208 – 216.

BioInitiative Working Group, Cindy Sage, David O. Carpenter, BioInitiative Report: A Rationale for Biologically-Based Public Exposure Standards for Electromagnetic Radiation at 2012; www.bioinitiative.org December 31, 2012, last updated 2019.

Caccamo, D., Cesareo, E., Mariani, S., Raskovic, D., Lentile, R., Curro, M., Korkina, L., De Luca, C., 2013. Xenobiotic sensor- and metabolism-related gene variants in environmental sensitivity-related illnesses: a survey on the Italian population. Oxid. Med. Cell. Longev. 2013 https://doi.org/10.1155/2013/831969. Article ID 831969.

Carpenter, D.O., 2019. Extremely low frequency electromagnetic fields and cancer: how source of funding affects results. Environ. Res. 178,

108688. https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108688.
De Luca, C., Thai, J.C., Raskovic, D., Cesareo, E., Caccamo, D., Trukhanov, A., Korkina, L., 2014. Metabolic and genetic screening of electromagnetic hypersensitive subjects as a feasible tool for diagnostics and intervention. Mediators Inflamm. 2014, 924184. https://doi.org/10.1155/2014/924184. Epub 2014 Apr 9.
Desai, N.R., Kesari, K.K., Agarwal, A., 2009. Pathophysiology of cell phone radiation: oxidative stress and carcinogenesis with focus on male reproductive system. Reprod. Biol. Endocrinol. 7.
Di Ciaula, A., 2018. Towards 5G communication systems: are there health implications? Int. J. Hyg. Environ. Health 221 (3), 367 – 375.
Docea, A.O., Gofita, E., Goumenou, M., Calina, D., Rogoveanu, O., Varut, M., Olaru, C., Kerasioti, E., Fountoucidou, P., Taitzoglou, I., Zlatian, O., Rakitskii, V.N., Hernandez, A.F., Kouretas, D., Tsatsakis, A., 2018. Six months exposure to a real life mixture of 13 chemicals ' below individual NOAELs induced non monotonic sex-dependent biochemical and redox status changes in rats. Food Chem. Toxicol. 115, 470 – 481 doi:10.1016/j.fct.2018.03.052.
Docea, A.O., Calina, D., Goumenou, M., Neagu, M., Gofita, Tsatsakis, A., 2019a. Study design for the determination of toxicity from long-term-low-dose exposure to complex mixtures of pesticides, food additives and lifestyle products. Toxicol. Lett. 258 https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2016.06.1666. S179-S179.
Docea, A.O., Goumenou, M., Calina, D., Arsene, A.L., Dragoi, C.M., Gofita, E., Pisoschi, C.G., Zlatian, O., Stivaktakis, P.D., Nikolouzakis, T.K., Kalogeraki, A., Izotov, B.N., Galateanu, B., Hudita, A., Calabrese, E.J., Tsatsakis, A., 2019b. Adverse and hormetic effects in rats exposed for 12 months to low dose mixture of 13 chemicals: RLRS part III. Toxicol. Lett. 310, 70 – 91. https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2019b.04.005.
Doyon, P.R., Johansson, O., 2017. Electromagnetic fields may act via calcineurin inhibition to suppress immunity, thereby increasing risk for opportunistic infection: conceivable mechanisms of action. Med. Hypotheses 106, 71 – 87.
Fedrowitz, M., Kamino, K., Loscher, W., 2004. Significant differences in the effects of magnetic field exposure on 7,12-dimethylbenz(a)anthracene-induced mammary carcinogenesis in two substrains of Sprague-Dawley rats. Cancer Res. 64 (1), 243 – 251.
Fountoucidou, P., Veskoukis, A.S., Kerasioti, E., Docea, A.O., Taitzoglou, I.A., Liesivuori, J., Tsatsakis, A., 2019. Kouretas DA mixture of routinely encountered xenobiotics induces both redox adaptations and perturbations in blood and tissues of rats after a long-term low-dose exposure regimen: the time and dose issue. Toxicol. Lett. 317, 24 – 44. https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2019.09.015.
Gandhi, G., Singh, P., Kaur, G., 2017. Perspectives revisited – the buccal cytome assay in mobile phone users. Int. J. Hum. Genet. 15 (4), 173 – 182.
Glaser, R., Dodge, C.H., 1976. Biomedical Aspects of Radiofrequency Radiation: A Review of Selected Soviet, East European, and Western References. Selected Papers of the USNC/ URSI AnnunI Meeting (Boulder, CO. 1975). HEW Publication (FDA) 77-8010/8011, pp. 2 – 34 Dec.
Havas, M., 2017. When theory and observation collide: can non-ionizing radiation cause cancer? Environ. Pollut. 221, 501 – 505.
Hintzsche, H., Stopper, H., 2010. Micronucleus frequency in buccal mucosa cells of mobile phone users. Toxicol. Lett. 193 (1), 124 – 130.
Huss, A., Egger, M., Hug, K., Huwiler-Muntener, K., Roosli, M., 2007. Source of funding and results of studies of health effects of mobile phone use: systematic review of experimental studies. Environ. Health Perspect. 115 (1), 1 – 4.
Juutilainen, J., 2008. Do electromagnetic fields enhance the effects of environmental carcinogens? Radiat. Prot. Dosimetry 132 (2), 228 – 231.
Juutilainen, J., Kumlin, T., Naarala, J., 2006. Do extremely low frequency magnetic fields enhance the effects of environmental carcinogens? A meta-analysis of experimental studies. Int. J. Radiat. Biol. 82 (1), 1 – 12.
Kaplan, S., Deniz, O.G., Onger, M.E., Turkmen, A.P., Yurt, K.K., Aydin, I., et al., 2016. Electromagnetic field and brain development. J. Chem. Neuroanat. 75, 52 – 61.
Kositsky, N.N., Nizhelska, A.I., Ponezh, G.V., 2001. Influence of high-frequency electromagnetic radiation at non-thermal intensities on the human body (a review of work by Russian and Ukrainian researchers). No Place to Hide- Newsletter of the Cellular Phone Taskforce Inc. 3 (Supplement (1)).
Kostoff, R.N., 2019. Adverse Effects of Wireless Radiation. PDF. http://hdl.handle.net/1853/61946.
Kostoff, R.N., Lau, C.G.Y., 2013. Combined biological and health effects of electromagnetic fields and other agents in the published literature. Technol. Forecast. Soc. Change 80 (7), 1331 – 1349.
Kostoff, R.N., Lau, C.G.Y., 2017. Modified health effects of non-ionizing electromagnetic radiation combined with other agents reported in the biomedical literature. In: Geddes, C.D. (Ed.), Microwave Effects on DNA and Proteins. Springer International Publishing AG. https://doi.org/10.1007/978-3-319-50289-2_4.
Kostoff, R.N., Goumenou, M., Tsatsakis, A., 2018. The role of toxic stimuli combinations in determining safe exposure limits. Toxicol. Rep. 5, 1169 – 1172. https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2018.10.010.

eCollection 2018.
Lerchl, A., Klose, M., Grote, K., Wilhelm, A.F.X., Spathmann, O., Fiedler, T., et al., 2015. Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans. Biochem. Biophys. Res. Commun. 459 (4), 585 – 590.
Levitt, B.B., Lai, H., 2010. Biological effects from exposure to electromagnetic radiation emitted by cell tower base stations and other antenna arrays. Environ. Rev. 18, 369 – 395.
Li, Y., Heroux, P., 2014. Extra-Low-Frequency magnetic fields alter cancer cells through metabolic restriction. Electromagn. Biol. Med. 33 (4), 264 – 275. https://doi.org/10.3109/15368378.2013.817334.
McRee, D.I., 1979. Review of Soviet Eastern-European research on health-aspects of microwave-radiation. Bull. N. Y. Acad. Med. 55 (11), 1133 – 1151.
McRee, D.I., 1980. Soviet and Eastern-European research on biological effects of microwave-radiation. Proc. IEEE 68 (1), 84 – 91. https://doi.org/10.1109/PROC.1980.11586. Also. https://www.avaate.org/IMG/pdf/mcree80_rev_soviet.pdf.
Melnick, R.L., 2019. Commentary on the utility of the National Toxicology Program study on cell phone radiofrequency radiation data for assessing human health risks despite unfounded criticisms aimed at minimizing the findings of adverse health effects. Environ. Res. 168, 1 – 6. https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.09.010.
Michaels, D., 2008. Doubt Is Their Product: How Industry ‘s Assault on Science Threatens Your Health, 1st edition. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.
Miller, A.B., Sears, M.E., Morgan, L.L., Davis, D.L., Hardell, L., Oremus, M., et al., 2019. Risks to health and well-being from radio-frequency radiation emitted by cell phones and other wireless devices. Front. Public Health 7, 223. https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00223.
Mishra, S.K., Chowdhary, R., Kumari, S., Rao, S.B., 2017. Effect of cell phone radiations on orofacial structures: a systematic review. J. Clin. Diagn. Res. 11 (5), 5.
Obajuluwa, A.O., Akinyemi, A.J., Afolabi, O.B., Adekoya, K., Sanya, J.O., Ishola, A.O., 2017. Exposure to radio-frequency electromagnetic waves alters acetylcholinesterase gene expression, exploratory and motor coordination-linked behaviour in male rats. Toxicol. Rep. 4, 530 – 534.
Oreskes, N., Conway, E.M., 2011. Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues From Tobacco Smoke to Global Warming. Bloomsbury Press, New York, NY.
Pall, M.L., 2016. Microwave frequency electromagnetic fields (EMFs) produce widespread neuropsychiatric effects including depression. J. Chem. Neuroanat. 75, 43 – 51.
Pall, M.L., 2018. Wi-Fi is an important threat to human health. Environ. Res. 164, 405 – 416.
Panagopoulos, D.J., 2019. Comparing DNA damage induced by mobile telephony and other types of man-made electromagnetic fields. Mutat. Res. Mutat. Res. 781, 53 – 62.
Panagopoulos, D.J., Johansson, O., Carlo, G.L., 2015. Real versus simulated mobile phone exposures in experimental studies. Biomed Res. Int. 2015, 607053. https://doi.org/10.1155/2015/607053.
Russell, C.L., 2018. 5 G wireless telecommunications expansion: public health and environmental implications. Environ. Res. 165, 484 – 495.
Sage, C., Burgio, E., 2018. Electromagnetic fields, pulsed radiofrequency radiation, and epigenetics: how wireless technologies may affect childhood development. Child Dev. 89 (1), 129 – 136.
Sanders, A.P., Schaefer, D.J., Joines, W.T., 1980. Microwave effects on energy metabolism of rat brain. Bioelectromagnetics 1, 171 – 181.
Sanders, A.P., Joines, W.T., Allis, J.W., 1985. Effects of continuous-wave, pulsed, and sinusoidal-amplitude-modulated microwaves on brain energy metabolism. Bioelectromagnetics. 6, 89 – 97.
Slesin, L., 2006. “Radiation Research” and the Cult of Negative Results. Microwave News 31 July. http://microwavenews.com/RR.html.
Thielens, A., Bell, D., Mortimore, D.B., Greco, M.K., Martens, L., Joseph, W., 2018. Exposure of insects to radio-frequency electromagnetic fields from 2 to 120 GHz. Sci. Rep. 8, 3924. https://doi.org/10.1038/s41598-018-22271-3.
Tsatsakis, A.M., Docea, A.O., Tsitsimpikou, C., 2016. New challenges in risk assessment of chemicals when simulating real exposure scenarios; simultaneous multi-chemicals ‘low dose exposure. Food Chem. Toxicol. 96, 174 – 176. https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.08.011.
Tsatsakis, A.M., Kouretas, D., Tzatzarakis, M.N., Stivaktakis, P., Tsarouhas, K., Golokhvast, K.S., Rakitskii, V.N., Tutelyan, V.A., Hernandez, A.F., Rezaee, R., Chung, G., Fenga, C., Engin, A.B., Neagu, M., Arsene, A.L., Docea, A.O., Gofita, E., Calina, D., Taitzoglou, I., Liesivuori, J., Hayes, A.W., Gutnikov, S., Tsitsimpikou, C., 2017. Simulating real-life exposures to uncover possible risks to human health: a proposed consensus for a novel methodological approach. Hum. Exp. Toxicol. 36 (6), 554 – 564. https://doi.org/10.1177/0960327116681652.
Tsatsakis, A.M., Docea, A.O., Calina, D., Buga, A.M., Zlatian, O., Gutnikov, S., Kostoff, R.N., Aschner, M., 2019a. Hormetic Neurobehavioral effects of low dose toxic chemical mixtures in real-life risk simulation (RLRS) in rats. Food Chem. Toxicol. 125, 141 – 149. https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.12.043.
Tsatsakis, A., Tyshko, N.V., Docea, A.O., Shestakova, S.I., Sidorova, Y.S., Petrov, N.A., Zlatian, O., Mach, M., Hartung, T., Tutelyan, V.A., 2019b.

The effect of chronic vitamin deficiency and long term very low dose exposure to 6 pesticides mixture on neurological outcomes – A real-life risk simulation approach. Toxicol. Lett. 315, 96 – 106. https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2019.07.026.

Tsatsakis, A., Docea, A.O., Constantin, C., Calina, D., Zlatian, O., Nikolouzakis, T.K., Stivaktakis, P.D., Kalogeraki, A., Liesivuori, J., Tzanakakis, G., Neagu, M., 2019c. Genotoxic, cytotoxic, and cytopathological effects in rats exposed for 18 months to a mixture of 13 chemicals in doses below NOAEL levels. Toxicol. Lett. 316, 154 – 170. https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2019.09.004.

van Rongen, E., Croft, R., Juutilainen, J., Lagroye, I., Miyakoshi, J., Saunders, R., et al., 2009. Effects of radiofrequency electromagnetic fields on the human nervous system. J. Toxicol. Environ. Health-Part B-Crit. Rev. 12 (8), 572 – 597.

Yakymenko, I., Tsybulin, O., Sidorik, E., Henshel, D., Kyrylenko, O., Kyrylenko, S., 2016. Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation. Electromagn. Biol. Med. 35 (2), 186 – 202.

Zalyubovskaya, N.P., 1977. Biological Effects of Millimeter Radiowaves. Vrachebnoye Delo. No. 3. P. 57. https://www.cia.gov/library/readingroom/docs/CIARDP88B01125R000300120005-6.pdf.

Review

Rainer Nyberg*, Julie McCredden and Lennart Hardell

The European Union assessments of radiofrequency radiation health risks – another hard nut to crack (Review)

https://doi.org/10.1515/reveh-2023-0046
Received April 21, 2023; accepted May 30, 2023;
published online August 23, 2023

Abstract: In 2017 an article was published on the unwillingness of the WHO to acknowledge the health effects associated with the use of wireless phones. It was thus stated that the WHO is 'A Hard Nut to Crack'. Since then, there has been no progress, and history seems to be repeating in that the European Union (EU) is following in the blind man's footsteps created by the WHO. Despite increasing evidence of serious negative effects from radiofrequency radiation on human health and the environment, the EU has not acknowledged that there are any risks. Since September 2017, seven appeals by scientists and medical doctors have been sent to the EU requesting a halt to the roll-out of the fifth generation of wireless communication (5G). The millimeter waves (MMW) and complex waveforms of 5G contribute massively harmful additions to existing planetary electromagnetic pollution. Fundamental rights and EU primary law make it mandatory for the EU to protect the population, especially children, from all kinds of harmful health effects of wireless technology. However, several experts associated with the WHO and the EU have conflicts of interest due to their ties to industry. The subsequent prioritizing of economic interests is resulting in human and planetary health being compromised. Experts must make an unbiased evaluation with no conflicts of interest. The seven appeals to the EU have included requests for immediate protective action, which have been ignored. On the issue of wireless radiation and the health of citizens, the EU seems to be another hard nut to crack.

***Corresponding author: Rainer Nyberg**, Åbo Akademi University Faculty of Education and Welfare Studies, Fredsgatan 16 A35, 65100, Vasa, Finland, E-mail: NRNyberg@abo.fi. https://orcid.org/0000-0003-2429-6558
Julie McCredden, Oceania Radiofrequency Scientific Advisory Association, Brisbane, QLD, Australia
Lennart Hardell, The Environment and Cancer Research Foundation, Orebro, Sweden

Keywords: electromagnetic fields; European Union; health risks; Human Rights; precautionary principle; wireless EMF guidelines

Introduction

The 5G appeal regarding the next generation for wireless communication [1] has been endorsed by 430 scientists and MDs [2] and sent to the EU seven times. These appeals have requested the EU to take appropriate measures to protect humans and the environment from the harmful effects of electromagnetic fields used for wireless communications (wireless EMF). The first appeal was sent in September 2017. The most recent 7th Appeal was sent to the EU January 12, 2023 [3]. Unfortunately, there has not been any positive response from the EU to this latest submission or any subsequent preventive measures put in place.

Politicians seem to have set their course for deployment of this technology, regardless of detrimental effects. In an email dated January 30, 2023 by Ralph Kuhne regarding the 7th Appeal and on behalf of Ms Stella Kyriakides, Commissioner for Health and Food Safety, it was stated that: *We take note of your position on the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) and on the Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks – SCHEER (previously SCENHIR). However, we must recall that these bodies are well recognised at national and international level for their scientific excellence and independence from commercial, national, and vested interests*. In the following sections of this paper we discuss the legal aspects of this reply, as well as the updated science on this issue.

EU decision-makers are mandated to protect the EU population, especially children, from all kinds of harmful health effects, including those from wireless technology. Such mandates are given in The European Convention of Human Rights [4], The Charter of Fundamental Rights [5], primary law [6] and case law from the European Court of Justice. Table 1 summarizes the main EU

Open Access. © 2023 the author(s), published by De Gruyter. This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Table 1: EU Rights, principles and statements violated in the rollout of wireless communications technology.

Law/charter/principle	Rights/principles/statements	Violations
The consolidated version of the Treaty on the Functioning of the European Union (**TFEU**) [6, 64]	**Article 3(o)** The objectives of the Community include *'a contribution to a high level of health protection'.* ***Article 168 (Public Health)*** *A high level of human health protection shall be ensured in the definition and implementation of all Union policies and activities*	The EU is ignoring the repeated advice of independent scientists and instead, adhering to the advice of industry linked scientists in ICNIRP and SCHEER. The EU Declaration on digital rights and principles. 2022 –does not mention human health or protection –defines human rights as *data protection rules* and *equal treatment* Emphasis is not on people's health, but on people's rights regarding access to *artificial intelligence, data analytics, robotics, the Internet of Things and the integration of these into business models*
Charter of fundamental rights of the European Union (2012/C 326/02) [5]	**Article 3** **Right to the integrity of the person** (1) Everyone has the right to respect for his or her physical and mental integrity. (2) In the fields of medicine and biology, the following must be respected in particular: (a) The free and informed consent of the person concerned, according to the procedures laid down by law;	The physical and mental integrity of each person is being corrupted by electromagnetic pulses from wireless technologies. Wireless EMF technologies have been rolled out before adequate research has been conducted into the biological effects. Consequently, all peoples are part of a global experiment, without their consent, on how these technologies will effect humans in the long run, mentally, emotionally, physically and spiritually.
	Article 8 **Protection of personal data** (1) Everyone has the right to the protection of personal data concerning him or her. (2) Such data must be processed fairly for specified purposes and on the basis of the consent of the person concerned or some other legitimate basis laid down by law.	Smart meter data is not secure and private. The data that is being collected is more than is needed for invoicing. It is being taken for marketing and control purposes, several times a minute, putting human health at risk.
	Article 31 **Fair and just working conditions** (1) Every worker has the right to working conditions which respect his or her health, safety and dignity	Technologies in the workplace, such as GPS tracking continuously on in vehicles and tablets is being mandated during working hours.
European Convention on Human Rights [4]	**Article 1** Obligation to respect Human Rights	The public is unaware of the harm that wireless technologies are doing because this information is being covered up by the regulators and industry. Those who are aware have no choice but to be exposed against their wishes, due to the ubiquitous nature of this technology in the workplace, in all cities and towns, national parks and remote environments.
United Nations General Assembly Convention on the Rights of the Child [97]	**Article 3** (1) *In all actions concerning children, whether undertaken by public or private social welfare institutions, courts of law, administrative authorities or legislative bodies, the best interests of the child shall be a primary consideration*	The health and wellbeing of children is not being protected. The new ICNIRP guidelines do not consider babies or children as different from adults, and therefore offer no special precautions to protect them.
EU ITRE committee 2019 in-depth analysis, *5G Deployment: State of Play in Europe, USA and Asia* [62]	*Complex beam formed signals have unpredictable propagation patterns that could result in unacceptable levels of human exposure to electromagnetic radiation (p. 6)* … *aggregation of different signals, their dynamic nature, and the complex interference effects that may result, especially in dense urban areas* (p. 11)… are *yet to be mapped reliably for real situations, outside the laboratory* (p. 11).	Complex pulsed, modulated, and beam-formed wireless EMF signals are being used in 5G. These are more bio-active than simple continuous waves of the same intensity and exposure duration. There has been inadequate research into how these will effect humans, with early research showing harm, yet they are being rolled out with the support of the EU.

Table 1: (continued)

Law/charter/principle	Rights/principles/statements	Violations
2021 EPRS/STOA *Health impact of 5G* report [63]	Sufficient evidence for cancer from wireless EMF in animals, sufficient evidence for adverse effects from wireless EMF on the fertility of men, male rats and mice, and that wireless EMF is probably carcinogenic to humans *incentivise the reduction of RF-EMF exposures* (p. 153), e.g., lowering the exposure limit and use of wired connections	Connecting Europe Facility (CEF digital) proposal [107] recommends 5G/6G *expansion*, instead of reduction although 5G is now proven harmful [58–60]
EU Energy Efficiency Action Plan [94]	*… the 2020 20 % energy efficiency target as agreed by the June 2010 European Council, which is presently not on track, must be delivered*	Significant additions to infrastructure and delivery of 5G and installation and constant reading of smart meters is increasing the existing energy burden 10-fold or more [108]
European Green Deal [95]	*… protect the health and well-being of citizens from environment-related risks and impacts … must be just and inclusive … must put people first …*	Wireless EMF signals pulsing 24/7, covering the globe will jeopardize human planetary health
Application of The EU Treaty into EU Case law	**Mad Cow Disease Case 157/96**, ***National Farmers Union*** [105], paragraph 22: *public health requirements are indivisible and universal* **Case 183/95 *Affish*** [104], paragraph 43 and **Case 136/95 *Industria del Frio Auxiliar Conservera*** [106], paragraph 58: *the protection of public health which the contested decision is intended to guarantee must take precedence over economic considerations*	

policies and statements that are being violated by the unfettered rollout of 5G, based on the blind adherence to ICNIRP guidelines.

Since 2017, the world has not seen any evidence of the EU prioritizing human health protection over economics. In the seven replies to the 5G Appeals there has not been any clear recognition of the need to adhere to the EUs foundational principles. Instead, The EU has continued to consider the flawed International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) guidelines as protective of human and environmental health, including children and the most vulnerable. The EU refuses to accept or to even investigate the possibility that these advisory groups are inappropriately limited in their scope. The history of EU responses to consecutive 5G Appeals has been published in recent reviews [7, 8].

The EU continues to refer to the ICNIRP guidelines because ICNIRP was previously endorsed by Council Recommendation 1999/519/EC [9] as the EU's main external advisory group concerning wireless EMF protection. At that time, in the face of thousands of studies stating the contrary, ICNIRP and Council Recommendation 1999/519/EC denied that there was enough scientific evidence of non-thermal, biological effects to warrant government intervention. Given the state of play of independent science today, there are increasing questions about the continued legality of Council Recommendation 1999/519/EC when compared with EU EMF-health protection policy in general and with EU primary law.

ICNIRP guidelines are an inadequate basis for EU policy

There is now clear evidence that the ICNIRP guidelines are not an adequate scientific basis for EU policy regarding wireless electromagnetic fields (EMF). ICNIRP guidelines have been shown to be flawed by several scientists [10–13]. Two recent ICBE-EMF reviews [14, 15], made by 14 prominent scientists and based on 230 and 144 scientific sources respectively, speak to the weakness of the thermal hypothesis on which the current guidelines are constructed. The consistent message from all of these industry-independent scientists is that current radiation guidelines for cell phones and other wireless equipment are totally inadequate.

On top of this, 258 Scientists in the EMF Scientists Appeal [16] attest that ICNIRP guidelines do not protect human health against the types of everyday exposures to which citizens are exposed. In addition, 430 scientists and medical doctors have endorsed the 5G Appeal. All have asked the EU to apply the Precautionary Principle in such a way that EU policy takes into account effects that are due to heating (thermal) as well as detrimental effects due to other biophysical and biochemical processes (non-thermal). More urgently, a recent review of the literature [17] identifies

serious physical, mental and behavioural health risks for the current generation of children, who are exposed from before birth to a continuous array of wireless EMF signals from baby monitors, smart phones, tablets, wearables and other wireless devices. The article calls for the ALARA principle (As Low As Reasonably Achievable) to be adopted for the protection of children.

The acknowledgement of harmful non-thermal biological effects has been increasingly supported by a number of successful lawsuits in USA [18], Germany [19], Italy [20] and elsewhere in the European Union, which have recognised that mobile communication causes several kinds of harmful effects such as acoustic neuroma in people exposed to cell phones.

Evidence of harm from wireless EMF provided to EU

The European Commission has been provided with several thousand scientific studies revealing a range of harmful effects caused by everyday levels of wireless EMF, which sit far below the ICNIRP guidelines. Earlier 5G appeals have referred to thousands of peer-reviewed research reports [21–26], and over 100 extensive research reviews [27], showing harmful effects from wireless EMF well below ICNIRP limits. BioInitiative colour charts [21] list negative biological effects found at levels more than one million times below ICNIRP guidelines. Evidence of these effects clearly contradicts the ICNIRP and EU position.

Given all the evidence presented to the European Commission since 2017, the EU has been advised beyond any doubt that radiofrequency radiation not only causes tissue heating, as ICNIRP claims, but many other serious biological effects far below ICNIRP's tissue heating thresholds. Such harmful effects include oxidative stress, as demonstrated in a review of 93 of 100 available studies [28] and in a review of animal and cell studies [29], damage to DNA [30], heart and blood [31], sperm [32], brain cells [33] and cancer [34–37]. Note that these effects have been explained by mechanisms other than heating, e.g., disruption of voltage gated calcium (and other) channels in cells [38], reactive oxygen species, and changes in cell signaling. All of this was recently, yet again, stressed in a recent article by the International Commission on the Biological Effects of EMF [14], demonstrating that the ICNIRP guidelines are obsolete.

The EU has also been advised that the current wireless EMF exposures, at levels far below the ICNIRP guideline, are presenting a serious threat to the environment and to everything that lives, including plants [39], trees [40], birds and bees [41, 42], insects [43–45], mammals [46], rats [47, 48] and cows [49].

Complex real-world exposures not addressed by ICNIRP

Earlier 5G Appeals have consistently clarified how ICNIRP guidelines do not relate to the everyday exposures experienced by EU citizens. Real world radiofrequency signals are complex combinations of many simultaneous frequencies. They are totally polarised, pulsed and modulated at frequencies that have been shown to be extremely bioactive. Pulsed radiating sources can aggregate to instantaneous values that can be thousands of times higher than values averaged over 6 or 30 min [50]. None of these complexities are addressed by the ICNIRP guidelines [51]. Only average radiation values, calculated over 6 or 30 min of heating of liquid in a plastic phantom head [52], are considered. ICNIRP guidelines consider radiation from only one source during some minutes, but not the total radiation from all simultaneous radiating sources during months and years. This is in stark contrast with current exposures, where the radiation to human tissue starts before conception (affecting genes in sperm and egg cells) and continues every day until death. Additionally, the greater penetration of radiation into children's brains is not considered in this testing [53]. ICNIRP guidelines thus do not address real world scenarios experienced each day by the general public. For these reasons, ICNIRP guidelines cannot be deemed protective of public health.

5G science consistent with previous wireless EMF science, warning the EU of harm

Although there is a limited number of studies on health effects from the new 5G MMW technologies; e.g. on skin [54], the existing papers are suggesting harm [55]. Furthermore, biological harm has already been established. Two extensive scientific reviews from over 20 years ago found that: *Profound MMW effects were established at all biological levels, from cell-free systems through cells, organs, and tissues, to animal and human organisms* [56] (p. 409) and that: *The experimental data provided strong support for nonthermal*

MMW effects … [that] *depend on a number of physical, physiological, and genetic parameters*. [57] (p. 2177).

More recently, three case studies on health effects from exposure to RF microwave radiation from 5G base stations have been published [58–60]. All three studies showed that the study persons rather rapidly developed symptoms known as *the microwave syndrome* or *microwave illness* after the installation of 5G base stations close to their apartments or offices. Spot measurements showed that the deployment of 5G caused very high peak levels of microwave radiation in the study persons' dwellings. Their health symptoms rapidly declined and were alleviated after moving to places with no 5G base station exposure. After returning to the initial place with 5G exposure their symptoms reappeared. The conditions in these studies seem to be similar to those of a classical provocation study with clearly positive results; i.e., where the onset and offset of symptoms mirrors the onset and offset patterns of the individual's trigger exposure signals, but when the individual is not consciously aware of the exposures, nor expecting any particular effect from them.

Altogether, there is now a red flag from the MMW literature sitting on top of the mountain of scientific evidence showing harmful effects from previous generations of mobile phone technology, as described above. Together this evidence is alerting governments to the need for protective policy and active risk reduction. As concluded in the Nordic Appeal, *More stringent regulatory framework on microwave radiation from wireless technologies is urgently needed. In the meantime, further rollout of 5G must be stopped* [61]. The EU appears to be blinded to these warning messages.

Industry-independent scientists sounding the alarm have observed, on the one hand, a consistent adherence by the EU to the questionable guidelines provided by ICNIRP, and on the other hand, a consistent dismissal of the EU's own internally commissioned reports [62, 63], and of the advice of hundreds of independent scientists [1, 2, 16] whenever they contradict the ICNIRP narrative. This conduct violates European primary law [64] and it constitutes a serious crime against humanity.

Conflicts of interests in ICNIRP and SCENIHR

Two prominent EU government advisory bodies ICNIRP and SCENIHR [65] have been compromised towards promoting industry interests instead of the public interest. Two EU parliamentarians, Rivasi and Buchner have published a documented account of ICNIRP as being captured by industry and having a questionable ability to provide trusted leadership on wireless EMF and health [66].

ICNIRP is a self-selected, industry supportive body comprised of only 14 persons with limited biophysics or medical training, and no industry-independent views. Its members elect like-minded colleagues ensuring the perpetuation of the wireless industry's need for maximum exposure guidelines [51]. ICNIRP exposure guidelines are a million times too high to protect children and our most vulnerable. By following the ICNIRP guidelines, the EU has effectively prioritized economics, even though the EU Treaty and primary law lay down that protection of health must take precedence over economic gain. Indeed, the EU has failed to take action against the telecommunications and wireless industry whose phones and other products exceed the allowed, unrealistically high SAR values [67, 68] set by ICNIRP. EU has supported industry products and standards, irrespective of the health and environmental consequences. To remedy the situation, we suggest that industry admits to violations and health effects from exposures lower than ICNIRP limits, and to trust that this admission would not severely limit economic growth. Rather, the telecommunications industry would flourish even under much stricter exposure limits. However, it would need to achieve this goal in a smarter way.

In 2020, ICNIRP issued new limits (or guidelines), that allowed for even higher exposure of microwave radiation [51], in striking contrast to the demands of the majority of field scientists [10–13, 66, 69, 70].

In the same year, the chair of ICNIRP at the time, Eric van Rongen, claimed that: *people need to remember that the 5G technologies will not have any negative impact if the new guidelines are followed* [71] and that: *The most important thing for people to remember is that 5G technologies will not be able to cause harm when these new guidelines are adhered to* [72]. Such statements are not consistent with the scientific evidence, and mislead both the public and government decision makers. In continuing to follow the distorted ICNIRP opinion, the EU infringes its Charter of Fundamental Rights [5], and primary law.

SCHEER is misleading EU

Soon after the new ICNIRP guidelines were announced, the EU Commission asked its expert group SCHEER if there was a need for a revision of the Council Recommendation 1999/519/EC annexes and of the annexes of Directive 2013/35/EU *in view of the latest scientific evidence available, in particular the ICNIRP guidelines updated in 2020 with regard*

to radio frequency (100 kHz to 300 GHz). Notably, during the formation of the SCHEER expert group, none of the vast majority of experts who agree that ICNIRP guidelines are insufficient for the protection of human health were invited. The SCHEER presented a preliminary Opinion in August 2022 [73] that advised positively on the adoption of the ICNIRP 2020 guidelines, concluding that: *The SCHEER could not identify moderate or strong level of evidence for adverse health effects resulting from chronic or acute RF EMF exposure at levels below the limits set in the annexes of Council Recommendation 1999/519/EC and Directive 2013/35/EU. The SCHEER advises positively on the need of a technical revision of the annexes in Council Recommendation 1999/519/EC and Directive 2013/35/EU with regard to radiofrequency electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz), because there is a need to recognize the recently introduced dosimetric quantities and establish limits for them* (p. 2).

It seems that the positive advice on the 2020 ICNIRP guidelines was a predetermined outcome as a consequence of the selected experts. A report prepared by two EMF NGO organizations [74] concluded that *the SCHEER Opinion is biased and appears to be designed to find no risks and to greenlight the adoption of exposure limits that benefits industry* … and that … *the SCHEER working group members belong to a small self-referencing circle of no-risk pro-ICNIRP advocates, with ties to the telecom industry. The SCHEER panel does not meet the basic requirement for risk assessors: The SCHEER methodology for assessing the scientific evidence is insufficient, severely biased, and unscientific. A central thread throughout the SCHEER report is the manufacture of doubt about harmful effects instead of an objective assessment of the science* (p. 5).

The manufacture of doubt seems to be a common theme when regulators such as ICNIRP, SCHEER and the WHO are discussing the evidence linking wireless EMF exposures to health. Distorting official communications using logical fallacies leads to false conceptions such as the assumption of safety [55]. It is the responsibility of SCHEER and ICNIRP to ensure that their communications are truthful and unable to be misconstrued by the public or by policy makers.

EU is condoning an unethical mass experiment

Over the past five years, the EU has relied on fraudulent and biased science from ICNIRP, SCENIHR, and SCHEER. Faced with over 100 scientific reviews and thousands of peer-reviewed articles to the contrary, these groups continue to claim that no conclusive evidence has been found of harmful health effects occurring below tissue heating power densities.

The EU's adoption of the ICNIRP guidelines has given operators and producers of digital equipment the right to expose all citizens including children to continually increasing harmful radiation, without being certain of the outcomes of this exposure. This is equivalent to conducting a mass experiment with serious health consequences, without gaining consent from the experimental subjects. That is a crime against the EU Charter of Fundamental Rights [5] and the Nuernberg Code [75], which requires that, *before the acceptance decision by the experimental subject, there should be made known to him the nature … of the experiment … all inconveniences and hazards … and the effects upon his health or person, which may possibly come from his participation in the* [5G] *experiment... During the course of the experiment the human subject should be at liberty to bring the experiment to an end if he has reached the physical or mental state where continuation of the experiment seems to him to be impossible.* This principle of informed consent forms the basis of the International Ethical Guidelines for Biomedical Research Involving Human Subjects and has been adopted by the World Health Organisation [76]. By accepting the EU Council Recommendation 1999/519/EC which relies on the ICNIRP guidelines the EU is infringing several laws and international recommendations as shown in Table 1.

Safe, energy efficient alternatives exist

Earlier 5G Appeals have provided recommendations for alternative and accessible technologies such as the use of appropriately wired[1] cable and fiber connections (as proposed in the ERPS/STOA report [63]). Such innovations are readily available and provide far superior speed, reliability, health protection and data security. Wired internet speeds are 100 times faster than typical wireless connections [77], and much more energy efficient.

The 5G rollout requires three times more base stations than the existing number and a typical 5G base station uses 2–3 times more power than a 4G base station according to China Mobile [78] and Huawei [79].

Wireless streaming via the cloud is a main contributor to current energy consumption, with an estimated growth

1 Appropriate wiring and shielding is needed in order to avoid leakages of high frequency overtones to electric wires and to and from other connected equipment.

rate of 4–5 times from 2012 to 2015 [80]. For example, using a tablet or phone *to watch an hour of video weekly consumes annually more electricity in the remote networks than two new refrigerators use in a year* [81] (p. 3), and one Google search uses as much electricity as a lightbulb left on for 35 min [82]. Streaming increased during the coronavirus pandemic by 30 percent [83].

The best alternatives are Passive Optical Networks (PON) because they are the fastest and least energy consuming technology available today, using nearly 50 times less energy than UMTS/3G and about 6 times less energy than LTE/4G [83, 84]. An article published by the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) predicted that by 2030, wireless networks will continue to consume 10 times more power than wired networks, with PON being the most energy efficient [84]. PON therefore provides a vastly superior alternative to the current wireless methods which are continuously increasing the levels of planetary energy consumption and electromagnetic pollution [85]. It could therefore be worthwhile to "reinvent wires" as suggested by Schoechle [77] and use appropriate wiring and fiber optics instead of irradiating humans, children and the environment.

Smart utility meters need to be wired

Signals from smart meters [86] have been shown to be harmful for health [87]. A single smart meter emitting intensities below the ICNIRP limits can create sleep, heart, immune system and reproduction problems, and lead to DNA damage, oxidative stress and cancer [88]. Nevertheless, according to the EU Directive 2018/2002 [89] remotely readable utility meters for water and electricity consumption are required in all apartments. They can be wired or wireless. While there is variation across smart meters, some send a series of pulses every second i.e., about 83,100 series per day [86], making 2.49 million per month. Why such an exorbitant number of signals are sent is hard to fathom, given that one meter reading per month is all that is necessary for invoicing consumers. An apartment building can have over 100 water meters, each of which can radiate as much wireless EMF as 160 cell phones [90]. Thus, a full apartment house set of smart meters in a "mesh network" produces immense wireless EMF, which can cause many harmful health effects [91]. To prevent such harm, governments need to mandate that all utility meters should be appropriately wired.[2]

2 Wired meters are safer for health and privacy.

Wired meters prevent household data from being misused, consistent with the intent of Directive (EU) 2018/2002 [89], to *promote cybersecurity and ensure the privacy and data protection of final users in accordance with applicable Union law* (Article 10a, 2 (d)). Furthermore, the EU GDPR [92] regulation lays down that sending any information that relates to an identifiable natural individual can infringe the data protection of the individual, which can occur when sending wireless in all directions. The EU directive 2002/58/EC [93] demands that service providers *must secure their services by at least – ensuring that personal data are accessed by authorised persons only;* and *must ensure the confidentiality … – prohibit the listening, tapping, storage or any type of surveillance.* However, such assurance of data privacy is only possible if data transmission is over wired connections. Privacy cannot be guaranteed when data is sent over wireless.

EU Green Deal compromised by wireless deployment

The EU Energy Efficiency Action Plan [94] declares: *The European Council … 2011 emphasised that the 2020 20% energy efficiency target as agreed by the June 2010 European Council, which is presently not on track, must be delivered.* We assert that the goals of the Energy Efficiency Action Plan cannot possibly be realised if the EU continues to waste energy on the infrastructure and operation of billions of wireless connections, which can just as easily be wired. The wired alternatives described above make it obvious that wireless is no green deal, but rather, a senseless waste of energy. On top of that, all wired meter consumption readings could be requested by the managing director only and exactly when they are needed, which would save lots of energy and would be safer for avoiding surveillance and ensuring the inhabitant's privacy, as required by law.

The President of the Commission has made the European Green Deal the top political priority. It aims *to protect, conserve and enhance the EU's natural capital, and protect the health and well-being of citizens from environment-related risks and impacts. At the same time, this transition must be just and inclusive. It must put people first …* [95]. We assert that the health and privacy of the people, as well as the stability of the environment are all in dire jeopardy if the strategy that the EU adopts for ostensibly conserving energy is ubiquitous wireless connectivity, including smart utility meters. Indeed, Kostoff et al. [96] warn that the effects of multipe sources have not been considered: *Neither 4G nor 5G have been tested for safety in credible real-life scenarios.*

Alarmingly, many of the studies conducted in more benign environments show harmful effects from this radiation (p. 35–36) … *When real-life considerations are added …. the adverse effects associated with wireless radiation are increased substantially* (p. 38–39).

Fundamental rights, new policy needed

As a result of the increased consumption of energy, the harm to people and the environment, and the potential misuse of data, we consider current EU policy to grossly infringe EU primary law and citizens' and children's fundamental rights [97]. It also infringes EU promises of energy savings as well as the EU Council's top priority: "a Green Deal".

Table 1 summarises how, over the last decade, the EU has infringed its own and international laws and ignored its own commissioned reports. It has ignored its obligation to protect people physically and mentally, to protect children from potential harm, and to provide safe working conditions. The EU has prioritised convenient wireless smart meter connections over the need to protect private data and the need to protect the bodies and minds of adults and children. It continues to prioritise wireless technologies in spite of the increases in energy burden and the existence of safe wired energy saving alternatives. It has ignored its obligations to provide citizens with the information they need to make informed choices about their use of technologies. Furthermore, the EU has condoned mobile phone testing that does not reflect real life exposures, and has failed to take appropriate action against companies whose phones violate the ICNIRP guidelines for head exposures [67].

These failings have all stemmed from the EU illegitimately deferring its responsibility to three small committees, ICNIRP, SCENIHR and SCHEER, that are made up of the same people who support industry interests. The EU has thus allowed higher and higher levels of radiation into the environment, which are potentially harmful to humans, animals, insects and plants. In contradiction to EU Treaty and laws, EU officials give precedence to economics instead of health and environmental protection.

In order to avoid legal action because of breaking the EU Treaty, EU GDPR, EU energy goals and demands for health and environmental protection, and on behalf of all EU citizens, we invite EU institutions to immediately pay attention to reports independent of industry; e.g. the report from The Commission to Study The Environmental and Health Effects of Evolving 5G Technology to the General Court of New Hampshire [98] as well as the warmings that have been given outside of ICNIRP and SCHEER, as summarised above. Then, take measures to ensure that EU policy protects not only against short-term heating but also against all long-term biological effects; i.e., by drastically reducing the exposure of plants, insects, animals, and humans (especially children) to wireless EMF.

This involves notably the following actions:

(1) Basing policy on truly industry-independent science and scientists;
(2) Establishing EU scientific committees that are fully independent from industry;
(3) Revoking Council Recommendation 1999/519/EC [9] and replacing it with a new legal instrument that fully takes into account the long term, non-thermal, biological effects of wireless EMF, as stressed in Resolution 1815 of the Council of Europe and numerous other recommendations by various international governing bodies and hundreds of independent scientists;
(4) Drastically sharpening both the meaning and the application of the Precautionary Principle to wireless EMF to arrive at EU guidelines that are health and environment-centered, with primary consideration for the wellbeing of humans, plants, insects and animals;
(5) Re-interpreting Directive EU 2018/1972 to include full protection of humans, especially children against all long-term biological effects from wireless EMF (not only 6–30 min heating) thereby aligning this directive with EU primary law, fundamental rights and the Nuremberg Code [75].
(6) Stipulating that data transmission from utility meters (i.e., water, gas, and electricity) must be appropriately wired and transmissions allowed only when necessary for consumer invoicing (maximum one per month).

Towards a health protective and energy saving EU policy

The EU must respect the EU Charter of Fundamental Rights [5] and EU primary law, which consistently point to the importance of public health and environmental protection as a prime policy imperative. Based on a correct reading of the Precautionary principle [99] and other principles of EU law we ask the EU to impose a moratorium on the 5G roll-out, because it causes massively harmful additions to existing planetary electromagnetic pollution [26].

New EU policy that takes full account of long term, non-thermal biological effects is needed. To establish such policy, the EU needs new committees, comprised of qualified scientists independent of industry, like the International Commission on the Biological Effects of EMF [14].

New EU policy should consider long term total radiation and signal complexity, including polarizations and aggregations of pulses from all simultaneously radiating wireless meters and other wireless equipment, for example in apartment houses. The total radiation, taking into account not only mean values and heating but most of all the most damaging aggregations of pulses, should be based on new, far lower guidelines already proposed by four groups of truly industry independent scientists [22, 100–102]. Their guidelines range from recommendations of 0.1 $\mu W/m^2$ by the Building Biology Institute to 100 $\mu W/m^2$ by the Council of Europe. Thus, all groups recommend exposure limits considerably stricter than ICNIRPs industry-friendly guidelines of 10,000,000 $\mu W/m^2$ or 40,000,000 $\mu W/m^2$. New guidelines are urgent if health is to have precedence over economy, consistent with EU law [8].

Concluding remarks

In 2017 an article was published on the lack of WHO willingness to acknowledge health effects from use of wireless phones. It was stated that WHO is a *hard nut to crack* [69]. This statement now seems to be true of the EU. In spite of being provided with increasing evidence of the negative effects on human health, no measures have been taken to reduce exposure or to educate people on the risks. On the contrary, ambient exposure has increased [103]. Protests and comments by scientific experts and several organisations including non-governmental organization (NGOs) have been ignored. Instead, the EU has heeded only the opinions of a handful of experts, associated with WHO, ICNIRP, and SCHEER, with conflicts of interest due to ties with industry. Therefore, any opinion these "experts" may give on wireless EMF and human health is compromised. It is urgent that unbiased evaluations of risks be made by experts with no conflicts of interest. In spite of thousands of scientific reports proving harmful effects of wireless EMF, all seven appeals sent to the EU since 2017 have been neglected. These reviews have requested immediate action from the EU on its mandated responsibilities; i.e., to protect humans and the environment instead of promoting industry interests.

The EU's current course of action is in direct conflict with the foundations on which the EU was built (see Table 1). By maintaining its course to support the industry-led rollout of 5G, 6G and smart meters, the EU is violating the EU Convention on Human Rights [4], the EU Charter of Fundamental Rights [5], the EU Treaty [64], and EU Case law [104–106], which all agree that: *The protection of health and the environment takes precedence over economic considerations*. On this issue, the EU seems to be another hard nut to crack.

Ethical approval: Not applicable.
Informed consent: Not applicable.
Author contributions: All authors have accepted responsibility for the entire content of this manuscript and approved its submission.
Competing interests: Authors state no conflict of interest.
Research funding: Thanks to the Oceania Radiofrequency Scientific Advisory Association (ORSAA) for financing the publication of this article.

References

1. Nyberg R, Hardell L. The EU 5G appeal; 2017. https://www.5gappeal.eu/ [Accessed 21 Jul 2023].
2. Scientists and MDs who have endorsed the EU 5G appeal. Available from: https://www.5gappeal.eu/signatories-to-scientists-5g-appeal/ [Accessed 21 Jul 2023].
3. Nyberg R, Hardell, L. 7th EU 5G appeal. The EU's illegal precedence of economy over health; 2023. Available from: http://www.5gappeal.eu/wp-content/uploads/2023/02/7th-EU-5G-Appeal12-Jan-2023h.pdf [Accessed 21 Jul 2023].
4. Council of Europe. European Convention on Human Rights; 2021. Available from: https://www.coe.int/en/web/compass/european-convention-on-human-rights [Accessed 21 Jul 2023].
5. European Commission. Charter of fundamental rights of the European Union (2012/C 326/02). Off J Eur Union 2012;C 326:391–227.
6. European Union. Consolidated version of the treaty on the functioning of the European Union. Off J Eur Union 2008;51:47–199.
7. Hardell L, Nyberg R. [Comment] Appeals that matter or not on a moratorium on the deployment of the fifth generation, 5G, for microwave radiation. Mol Clin Oncol 2020;12:247–57.
8. Nyberg NR, McCredden JE, Weller SG, Hardell L. The European Union prioritises economics over health in the rollout of radiofrequency technologies. Rev Environ Health 2022. https://doi.org/10.1515/reveh-2022-0106.
9. The Council of the European Union. Council Recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz) (1999/519/EC). Off J Eur Communities 1999;L199:59–70.
10. Cherry NJ. Criticism of the health assessment in the ICNIRP guidelines for radiofrequency and microwave radiation (100 kHz-300 GHz); 2002. Available from: https://core.ac.uk/download/pdf/35464854.pdf.
11. Favre D. Comments on the ICNIRP draft RF guidelines; 2018. Available from: https://environmentandcancer.com/comments-icnirp-favre/.
12. Hansson-Mild, Hardell L. Comments on the ICNIRP draft RF guidelines; 2018. Available from: https://environmentandcancer.com/comments-icnirp-hansson-mild-hardell/.
13. Redmayne M. Comments on the ICNIRP draft RF guidelines; 2018. Available from: https://environmentandcancer.com/comments-icnirp-redmayne/.
14. International Commission on the Biological Effects of Electromagnetic Fields (ICBE-EMF). Scientific evidence invalidates health assumptions underlying the FCC and ICNIRP exposure limit determinations for radiofrequency radiation: implications for 5G. Environ Health 2022;21:1–25.

15. Héroux P, Belyaev I, Chamberlin K, Dasdag S, De Salles AAA, Rodriguez CEF, et al. Cell phone radiation exposure limits and engineering solutions. Int J Environ Res Publ Health 2023;20:5398.
16. EMF-Scientist. International appeal: scientists call for protection from non-ionizing electromagnetic field exposure; 2015 (2023). Available from: https://emfscientist.org/index.php/emf-scientist-appeal.
17. Davis D, Birnbaum L, Ben-Ishai P, Taylor H, Sears M, Butler T, et al. Wireless technologies, non-ionizing electromagnetic fields and children: identifying and reducing health risks. Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care 2023;53:101374.
18. Stop Smart Meters. Summary of selected smart meter lawsuits. Stop smart meters; 2015. Available from: https://stopsmartmeters.org/smart-meter-lawsuits/.
19. Slesin L. German Court moves to silence relentless critic of RF DNA studies. Alexander Lerchl's unfounded claims of fabricated data from vienna lab 13-year campaign of disinformation. In: Microwave News; 2004 (2023). Available from: https://microwavenews.com/news-center/german-court-moves-silence-critic-rf-dna-breaks.
20. Alerte PhoneGate Association. The court of appeal of Turin confirms the link between a head tumour and mobile phone use. Phonegate Alert; 2020. Available from: https://www.phonegatealert.org/en/the-court-of-appeal-of-turin-confirms-the-link-between-a-head-tumour-and-mobile-phone-use/.
21. BioInitiative Working Group. BioInitiative report: a rationale for a biologically-based public exposure standard for electromagnetic fields (ELF and RF); 2007. Available from: http://www.bioinitiative.org.
22. BioInitiative Working Group. BioInitiative report: a rationale for a biologically-based public exposure standard for electromagnetic radiation; 2012. Available from: https://bioinitiative.org/.
23. BioInitiative Working Group. Bioinitiative report: 2020 updated research summaries; 2020. Available from: https://bioinitiative.org/updated-research-summaries/.
24. Glaser ZR. Bibliography of reported biological phenomena ('effects') and clinical manifestations attributed to microwave and radio-frequency radiation; 1972. Available from: https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD0750271.pdf.
25. Glaser ZR, Brown PF, Brown MS. Bibliography of reported biological phenomena ('effects') and clinical manifestations attributed to microwave and radio-frequency radiation: compliation and integration of report and seven supplements; 1976. Available from: https://www.osti.gov/biblio/5740885.
26. Bandara P, Carpenter DO. Planetary electromagnetic pollution: it is time to assess its impact. Lancet Planet Health 2018;2:512–4.
27. Diagnose: funk. EMF data study overview. Available from: https://www.emfdata.org/en/study-overview.
28. Yakymenko I, Tsybulin O, Sidorik E, Henshel D, Kyrylenko O, Kyrylenko S. Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation. Electromagn Biol Med 2016;35:186–202.
29. Schuermann D, Mevissen M. Manmade electromagnetic fields and oxidative stress—biological effects and consequences for health. Int J Mol Sci 2021;22:3772.
30. Vriens L. Summary of REFLEX study. jrs eco wireless; 2011. Available from: https://www.jrseco.com/eu-reflex-study-shows-dna-damage-caused-by-radiation-from-wireless-devices-and-mobile-phones/.
31. Havas M. Radiation from wireless technology affects the blood, the heart, and the autonomic nervous system1. Rev Environ Health 2013;28:75–84.
32. Hassanzadeh-Taheri M, Khalili MA, Hosseininejad Mohebati A, Zardast M, Hosseini M, Palmerini MG, et al. The detrimental effect of cell phone radiation on sperm biological characteristics in normozoospermic. Andrologia 2022;54:e14257.
33. Nittby H, Grafström G, Eberhardt JL, Malmgren L, Brun A, Persson BRR, et al. Radiofrequency and extremely low-frequency electromagnetic field effects on the blood-brain barrier. Electromagn Biol Med 2008;27:103–26.
34. Belpomme D, Hardell L, Belyaev I, Burgio E, Carpenter DO. Thermal and non-thermal health effects of low intensity non-ionizing radiation: an international perspective. Environ Pollut 2018;242:643–58.
35. Hardell L, Carlberg M. Mobile phone and cordless phone use and the risk for glioma–Analysis of pooled case-control studies in Sweden, 1997–2003 and 2007–2009. Pathophysiology 2015;22:1–13.
36. Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, Mild KH. Pooled analysis of case-control studies on acoustic neuroma diagnosed 1997-2003 and 2007-2009 and use of mobile and cordless phones. Int J Oncol 2013;43:1036–44.
37. Miller AB, Sears ME, Morgan LL, Davis DL, Hardell L, Oremus M, et al. Risks to health and well-being from radio-frequency radiation emitted by cell phones and other wireless devices. Front Public Health 2019;7:223.
38. Panagopoulos DJ, Karabarbounis A, Margaritis LH. Mechanism for action of electromagnetic fields on cells. Biochem Biophys Res Commun 2002;298:95–102.
39. Halgamuge MN. Weak radiofrequency radiation exposure from mobile phone radiation on plants. Electromagn Biol Med 2017;36:213–35.
40. Waldmann-Selsam C, Balmori-de la Puente A, Breunig H, Balmori A. Radiofrequency radiation injures trees around mobile phone base stations. Sci Total Environ 2016;572:554–69.
41. Warnke U. Bees, birds and mankind. Destroying nature by 'Electrosmog': effects of wireless communication technologies. A brochure series by the competence initiative for the protection of humanity, environment and democracy. Kempten; 2009. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Ulrich-Dr-Warnke-2/publication/241538484_BEES_BIRDS_AND_MANKIND/links/54eaeb240cf2f7aa4d5845c7/BEES-BIRDS-AND-MANKIND.pdf.
42. Molina-Montenegro MA, Acuña-Rodríguez IS, Ballesteros GI, Baldelomar M, Torres-Díaz C, Broitman BR, et al. Electromagnetic fields disrupt the pollination service by honeybees. Sci Adv 2023;9:eadh1455.
43. Balmori A. Electromagnetic radiation as an emerging driver factor for the decline of insects. Sci Total Environ 2021;767:144913.
44. Thielens A, Bell D, Mortimore DB, Greco MK, Martens L, Joseph W. Exposure of insects to radio-frequency electromagnetic fields from 2 to 120 GHz. Sci Rep 2018;8:3924.
45. Thill A. Biological effects of electromagnetic fields on insects. Sonderbeilage in Ausgabe 3-2020/ 33. Jahrgang; 2020. Available from: https://ehtrust.org/wp-content/uploads/Thill_Review_Insects_2020_Engl.pdf.
46. Balmori A. Electromagnetic pollution from phone masts. Effects on wildlife. Pathophysiology 2009;16:191–9.
47. National Toxicology Program. Peer reviews of the draft NTP technical reports on cell phone radiofrequency radiation. In: NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in B6C3F1/N mice exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (1,900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones: technical report [Internet]. National Toxicology Program; 2018, vol 596. Available from: https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about_ntp/trpanel/2018/march/peerreview20180328_508.pdf.
48. National Toxicology Program. Toxicology and carcinogenesis studies in Sprague Dawley (Hsd: sprague Dawley SD) rats exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (900 MHz) and

modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. Natl Toxicol Progr Tech Rep 2018;595. https://doi.org/10.22427/NTP-TR-595.
49. Haute-Loire LP. Une antenne relais soupçonnée de tuer les vaches d'un éleveur finalement conservée. (Haute-Loire: a relay antenna suspected of killing the cows of a breeder finally preserved). In: Le Parisien; 2022. Available from: https://www.leparisien.fr/faits-divers/haute-loire-une-antenne-relais-soupconnee-de-tuer-les-vaches-dun-eleveur-finalement-conservee-17-08-2022-DPDYEGWM3BHS3DJT3BPZKUL3GA.php.
50. Puranen L. Altistumisen mittaus ja laskentamallit (Finnish: exposure measurement and calculation models). In: Nyberg H, Jokela K, editors. Sähkömagneettiset kentät. Karisto, Hämeenlinna, Chap 10; 2006: 455–99 pp. Available from: https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/6_10.pdf.
51. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz). Health Phys 2020;118:483–524.
52. Sam L. Comrel technologies. https://comreltec.com/wp-content/uploads/2019/03/lazer-sam-compv1_orig-1024x769.jpg [Accessed 31 Mar 2022].
53. Gandhi OP, Morgan LL, De Salles AA, Han Y-Y, Herberman RB, Davis DL. Exposure limits: the underestimation of absorbed cell phone radiation, especially in children. Electromagn Biol Med 2012;31:34–51.
54. Leszczynski D. Physiological effects of millimeter-waves on skin and skin cells: an overview of the to-date published studies. Rev Environ Health 2020;35:493–515.
55. McCredden JE, Weller S, Leach VA. The assumption of safety is being used to justify the rollout of 5G technologies. Front Public Health 2023; 11:34.
56. Pakhomov AG, Akyel Y, Pakhomova ON, Stuck BE, Murphy MR. Current state and implications of research on biological effects of millimeter waves: a review of the literature. Bioelectromagnetics 1998;19: 393–413.
57. Belyaev IY, Shcheglov VS, Alipov ED, Ushakov VD. Nonthermal effects of extremely high-frequency microwaves on chromatin conformation in cells in vivo-dependence on physical, physiological, and genetic factors. IEEE Trans Microw Theor Tech 2000;48:2172–9.
58. Hardell L, Nilsson M. Case report: a 52-year healthy woman developed severe microwave syndrome shortly after installation of a 5G base station close to her apartment. Ann Clin Med Case Rep 2023;10:1–10.
59. Nilsson M, Hardell L. Development of the microwave syndrome in two men shortly after installation of 5G on the roof above their office. Ann Clin Case Rep 2023;8:2378.
60. Hardell L, Nilsson M. Case report: the microwave syndrome after installation of 5G emphasizes the need for protection from radiofrequency radiation. Ann Case Rep 2023;8:1112.
61. Nilsson M, Hardell L, Ketti M, Wells N, Nyberg R, Halmøj S, et al. Nordic Appeal: more stringent regulatory framework on microwave radiation from wireless technologies is needed – stop further rollout of 5G. Ann Clin Med Case Rep 2023;10:1–4.
62. Blackman C, Forge S. 5G deployment: state of play in Europe, USA and Asia, study for the committee on industry, research and energy, policy (policy department for economic, scientific and quality of life policies, European Parliament); 2019. Available from: https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2019/631060/IPOL_IDA(2019)631060_EN.pdf.
63. Belpoggi F. ERPS/STOA report: health impact of 5G, study for the panel for the future of science and technology (European Parliamentary Research Service, scientific foresight unit); 2021. Available from: https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/690012/EPRS_STU(2021)690012_EN.pdf.
64. European Union. Consolidated version of the treaty on the functioning of the European Union, public health article 168. Off J Eur Union 2008; 51:168.
65. Epstein M, Emri I, Hartemann P, Hoet P, Leitgeb N, Martínez LM, et al. (SCENIHR Committee) Opinion on potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF) (For the European commission); 2015. Available from: https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_o_041.pdf.
66. van Scharen H. The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: conflicts of interest, corporate capture and the push for 5G; 2020. Available from: https://kompetenzinitiative.com/wp-content/uploads/2020/07/ICNIRP-report-FINAL-19-JUNE-2020.pdf.
67. Alerte PhoneGate Association. Phonegate alert; 2022. Available from: https://phonegatealert.org/en/tag-en/france-en/.
68. Arazi M. Phonegate. Overexposed and deceived: what the cell phone industry doesn't want you to know (Eng. translation by Regan Kramer). Paris: Massot Editions; 2020.
69. Hardell L. World Health Organization, radiofrequency radiation and health-a hard nut to crack. Int J Oncol 2017;51:405–13.
70. Hardell L, Nilsson M, Koppel T, Carlberg M. Aspects on the international commission on non-ionizing radiation protection (ICNIRP) 2020 guidelines on radiofrequency radiation. J Cancer Sci Clin Ther 2021;5:250–85.
71. Ansari D. Scientists, experts rule 5G safe for humans; debunk deadly radiation myths. Republic; 2020. Available from: https://www.republicworld.com/technology-news/mobile/scientists-experts-rule-5g-safe-for-humans.html.
72. Keach S. G-ENIUS 5G is SAFE as scientists debunk 'deadly radiation' conspiracy theories. The US Sun; 2020. Available from: https://www.the-sun.com/lifestyle/tech-old/527246/5g-is-safe-as-scientists-debunk-deadly-radiation-conspiracy-theories/.
73. Scientific Committee on Health Environmental and Emerging Risks. Preliminary opinion on the need of a revision of the annexes in council recommendation 1999/519/EC and directive 2013/35/EU, in view of the latest scientific evidence available with regard to RF (100kHz – 300GHz), adopted by written procedure on 16 August 2022. Available from: https://health.ec.europa.eu/publications/scheer-scientific-evidence-radiofrequency_en.
74. The Council for Safe Telecommunications (Denmark) and The Swedish Radiation Protection Foundation. Critique of SCHEER opinion report on health risks from radiofrequency radiation; 2023. Available from: https://www.stralskyddsstiftelsen.se/wp-content/uploads/2023/01/Report-Critique-of-SCHEER-Opinion-Jan-25-2023.pdf.
75. Nuernberg Military Tribunals. Permissble medical experiments. In: Trials of war criminals before the Nuernberg military tribunals. Washington: US Government Printing Office; 1946–1949, vol II:181–2 pp. https://archive.org/details/TrialsOfWarCriminalsBeforeTheNurembergMilitaryTribunalsUnderControlCouncil/Trials%20of%20war%20criminals%20before%20the%20Nuremberg%20Military%20Tribunals%20under%20Control%20Council%20law%20no.%2010.%20-%20Nuremberg%2C%20October%201946-%20April%2C%201949%20Volume%202/page/n4/mode/1up?view=theater [Accessed 21 Jul 2023].

76. Shuster E. Fifty years later: the significance of the Nuremberg Code. N Engl J Med 1997;337:1436–40.
77. Schoechle T. Re-inventing wires: the future of landlines and networks; 2018. Available from: https://electromagnetichealth.org/wp-content/uploads/2018/05/Wires.pdf.
78. Jones D. Power consumption: 5G base stations are hungry, hungry hippos. Light reading; 2019. Available from: https://www.lightreading.com/mobile/5g/power-consumption-5g-basestations-are-hungry-hungry-hippos/d/d-id/749979#msgs.
79. Hardesty L. 5G base stations use a lot more energy than 4G base stations. Fierce wireless; 2020. Available from: https://www.fiercewireless.com/tech/5g-base-stations-use-a-lot-more-energy-than-4g-base-stations-says-mtn.
80. Centre for Energy Efficient Telecommunications. The power of wireless cloud. In: CEET white paper; 2013. Available from: https://ceet.unimelb.edu.au/publications/.
81. Mills MP. The cloud begins with coal: big data, big networks, big infrastructure, and big power. Digital Power Group; 2013. Available from: https://www.tech-pundit.com/wp-content/uploads/2013/07/Cloud_Begins_With_Coal.pdf?c761ac&c761ac [Accessed 21 Jul 2023].
82. Pitron G. The dark cloud: how the digital world is costing the Earth. Scribe Publications; 2023. Available from: https://paperbackbooks.com.au/p/the-dark-cloud-how-the-digital-world-is-costing-the-earth?barcode=9781922585523.
83. Federal Environment Ministry and the German Environment Agency. Video streaming: data transmission technology crucial for climate footprint: fibre optic video transmission is nearly 50 times more efficient than UMTS. Umwelt Bundesamt. 2020. Available from: https://www.umweltbundesamt.de/en/press/pressinformation/video-streaming-data-transmission-technology.
84. Baliga J, Ayre R, Hinton K, Tucker RS. Energy consumption in wired and wireless access networks. IEEE Commun Mag 2011;49:70–7.
85. Bandara P, Weller S. Cardiovascular disease: time to identify emerging environmental risk factors. Eur J Prev Cardiol 2017;24:1819–23.
86. EMF Consult. AMS kommunikasjonsmoduler (Norwegian) AMS communication modules; 2018. Available from: https://emf-consult.com/ams-kommunikasjonsmoduler/.
87. Childrens Health Defense. 80 groups, 57 doctors, 19 scientists join in urging Pennsylvania to reject 'smart meters' mandate. The Defender; 2021. Available from: https://childrenshealthdefense.org/defender/chd-amicus-brief-supreme-court-pennsylvania-reject-smart-meters-mandate/.
88. Powell RM. Biological effects from RF radiation at low-intensity exposure, based on the BioInitiative 2012 report, and the implications for smart meters and smart appliances; 2013. Available from: https://www.emfanalysis.com/wp-content/uploads/2014/11/Powell-Bioinitiative-Report-Smart-Meters.pdf.
89. European Parliament and the Council. Directive (EU) 2018/2002 of the European Parliament and of the Council of 11 december 2018 amending directive 2012/27/EU on energy efficiency. Off J Eur Union 2018;L328:210–30.
90. Hirsch D. *Comments on the draft Report by the California Council on Science and technology "health impacts of radio frequency from smart meters"*; 2011. Available from: https://www.committeetobridgethegap.org/pdf/110212_RFrad_comments.pdf.
91. Lamech F. Self-reporting of symptom development from exposure to radiofrequency fields of wireless smart meters in Victoria, Australia: a case series. Alternative Ther Health Med 2014;20:28–39.
92. European Parliament and the Council. Regulation 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation). Off J Eur Union 2016;119:210–30.
93. European Parliament and the Council. Directive 2002/58/EC of the European Parliament and of the Council of 12 July 2002 concerning the processing of personal data and the protection of privacy in the electronic communications sector (Directive on privacy and electronic communications). Off J Eur Union 2002;45:37–47.
94. European Parliament and the Council. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 october 2012 on energy efficiency amending directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing directives 2004/8/EC and 2006/32/EC. Off J Eur Union 2012;L315:1–56.
95. European Commission. Communication from the commission to the European Parliament, the council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. The European Green Deal COM (2019) 640 final; 2019. Available from: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF.
96. Kostoff RN, Heroux P, Aschner M, Tsatsakis A. Adverse health effects of 5G mobile networking technology under real-life conditions. Toxicol Lett 2020;323:35–40.
97. United Nations General Assembly. General Assembly resolution 44/25 Convention on the Rights of the Child; 1989. Available from: https://www.unicef.org/child-rights-convention/convention-text.
98. State of New Hampshire. Commission to study the environmental and health effects of evolving 5G technology final report; 2020. Available from: https://www.gencourt.state.nh.us/statstudcomm/committees/1474/reports/5G%20final%20report.pdf.
99. European Commission. Commission adopts Communication on Precautionary Principle; 2000. PDF. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_00_96 [Accessed 21 Jul 2023].
100. Belyaev I, Dean A, Eger H, Hubmann G, Jandrisovits R, Kern M, et al. EUROPAEM EMF Guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses. Rev Environ Health 2016;31:363–97.
101. Building Biology Institute. Building biology evaluation guidelines for sleeping area. In: Supplement to the standard of building biology testing methods. SBM; 2008. Available from: https://www.baubiologie.de/downloads/building-biology-guidelines-english.pdf.
102. Council of Europe. The potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment. Resolution 1815; 2011. Available from: https://assembly.coe.int/nw/xml/XRef/Xref-XML2HTML-en.asp?fileid=17994.
103. Koppel T, Hardell L. Measurements of radiofrequency electromagnetic fields, including 5G, in the city of Columbia, SC, USA. World Acad Sci 2022;4:1–12.
104. Court of Justice of the European Union. Judgement of the court in case C-183/95; 1997. Available from: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:61995CJ0183&from=ES.
105. Court of Justice of the European Communities. Judgement of the court in case C-157/96; 1998. Available from: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:61996CJ0157&from=EL.
106. Court of Justice of the European Communities. Order of the court of first instance (second chamber) case T-136/95 Industria del Frio Auxiliar Conservera v commission of the european communities;

1998. Available from: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/MT/TXT/?uri=CELEX:61995TO0136.
107. Connecting Europe Facility — CEF Digital. Digital program 2021-2017. European Commission; 2021. Available from: https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/cef-digital.
108. Törnevik C. Impact of EMF limits on 5G network roll-out. In: Presented at: ITU workshop on 5G, EMF & health, Ericsson research, Stockholm. Warsaw; 2017. Available from: https://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/20171205/Documents/S3_Christer_Tornevik.pdf.

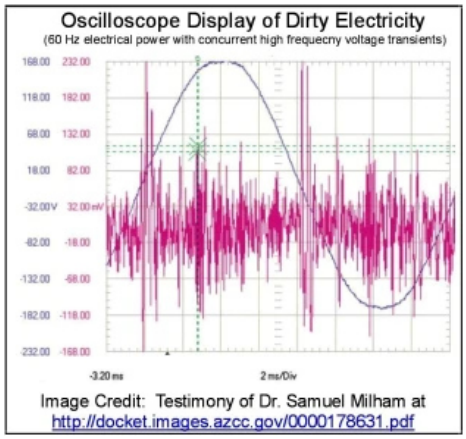
Dr. Samuel Milham: "Smart meters are a public health hazard."

Posted on April 9, 2017 by SkyVision Solutions

by K.T. Weaver, SkyVision Solutions

As part of direct testimony [1] filed in an electric utility rate case in Arizona, Samuel Milham, M.D., M.P.H. stated:

> **"It is my professional opinion that smart meters are a public health hazard."**



Dr. Milham (physician-epidemiologist) is the author of *Dirty Electricity* as well as over 100 peer-reviewed scientific publications. Dr. Milham's assertion is that adverse health effects can be caused by the "electrical pollution (dirty electricity) generated by the smart meter SMPS [switching mode power supply]."

Most people assume that when adverse health complaints are reported due to "smart" meters that the likely cause would be the intentional wireless RF emissions transmitted through air from the smart meter back to the utility. These reported health effects are certainly plausible based upon the evidence already presented at this website [2][3]. However, there are additional possible sources of electromagnetic field (EMF) exposure associated with smart meters, e.g., dirty electricity (DE).

As explained by Dr. Milham [1]:

> "Dirty electricity" or "dirty power" are terms coined by the electric utilities to describe the electrical pollution consisting of high frequency voltage transients and harmonics riding along on the 50 or 60 Hz wave form and contaminating the electricity delivered to users. …
>
> The APS "smart" meters are electronic devices which replaced the old electromechanical analog meters used to measure electric power consumption for billing purposes. The smart meters have circuitry to measure power consumption and a microwave transmitter to send this information to the utility. The health effects of microwave exposures are well known. All transmitters, including the microwave transmitters in smart meters, operate on direct current (DC). The APS smart meters contain a switching mode power supply (SMPS) which changes the utility 60 Hz alternating current to DC. …
>
> Because it is at the front end of a building's wiring, the dirty electricity from the smart meter's SMPS has a gateway into that building's wiring, and also into the earth via the house ground. The house wiring acts as an antenna and the fields capacitively couple to the body through the air within 6 to 8 feet of the house wiring or extension cords plugged into the outlets. …
>
> I believe that our evolutionary balance, developed over the millennia, has been severely disturbed and disrupted by man-made EMFs. I believe that man-made EMFs, especially dirty electricity, are chronic stressors and are responsible for many of the disease patterns of electrified populations. …

It is my professional opinion that smart meters are a public health hazard.

The electric utility rate case referenced earlier in Arizona also contains testimony [4] submitted by a professional engineer to stipulate that "the Smart Meter causes a significant amount of noise on the 60 Hz signal." [4] Some of this electrical noise is due to the SMPS contained in the smart meter, but it is also due to radiofrequency transmissions being conducted along house wiring and re-radiated into the home [5][6].

Therefore, based upon what has been reported, there are at least three potential sources of EMF exposure associated with smart meters: (1) intentional RF emissions transmitted through the air from the smart meter transmitter(s) used to communicate with the utility and/or smart devices in the home; (2) dirty electricity associated with voltage transients and harmonics from the smart meter's switching mode power supply (SMPS); and (3) conduction of RF emissions from the smart meter's transmitters along the power line with re-radiation into the home [7].

The above information brings to mind the peer-reviewed article authored by Dr. Federica Lamech that was previously highlighted at this website, pertaining to "Self-reporting of symptom development from exposure to radiofrequency fields of wireless smart meters in victoria, australia: a case series." [8] In that article, it was concluded that "the vast majority of Victorian cases did not state that they had been sufferers of electromagnetic hypersensitivity syndrome (EHS) prior to exposure to the wireless meters, *which points to the possibility that smart meters may have unique characteristics that lower people's threshold for symptom development*." [emphasis added]

In the interest of ultimately determining why so many people report health problems associated with smart meters, I hypothesize that some of the reported effects could be related to the *multitude* of potential EMF-related threats posed by these devices as compared with most other common wireless devices.

It should be acknowledged, however, that the subject of "dirty electricity," for example, remains controversial within the scientific community. A 2016 systematic review pertaining to "high-frequency voltage transients" concluded the following [9]:

> "With respect to health effects, it can be summarized that aside from the scientific evidence describing associations between RF radiation and health outcomes, the available evidence on human health effects of DE is based primarily on weak and flawed epidemiological evidence. More specifically, inference is mainly based on case studies, which only have a role to play in hypothesis generation and are extremely susceptible to placebo and nocebo effects, supplemented with ecological studies describing unlikely causal inferences."
>
> "Therefore, it can be concluded that despite the fact that the concept of DE is described in a number of books and references easily found on the internet, the inferences made regarding its association with increased risks on health and wellbeing are not based on scientific data of acceptable standard for such claims. This does of course not automatically imply that the concept itself is meaningless, but additional confirmatory studies will need to be conducted (and funded) to investigate whether DE could be a causal agent."

So as is the case with many of today's significant health issues that potentially affect us all, and certainly from an industry perspective, "additional confirmatory studies will need to be conducted (and funded) to investigate" potential causal agents for reported health problems … as the suspect technologies continue to be deployed at a rapid pace. From the perspective of Dr. Samuel Milham, there is little doubt on the degree of harm being caused or what is causing it.

References

[1] Pre-Filed Testimony by Samuel Milham, M.D., M.P.H on behalf of Warren Woodward, April 3, 2017; available at http://docket.images.azcc.gov/0000178631.pdf

[2] "Radiofrequency (RF) Radiation Power Density Levels for Smart Meters, Various Biological Effects, and Exposure Guidelines," SkyVision Solutions, at https://smartgridawareness.org/rf-health-effects/rpd-comparison-values/

[3] "Health Risks Associated with Smart Meter Wireless Emissions," SkyVision Solutions Blog Article, October 2016, at https://smartgridawareness.org/2016/10/02/health-risks-associated-with-smart-meter-wireless-emissions/

[4] Pre-Filed Testimony by Erik S. Anderson, P.E., C.F.E.I. on behalf of Warren Woodward, April 3, 2017; available at http://docket.images.azcc.gov/0000178630.pdf

[5] "Study of the Effects of Smart Meter RF Transmissions on GFCI Outlets," by Simon T. Donahue, et.al., published in the *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility* (volume: 56, issue: 6, Dec. 2014); available at http://ieeexplore.ieee.org/document/6899604/

[6] Based upon a "Report on Examination of Selected Sources of EMF at Selected Residences in Hastings-on-Hudson" by Isotrope Wireless, dated November 23, 2013: "There was a substantial conducted 915 MHz component on the power line." Report available at https://skyvisionsolutions.files.wordpress.com/2014/04/report-on-examination-of-selected-sources-of-emf-at-selected-residences.pdf.

[7] Most smart meters deployed in North America and Australia are considered *wireless* devices as they communicate wirelessly with the utility company. Other smart meters are sometimes deployed, particularly in Europe, that use the power lines themselves to communicate information back and forth between the customer and the utility, the so-called power-line communication (or carrier) (PLC) smart meters. These types of meters create an additional source of "dirty electricity."

[8] "Published Article: Symptom Development from Exposure to Wireless Smart Meters," SkyVision Solutions Blog Article, December 2014, at https://smartgridawareness.org/2014/12/07/symptom-development-from-smart-meter-rf-exposure/

[9] "Systematic Review of the Exposure Assessment and Epidemiology of High-Frequency Voltage Transients," by Frank de Vocht and Robert G. Olsen, *Front. Public Health*, 29 March 2016; available at https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00052. Note on Funding: The work for this paper was supported by a grant from the Electrical Power Research Institute (EPRI).

Copyright Notice © SkyVision Solutions and Smart Grid Awareness, 2013 – 2017. Unauthorized use and/or duplication of original material from this site without express and written permission from this site's author and/or owner is strictly prohibited. Excerpts and links may be used, provided that full and clear credit is given to SkyVision Solutions and Smart Grid Awareness with appropriate and specific direction to the original content.



About SkyVision Solutions
Raising public awareness and finding solutions for smart grid issues related to invasions of privacy, data security, cyber threats, health and societal impacts, as well as hazards related to radiofrequency (RF) radiation emissions from all wireless devices, including smart meters.
View all posts by SkyVision Solutions →

This entry was posted in Smart Grid, Smart Meters, and RF Emissions and tagged Dirty Electricity, Health Effects, RF Emissions, Smart Meters, SMPS. Bookmark the permalink.

1 Response to *Dr. Samuel Milham: "Smart meters are a public health hazard."*

Pingback: *Earth Day & How the Environmental Movement Went Off the Rails - Safe Tech International*

This site uses Akismet to reduce spam. Learn how your comment data is processed.

ORIGINAL

0000178631

Dr. Sam Milham, MD, MPH
2318 Gravelly Beach Loop NW
Olympia, WA 98502
360-866-0256
sam.milham@gmail.com

RECEIVED
AZ CORP COMMISSION
DOCKET CONTROL
2017 APR -3 P 2:19

BEFORE THE ARIZONA CORPORATION COMMISSION

COMMISSIONERS
TOM FORESE, CHAIRMAN
BOB BURNS
BOYD DUNN
DOUG LITTLE
ANDY TOBIN

Arizona Corporation Commission
DOCKETED
APR 3 2017
DOCKETED BY
GB

IN THE MATTER OF THE APPLICATION OF ARIZONA PUBLIC SERVICE COMPANY FOR A HEARING TO DETERMINE THE FAIR VALUE OF THE UTILITY PROPERTY OF THE COMPANY FOR RATEMAKING PURPOSES, TO FIX A JUST AND REASONABLE RATE OF RETURN THEREON, TO APPROVE RATE SCHEDULES DESIGNED TO DEVELOP SUCH RETURN.	DOCKET # E-01345A-16-0036 **DIRECT TESTIMONY OF DR. SAM MILHAM, MD, MPH ON BEHALF OF WARREN WOODWARD AND IN OPPOSITION TO THE SETTLEMENT AGREEMENT**
IN THE MATTER OF FUEL AND PURCHASED POWER PROCUREMENT AUDITS FOR ARIZONA PUBLIC SERVICE COMPANY	DOCKET # E-01345A-16-0123

Sam Milham, Witness in the above proceeding on behalf of Intervenor Warren Woodward, hereby submits his Direct Testimony.

TABLE OF CONTENTS

	PAGE
I. INTRODUCTION	3
II. SUMMARY OF DIRECT TESTIMONY	3
III. DIRECT TESTIMONY	4
IV CONCLUSION	17
V REFERENCES	18
EXHIBIT A	21
EXHIBIT B	30
EXHIBIT C	47

I INTRODUCTION

Q. Please state your name, address, and occupation.

A. Samuel Milham MD, MPH, 2318 Gravelly Beach Loop NW, Olympia WA 98502. I am a semi-retired physician-epidemiologist.

Q. What is your professional and educational background?

A. I have a bachelor of science degree from Union College in Schenectady NY, an MD degree from Albany Medical College in Albany NY, and a masters of public health degree from Johns Hopkins University in Baltimore MD. I have worked for health departments and universities. I have over 100 peer reviewed scientific publications, many of which deal with the health effects of electromagnetic fields. I have written a book called *Dirty Electricity.* I have a website: www.sammilham.com with copies of recent publications and a curriculum vitae which lists all my publications. I have been consulted by dozens of people concerned about the health effects of their smart meters.

Q. What is the purpose of your direct testimony in these proceedings?

A. I discuss the effects of Arizona Public Service smart meters on the health of people residing and working in areas where these devices have been deployed.

Q. Have you testified previously before the Commission?

A. No.

II. SUMMARY OF DIRECT TESTIMONY

Q. Please summarize your direct testimony.

A. The APS "smart" meters are electronic devices which replaced the old electro-mechanical analog meters used to measure electric power consumption for billing purposes. The smart meters have circuitry to measure power consumption, and a microwave transmitter to send this information to the utility. The health effects of microwave exposures are well known. All transmitters, including the microwave transmitters in smart meters, operate on direct current (DC). The APS smart meters contain a switching mode power supply (SMPS) which changes the utility 60 Hz alternating current to DC. I will limit my testimony to the health effects of the electrical pollution (dirty electricity) generated by the smart meter SMPS. The dirty electricity problem is compounded by the utility using the earth as a primary neutral return to the substation.

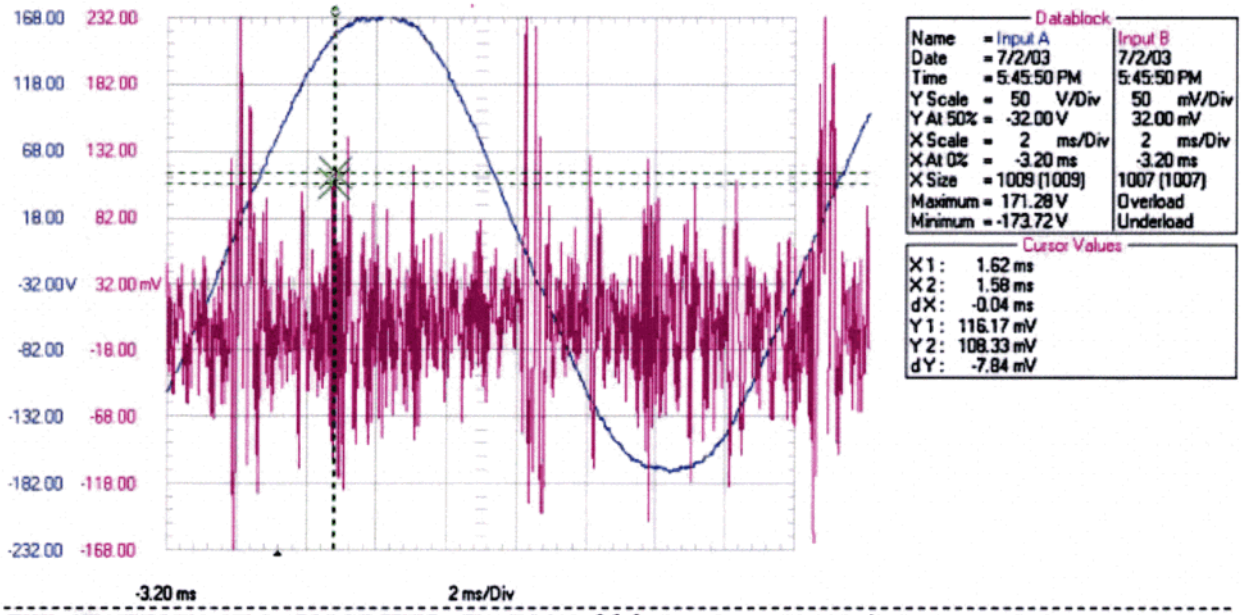
III DIRECT TESTIMONY

Q. Please describe dirty electricity.

A. "Dirty electricity" or "dirty power" are terms coined by the electric utilities to describe the electrical pollution consisting of high frequency voltage transients and harmonics riding along on the 50 or 60 Hz wave form and contaminating the electricity delivered to users. Dirty electricity is generated by arcing and sparking, especially brush arcing in generators and electrical motors and any device which interrupts current flow, especially switching mode power supplies. These include computers, battery chargers, cell towers, compact fluorescent lights, variable frequency drives, grid tied solar and

wind power, and transmitters including smart meters. Dirty electricity is measured with a Graham/Stetzer meter (G/S meter) also known as a Microsurge II meter (MS II meter), which is plugged into electric outlets (Graham, 2005). This meter displays the average rate of change (dV/dT) of these high frequency voltage transients that exist everywhere on electric power wiring and gives a numerical output in Graham/Stetzer or G/S units. It is possible to short out the dirty electricity in wiring by plugging capacitive filters into electrical outlets.

Here's what dirty electricity looks like on an oscilloscope. The pink tracing is dirty electricity, and shouldn't be there.



THE WAVEFORM WAS COLLECTED IN ROOM 114 AT THE ELGIN/MILLVILLE MN HIGH SCHOOL. CHANNEL 1 WAS CONNECTED TO THE 120 VAC UTILITY SUPPLIED POWER RECEPTACLE. CHANNEL 2 WAS CONNECTED TO THE SAME POTENTIAL, EXCEPT THROUGH THE GRAHAM UBIQUITOUS FILTER. (REMOVES THE 60 HERTZ) THE AREA BETWEEN THE CURSORS REPRESENTS A FREQUENCY OF 25 KILO HERTZ. A TEACHER WHO PREVIOUSLY OCCUPIED THE ROOM DIED OF BRAIN TUMORS AND THE TEACHER IN THE ADJOINING ROOM DIED OF LUEKEMIA.

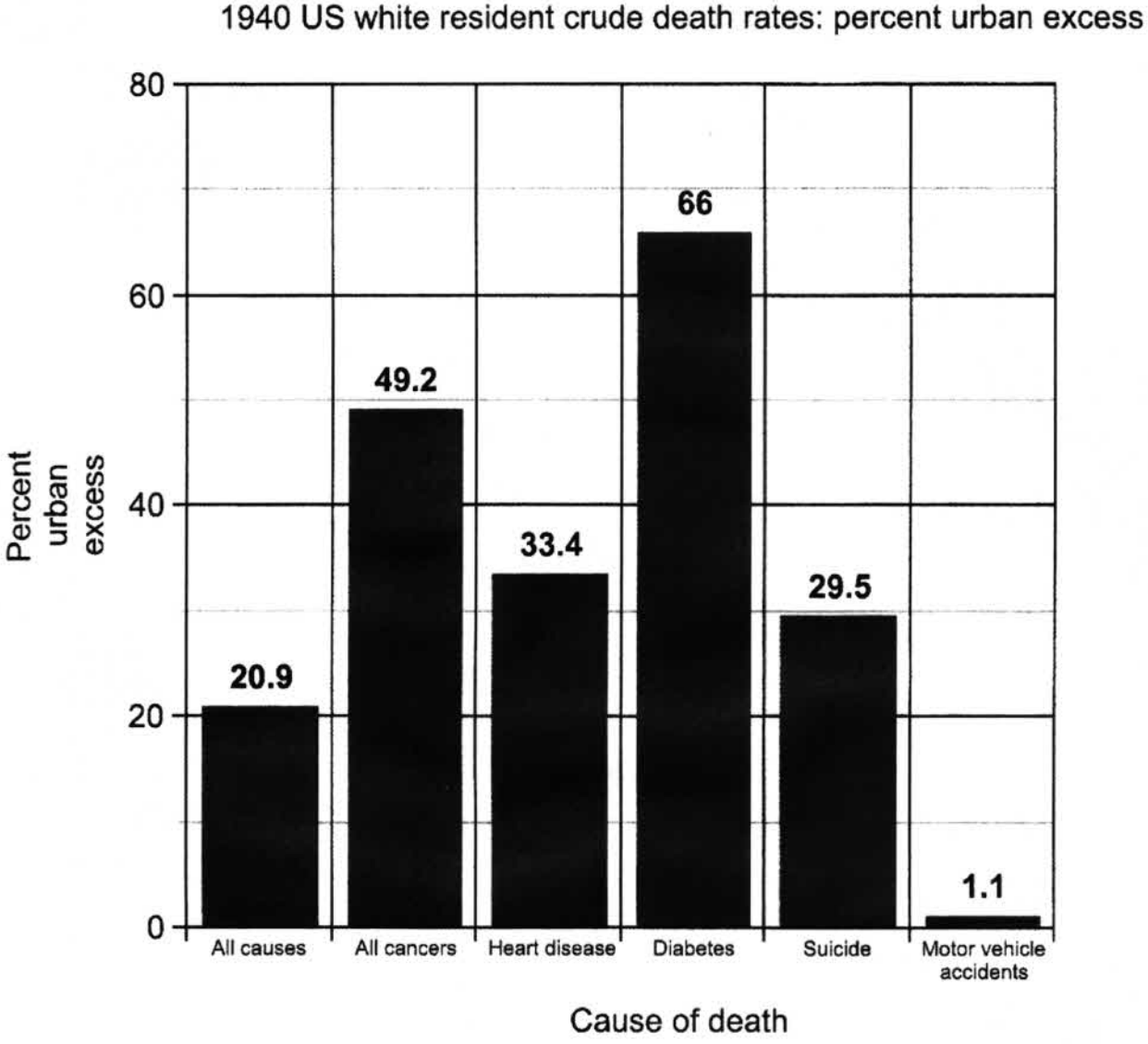
Q. What is the evidence that dirty electricity causes health problems?

A. Edison's nine "Jumbo" generators had serious brush arcing problems and commutator wear. This means that from the very beginning of electrification in the U.S. in 1892 and the rest of the world, dirty electricity was being sent out into the grid. In an attempt to control the arcing, he added metallic mercury to the commutators, but this caused illness in his workers. Brushed generators and motors have the same problem today.

The health and mortality effects of electrification and dirty electricity happened so gradually, and on such a wide scale, that they went virtually unnoticed, and the major illnesses that can be attributed to them came to be considered "normal" diseases of modern civilization. By 1900, most cities in the world were electrified, but it took over 50 years for US farms and rural areas to get electricity.

By 1940, more than 90 percent of all the residences in the northeastern United States and California were electrified. By 1940, almost all urban residences in the United States were electrified and urban residents were, therefore, exposed to electromagnetic fields and dirty electricity in their residences and at work, while rural residents were exposed to varying levels of EMFs and dirty electricity, depending on the progress of rural electrification in their states. In 1940, only 28 percent of residences in Mississippi were electrified, while five Southern states had less than 50 percent of residences electrified. Eleven states, mostly in the Northeast, had residential electrification rates above 90 percent. In the highly electrified Northeastern states and in

California, urban and rural residents could have similar levels of EMF exposure, while in states with low levels of residential electrification, there were potentially great differences in EMF exposure between urban and rural residents. It wasn't until 1956 that these differences finally disappeared. What was already known by then, but not appreciated, was that urban death rates were much higher than rural rates for cardiovascular diseases, malignant neoplasms, diabetes and suicide in the 1930 and 1940 United States mortality data. In 1930, urban cancer death rates were 58.8 percent higher than rural cancer death rates.



Rural death rates were significantly correlated with the level of residential electric service by state for most of the causes examined. It is difficult to believe that mortality differences of this magnitude could go unexplained for more than seventy years after first being reported, and forty years after they had actually been noticed and commented upon. I suspect that in the early part of the twentieth century, nobody was looking for answers or knew how to properly frame the appropriate broad epidemiologic questions.

By the time electromagnetic field (EMF) epidemiology began in earnest in 1979, the entire population was exposed to EMFs. There was then simply no way to find an unexposed control group; therefore, all studies were potentially biased. Cohort studies, which follow groups of people forward in time, were by then using EMF-exposed population statistics to compute expected values, and case-control studies were comparing more exposed cases to less exposed controls. By way of analogy, the mortality from lung cancer in two-pack-a-day smokers is more than twenty times that of non-smokers, but only three times that of one-pack-a-day smokers. Extending that analogy to EMFs, after 1956, the EMF equivalent of a non-smoker ceased to exist in the United States, with the exception of the small Amish population.

The Old Order Amish (OOA) in North America live without electricity. They have less than half the cancer incidence of the US population (Westman, 2010), and about half the type 2 diabetes prevalence as other US citizens despite having the same body mass index (Hsueh et al, 2000). Cardiovascular disease (Hamman, 1981), Alzheimer's disease (Holder, 1998) and suicide (Kraybill, 1986) are reported to be less common in the OOA. A pediatric group practice in Jasper Indiana which cares for 800 Amish families has not diagnosed a single child with ADHD, and childhood obesity is almost unseen in this population (Ruff, 2005). Remarkably, the life expectancy of the OOA has been about 72 years for the past 300 years for both men and women. In 1900, the life expectancy of U.S. white males was 46.3 years and 48.3 years for white females.

In 2008 I coauthored a study of a cancer cluster in school teachers at a La Quinta, California middle school (see Milham and Morgan, 2008 at my website) which indicated that high frequency voltage transients (also known as dirty electricity), were a potent universal carcinogen with cancer risks over 10.0 and significant dose–response for a number of cancers. They have frequencies between 2 and 100 kHz. These findings are supported by a large cancer incidence study in 200,000 California school employees which showed that the same cancers and others were in excess in California teachers statewide (Reynolds et al, 1999). Power frequency magnetic fields (60 Hz) measured at the school were low and not related to cancer incidence, while classroom levels of high frequency voltage transients (dirty electricity) measured at the electrical outlets in the classrooms accurately predicted a teacher's cancer risk. These fields are potentially present in all wires carrying electricity and are an important component of ground currents returning to substations. This helped explain the fact that professional and office workers, like the school teachers, have high cancer incidence rates. It also explained why indoor workers had higher malignant melanoma rates, why melanoma occurred on parts of the body which never are exposed to sunlight, and why melanoma rates are increasing while the amount of sunshine reaching earth is stable or decreasing due to air pollution. A number of very different types of cancer had elevated risk in the La Quinta school study, in the California school employees study, and in other teacher studies. The only other carcinogenic agent which acts like this is ionizing radiation.

The 2008 study at the La Quinta, California middle school was followed by a study at Vista del Monte elementary school in North Palm Springs, California. This school, like many others had a cell phone tower on campus within 40 feet of a classroom wing. The teachers at this school reported a cancer cluster in the office and teaching staff, and hyperactivity in students in certain classrooms. The entire school had very high dirty electricity readings from the inverter or SPMS in the cell tower. Their dirty electricity levels were higher than those at the La Quinta school. The Vista del Monte G/S readings averaged 1,300 compared to 750 at La Quinta. Fifty G/S units make some people ill. The cancers (twelve cancers, including six female breast cancers among seventy-five personnel employed at the school since 1990) were over-represented in the wing of the school closest to the cell tower, and the G/S readings were highest in the classrooms closest to the cell tower base. At the same stage of the investigation, La Quinta school had eleven cancers in 137 teachers. A fourth grade teacher complained that her students were hyperactive and un-teachable. The outlets in her room measured over 5,000 Graham/Stetzer units. On a Friday afternoon after school, I reduced the measured dirty electricity in the wiring from over 5,000 to less than 50 Graham/Stetzer units with five plug-in filters from Stetzer Electric. With no change in either cell tower radiation or the lighting, the teacher reported an immediate dramatic improvement in student behavior in the following week. They were calmer, paid more attention and were teachable all week except for Wednesday when they spent part of the day in the library.

Later, the teacher told me that she could change the behavior of the children by removing and reinserting the filters. The change took between 30 and 45 minutes. This young teacher also became the thirteenth cancer case in this small teachers' cohort. Filtering the wiring of schools, homes and offices to short out dirty electricity can make dramatic differences in health.

Cell tower transmitters like all transmitters, operate on direct current. They also use the DC to charge their back-up batteries. The utility 60 Hz AC is changed to DC by a switching power supply which generates dirty electricity which contaminates the grid. People who are concerned about health issues regarding cell towers focus on the RF emissions, but dirty electricity is another unrecognized important exposure. A Brazilian study (Dode et al, 2011) showed higher cancer rates within 500 meters of the cell tower base and a dose-response with distance from the tower. Since the transmitted RF intensity decays as the square of the distance from the tower, the dirty electricity is the more likely cause of cancer out to 500 meters.

In 2011 the Lancet published a paper (Danaei et al, 2011), listing fasting plasma glucose (FPG) and diabetes prevalence in 199 countries and territories around the world. Islands are over-represented in places with high blood glucose and diabetes prevalence (Milham, 2013 b). Seven of ten of the places with highest FPG in males are small islands, many in Oceania, while only one of the ten places with the lowest FPG are. In 2011, the same group, Global Burden of Metabolic Risk Factors in Chronic Diseases

Collaborating Group, also published a similar analysis of body mass index (obesity) (Finucane MM et al, 2011), with nearly identical results. I believe that the world wide epidemics of diabetes and obesity are both due to exposure to dirty electricity on electric utility wiring coming from generator brush arcing, bad wiring connections and from cell tower switching power supplies. Islands without fuel supplies are likely to import diesel oil to fuel generator sets which generate dirty electricity which rides along on the 50 and 60 Hz transmission frequencies. If the islands of Oceania are cleaned up electrically, it may take a generation to see the effects.

De-Kun Li (Li DK 2011, 2012) has published two important prospective studies showing that magnetic field exposure during pregnancy increases the risk of asthma and obesity in offspring. Asthma and obesity are rare in Amish children. I believe that magnetic fields are a surrogate for dirty electricity in these studies. I think I also know the etiology of the excess suicides, post traumatic stress disorders, and a number of other Gulf War illnesses. About 85 percent of the fuel oil imported into Afghanistan and Iraq is used for air conditioning at a cost of $ 20.2 billion per year (2011 report). The portable diesel-fueled generator sets which power the air conditioners generate dirty electricity. The wiring also can't be very good, because of the reports of increased accidental electrocution in military personnel in Iraq and Afghanistan. Interestingly, Navy and Air Force personnel don't share the recent suicide increase seen in the Army and Marine Corps.

The highest asthma prevalence rate reported is in the population of Tristan da Cunha, a small Atlantic island with six diesel generator sets for electrical power.

For over eighty years, economists have noted a paradoxical improvement in health indices (declining mortality rates and increasing life expectancy) during economic recessions. Mortality rates increase and life expectancy decreases during economic expansions. The title of a paper (Tapia Granados and Ionides, 2008) "The reversal of the relation between economic growth and health progress: Sweden in the 19th 20th centuries" says it all. The expected decline of health indicators with economic recessions and improvement with economic growth in the 19th century Sweden was reversed in the 20th century, giving the counter-intuitive pattern of higher mortality and lower life expectancy in economic expansions and improvement of these indices in recessions. The change or "tipping point" occurred at the end of the 19th century or early in the 20th century when electrification was introduced into Sweden. All 5 of the reversals of annual industrial electric energy use in the U.S. between 1912 and 1970 were accompanied by recessions with lowered GDP, increased unemployment, decreased mortality and increased life expectancy. The mortality improvement between1931 and 1932 by state in the U.S. strongly favored urban (electrified) areas over rural areas. Rural unemployment is positively correlated with residential electrification percentage by state in 1930. The health effects of economic change are mediated by electrical exposure (Milham, 2013 a). In recessions, the electric motors which turn the wheels of industry are stilled. The

improvement of health indices in Nazi occupied Europe in WW II and in Cuba during their recent economic collapse were not due to caloric restriction, but to lowered EMF and dirty electricity exposure.

Q. How does the dirty electricity from smart meters expose people?

A. Because it is at the front end of a building's wiring, the dirty electricity from the smart meter's SMPS has a gateway into that building's wiring, and also into the earth via the house ground. The house wiring acts as an antenna and the fields capacitively couple to the body through the air within 6 to 8 feet of the house wiring or extension cords plugged into the outlets. The ground (green screw) in the breaker box is connected to the utility neutral wire for return to the substation. The grounded Wye grid with numerous connections between the neutral and the earth and inadequate neutral wire current carrying capacity, means that most of the return currents travel in the earth for substation return. This violates the National Electric Safety Code rules 92 D and 215 B, and most state public utility rules. The dirty electricity in the earth makes cows ill and gets into homes thorough conductive water, gas and sewer pipes, utility electric service, and through the foundation rebar in homes built on a concrete slab.

Smart metered neighborhoods have higher dirty electricity levels in the earth. It is possible to get smart meter wave forms in homes without a smart meter and with the electrical service shut off.

Q. How do you think dirty electricity causes health problems?

A. We are electrochemical soup at the cellular and organ level. Think of ECG (electrocardiogram), EEG (electroencephalogram), and EMG (electromyogram). We evolved in a complex EMF environment with an interplay of natural terrestrial and extra-terrestrial EMF sources from solar activity, cosmic rays, and geomagnetic activity. I believe that our evolutionary balance, developed over the millennia, has been severely disturbed and disrupted by man-made EMFs. I believe that man-made EMFs, especially dirty electricity, are chronic stressors and are responsible for many of the disease patterns of electrified populations. The dramatic differences in mortality in 1940 U.S. data between electrified urban areas and non-electrified rural areas is reported in detail in a 2010 paper (Milham, 2010).

The inescapable conclusion of these findings is that the twentieth century epidemic of the so-called diseases of civilization, including cardiovascular disease, cancer, diabetes and also suicide, was caused by electrification, especially dirty electricity, and the unique biological responses we have to it. A large proportion of these diseases may therefore be preventable.

Q. Can you provide studies that show nerve disruption caused by the same kilohertz frequencies that are generated by APS's smart meters?

A. Yes. In Exhibit A I have provided a good sampling of abstracts that address those particular frequencies. I have highlighted some of the salient language.

Q. Is there any government funded science or professional institutes that

acknowledge biological affects from current absorbed by human body?

A. Yes. In Exhibit B I have provided one such example, a study by the Electric Power Research Institute, and it quotes from the National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) as saying that at a certain level of contact current (which happens to be similar to the exposure a person would have when sleeping next to a wall with a smart meter on the other side) there are "biological effects relevant to cancer."

> In addition to these relative aspects of dose, the absolute (as well as modest) level of contact current modeled (18 μA) produces average electric fields in tissue along its path that exceed 1 mV/m. At and above this level, the NIEHS Working Group [1998] accepts that biological effects relevant to cancer have been reported in ``numerous well-programmed studies". The effects the Working Group cites are ``increased cell proliferation, disruption of signal transduction pathways, and inhibition of differentiation". The NIEHS endorses this conclusion in its final EMF RAPID report [1999].

Q. Does the human body absorb frequencies at the same rate?

A. No, frequencies over 1.7 kHz are absorbed much easier than the 60 Hertz supplied by the utility. At 60 Hertz, the total body impedance is over 3,000 ohms. At 1.7 kHz, the impedance of the skin drops to 500 ohms and continues to drop as frequency increases. At 100 kHz, the impedance is approximately 435 ohms. In layman's terms this means that at high frequencies (over 1.7 kHz) this energy goes internal to the human body. For more information, see the excerpt of the reference book, *Electrical Stimulation and Electropathology,* by J. Patrick Reilly at Exhibit C.

IV CONCLUSION

Q. **DO YOU HAVE ANY CONCLUDING REMARKS?**

A. Yes. It is my professional opinion that smart meters are a public health hazard.

V REFERENCES

Dirty Electricity by Milham, S. IUniverse 2010, 2012. Available from Amazon, Barnes and Noble.

www.sammilham.com. Recent papers.

Armstrong B, Theriault G, Guenel P, Deadman J, Goldberg M, Heroux P. Association between exposure to pulsed electromagnetic fields and cancer in electric utility workers in Quebec, Canada, and France. Am J Epidemiol (1994). **140** (9) 805–820.

Buchner K, Eger H Changes of clinically important neurotransmitters under the influence of modulated RF fields – a long-term study under real-life conditions. Umwelt-Medizin-Gesellschaft. *(2011)*. **24** 1: 44–57(Original in German)

Danaei, G., Finucane, M. M., Lu, Y., et al. National, regional, and global trends in fasting plasma glucose and diabetes prevalence since 1980: Systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 370 countries and 2.7 million participants. Lancet. (2011). **378**: 31–40.

Dode AC et al. Mortality by neoplasia and cellular telephone base stations in the Belo

Dode AC et al. Mortality by neoplasia and cellular telephone base stations in the Belo Horizonte municipality, Minas Gerais state, Brazil. Sci Total Environment: (2011).05.051.

Finucane, M. M., Stevens, G. A., Cowan, M. J., et al.. National, regional, and global trends in body-mass-index since 1980: Systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years countries and 9.1 million participants. Lancet (2011) **377**:557–567.

Graham MH.. Circuit for Measurement of Electrical Pollution on Power Line. United States Patent 6,914,435 B2 (2005).

Hamman RF, Barancik JL, Lillienfeld AM. Patterns of mortality in the Old Order

Amish. Background and major causes of death. Am J Epidemiol. (1981) **114** 6: 845–861.

Havas M, Stetzer D. (2004). Dirty electricity and electrical hypersensitivity: Five case studies. World Health Organization Workshop on Electrical Hypersensitivity. 25–26 October, Prague, Czech Republic, available online at: http://www.stetzerelectric.com/filters/research/ havas_stetzer_who04.pdf

Havas M, Collings D, Wind Turbines Make Waves: Why Some Residents Near Wind Turbines Become Ill. Bulletin of Science, Technology & Society (2011) XX(X) 1–13.

Holder J, Warren AC. Prevalence of Alzheimer's disease and apolipoprotein E allele frequencies in the Old Order Amish. J Neuropsychiatry Clin Neurosci. (1998). **10** 1: 100–102.

Hsueh, W. C., Mitchell, B. D., Aburomia, R.. Diabetes in the old order Amish: Characterization and heritability analysis of the Amish family diabetes Study. Diabetes Care. (2000) **23:**595–601.

Kraybill DB, Hostetler JA, Shaw DG. Suicide patterns in a religious subculture: the Old Order Amish. J Moral Soc Stud. (1986) 1:249–262.

Li, D. K., Chen, H., Odouli, R. Maternal exposure to magnetic fields during pregnancy in relation to the risk of asthma in offspring. Arch. Pediatr. Adolesc. Med. (2011) **165**:945–950.

Li, D. K., Ferber, J., Odouli, R. et al. Prospective study of In-utero exposure to magnetic fields and the risk of childhood obesity. Sci. Rep. (2012). doi:10.1038/srep00540.

Milham S, Ossiander EM. Historical evidence that residential electrification caused the emergence of the childhood leukemia peak. Med Hypotheses (2001); **56** (3):290–5.

Milham S, Morgan LL. A new electromagnetic field exposure metric: high frequency voltage transients associated with increased cancer incidence in teachers in a California school.

Am J Ind Med; (2008) **51**(8):579–86.

Milham, S.: Historical evidence that electrification caused the 20th century epidemic of diseases of civilization." *Medical Hypotheses* (2010) **74**, no. 2 337–345.

Milham S,. Hypothesis: the reversal of the relation between economic growth and health progress in Sweden in the nineteenth and twentieth centuries was caused by electrification. Electromagn Biol Med, (2013 a) Early Online: 1–4.

Milham S, Evidence that dirty electricity is causing the worldwide epidemics of obesity and diabetes. Electromagn Biol Med, (2013 b) Early Online: 1–4.

Milham S, Stetzer D. Dirty electricity, chronic stress, neurotransmitters and disease Electromagn Biol Med. (2013) Jan 16. [Epub ahead of print]

Reynolds P, Elkin EP, Layefsky ME, Lee JM. Cancer in California school employees.Am J Ind Med (1999); 36:271.

Ruff, M.E. (2006). Available from: http://www.additudemag.com/adhd/article/1546.html.

Tapia Granados, J. A., Ionides, E. L., The reversal of the relation between economic growth and health progress: Sweden in the nineteenth and twentieth centuries. J. Health Econ. (2008). **27**: 544–563.

Wertheimer N, Leeper E.. Electrical wiring configurations and childhood cancer. Am J Epidemiol (1979) **109**(3):273–284.

Westman, J. A., Ferketich, K. A., Kauffman, R. M., et al. Low cancer incidence rates in Ohio Amish. Cancer Causes Control. (2010). **21**: 69–75

Respectfully submitted on this 3rd day of April, 2017

Samuel Milham M.D., M.P.H.

Samuel Milham MD, MPH
2318 Gravelly Beach Loop NW
Olympia WA, 98502

Proof of Service

Original and 13 copies of the foregoing hand delivered on this 3rd day of April, 2017 to:

Arizona Corporation Commission
Docket Control Center
1200 W. Washington
Phoenix, AZ 85007

Copies of the foregoing mailed/e-mailed this 3rd day of April, 2017 to:

The Docket Service List

By,

Warren Woodward
200 Sierra Rd.
Sedona, AZ 86336

EXHIBIT A

PubMed

Format: Abstract

Med Biol Eng Comput. 2004 May;42(3):394-406.

Nerve conduction block utilising high-frequency alternating current.

Kilgore KL[1], Bhadra N.

Author information

Abstract

High-frequency alternating current (AC) waveforms have been shown to produce a quickly reversible nerve block in animal models, but the parameters and mechanism of this block are not well understood. A frog sciatic nerve/gastrocnemius muscle preparation was used to examine the parameters for nerve conduction block in vivo, and a computer simulation of the nerve membrane was used to identify the mechanism for block. The results indicated that a 100% block of motor activity can be accomplished with a variety of waveform parameters, including sinusoidal and rectangular waveforms at frequencies from 2 kHz to 20 kHz. A complete and reversible block was achieved in 34 out of 34 nerve preparations tested. The most efficient waveform for conduction block was a 3-5 kHz constant-current biphasic sinusoid, where block could be achieved with stimulus levels as low as 0.01 microCphase(-1). It was demonstrated that the block was not produced indirectly through fatigue. Computer simulation of high-frequency AC demonstrated a steady-state depolarisation of the nerve membrane, and it is hypothesised that the conduction block was due to this tonic depolarisation. The precise relationship between the steady-state depolarisation and the conduction block requires further analysis. The results of this study demonstrated that high-frequency AC can be used to produce a fast-acting, and quickly reversible nerve conduction block that may have multiple applications in the treatment of unwanted neural activity.

PMID: 15191086

[Indexed for MEDLINE]

Publication type, MeSH terms, Grant support

77 / 770

American Physiological Society | Journal of Neurophysiology

PUBLISHED ARTICLE
ARCHIVES
SUBSCRIPTIONS
SUBMISSIONS
CONTACT US

J Neurophysiol. 2015 Mar 1; 113(5): 1670–1680.
Published online 2014 Dec 4. doi: 10.1152/jn.00347.2014

PMCID: PMC4346720

Blocking central pathways in the primate motor system using high-frequency sinusoidal current

Karen M. Fisher,[1] Ngalla E. Jillani,[2] George O. Oluoch,[2] and Stuart N. Baker[✉1]

[1]Institute of Neuroscience, Medical School, University of Newcastle upon Tyne, Newcastle upon Tyne, United Kingdom; and
[2]Institute of Primate Research, National Museums of Kenya, Karen, Nairobi, Kenya
✉Corresponding author.

Address for reprint requests and other correspondence: S. N. Baker, Institute of Neuroscience, Henry Wellcome Bldg., Medical School, Univ. of Newcastle upon Tyne, Framlington Place, Newcastle upon Tyne NE2 4HH, UK (e-mail: stuart.baker@ncl.ac.uk).

Received 2014 May 8; Accepted 2014 Dec 3.

Copyright © 2015 the American Physiological Society

Licensed under Creative Commons Attribution CC-BY 3.0: © the American Physiological Society.

This article has been cited by other articles in PMC.

Abstract

Go to:

Electrical stimulation with high-frequency (2–10 kHz) sinusoidal currents has previously been shown to produce a transient and complete nerve block in the peripheral nervous system. Modeling and in vitro studies suggest that this is due to a prolonged local depolarization across a broad section of membrane underlying the blocking electrode. Previous work has used cuff electrodes wrapped around the peripheral nerve to deliver the blocking stimulus. We extended this technique to central motor pathways, using a single metal microelectrode to deliver focal sinusoidal currents to the corticospinal tract at the cervical spinal cord in anesthetized adult baboons. The extent of conduction block was assessed by stimulating a second electrode caudal to the blocking site and recording the antidromic field potential over contralateral primary motor cortex. The maximal block achieved was 99.6%, similar to findings of previous work in peripheral fibers, and the optimal frequency for blocking was 2 kHz. Block had a rapid onset, being complete as soon as the transient activation associated with the start of the sinusoidal current was over. High-frequency block was also successfully applied to the pyramidal tract at the medulla, ascending sensory pathways in the dorsal columns, and the descending systems of the medial longitudinal fasciculus. High-frequency sinusoidal stimulation produces transient, reversible lesions in specific target locations and therefore could be a useful alternative to permanent tissue transection in some experimental paradigms. It also could help to control or prevent some of the hyperactivity associated with chronic neurological disorders.

Keywords: corticospinal, high-frequency block

MANY EXPERIMENTAL AND CLINICAL applications require the control of neural activity. Electrical stimulation is capable of increasing the overall level of activity as well as eliciting action potentials in the stimulated elements at times precisely defined in the submillisecond range. However, in some cases it also can be important to reduce or abolish activity in a chosen pathway. Clinically, this could ameliorate symptoms caused by pathological over activity (e.g., spasticity); experimentally, it allows measurement of responses in which contributions from the blocked pathway have been excluded.

78 / 770

Format: Abstract

Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2004;7:4729-32.

High-frequency nerve conduction block.

Bhadra N[1], Kilgore KL.

Author information

1 Department of Biomedical Engineering, Case Western Reserve University, Cleveland, OH, USA.

Abstract

High frequency alternating current waveforms have been shown to produce a rapidly reversible nerve block in animal models, but the parameters and mechanism of this block are not well understood. A frog sciatic nerve/gastrocnemius muscle preparation was used to examine the parameters for nerve conduction block in vivo. A complete and reversible nerve block was achieved in all preparations. The results indicate that a 100% block of motor activity can be accomplished with a variety of waveform parameters, including sinusoidal and rectangular waveforms at frequencies from 2 kHz to 20 kHz. The most efficient waveform for conduction block was a 3-5 kHz constant-current biphasic sinusoid. It was demonstrated that the block is not produced indirectly through fatigue.

PMID: 17271365 DOI: 10.1109/IEMBS.2004.1404309

LinkOut - more resources

PubMed Commons

PubMed Commons home

0 comments

How to join PubMed Commons

PubMed

Format: Abstract

Full text links

IEEE FULL TEXT PDF

Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2006;1:4971-4.

High frequency mammalian nerve conduction block: simulations and experiments.

Kilgore KL[1], Bhadra N.

Author information

Abstract

High frequency alternating current (HFAC) sinusoidal waveforms can block conduction in mammalian peripheral nerves. A nerve simulation software package was used to simulate HFAC conduction block in a mammalian axon model. Eight axon diameters from 7.3 microm to 16 microm were tested using sinusoidal waveforms between 1 kHz to 40 kHz. Block was obtained between 3 kHz to 40 kHz and the current threshold for block increased linearly with frequency above 10 kHz. Conduction block was also obtained for all axon diameters, and the block threshold varied inversely with diameter. Upon initiation, the HFAC waveform produced one or more action potentials. These simulation results closely parallel previous experimental results of high frequency motor block of the rat sciatic nerve. During steady state HFAC block, the axons showed a depolarization of multiple nodes, suggesting a possible depolarization mechanism for HFAC conduction block.

PMID: 17946274 DOI: 10.1109/IEMBS.2006.259254

[Indexed for MEDLINE]

Publication types, MeSH terms, Grant support

LinkOut - more resources

PubMed Commons PubMed Commons home

P. 80/770

HHS Public Access
Author manuscript
Peer-reviewed and accepted for publication
About author manuscripts | Submit a manuscript

J Neural Eng. Author manuscript; available in PMC 2012 Jun 15.
Published in final edited form as:
J Neural Eng. 2006 Jun; 3(2): 180–187.
Published online 2006 May 16. doi: 10.1088/1741-2560/3/2/012
PMCID: PMC3375816
NIHMSID: NIHMS374032

High frequency electrical conduction block of the pudendal nerve

Narendra Bhadra,[1,2] Niloy Bhadra,[1] Kevin Kilgore,[1,4,5] and Kenneth J Gustafson[1,3,4]

[1]Department of Biomedical Engineering, Case Western Reserve University, 10900 Euclid Avenue, Wickenden, Cleveland OH 44106-7207, USA
[2]Department of Orthopaedics, Case Western Reserve University, 10900 Euclid Avenue, Wickenden, Cleveland, OH 44106-7207, USA
[3]Department of Urology, Case Western Reserve University, 10900 Euclid Avenue, Wickenden, Cleveland, OH 44106-7207, USA
[4]Louis Stokes Cleveland Department of Veterans Affairs Medical Center, Cleveland, OH, USA
[5]Department of Orthopaedics, MetroHealth Medical Center, Cleveland OH, USA
Email: kenneth.gustafson@case.edu

Copyright notice and Disclaimer

The publisher's final edited version of this article is available at J Neural Eng
See other articles in PMC that cite the published article.

Abstract

Go to:

A reversible electrical block of the pudendal nerves may provide a valuable method for restoration of urinary voiding in individuals with bladder–sphincter dyssynergia. This study quantified the stimulus parameters and effectiveness of high frequency (HFAC) sinusoidal waveforms on the pudendal nerves to produce block of the external urethral sphincter (EUS). A proximal electrode on the pudendal nerve after its exit from the sciatic notch was used to apply low frequency stimuli to evoke EUS contractions. HFAC at frequencies from 1 to 30 kHz with amplitudes from 1 to 10 V were applied through a conforming tripolar nerve cuff electrode implanted distally. Sphincter responses were recorded with a catheter mounted micro-transducer. A fast onset and reversible motor block was obtained over this range of frequencies. The HFAC block showed three phases: a high onset response, often a period of repetitive firing and usually a steady state of complete or partial block. A complete EUS block was obtained in all animals. The block thresholds showed a linear relationship with frequency. HFAC pudendal nerve stimulation effectively produced a quickly reversible block of evoked urethral sphincter contractions. The HFAC pudendal block could be a valuable tool in the rehabilitation of bladder–sphincter dyssynergia.

1. Introduction

Go to:

During normal micturition, voiding occurs by synchronized bladder contraction and urethral sphincter relaxation. Spinal cord injury and other neurological disorders can result in detrusor-sphincter dyssynergia (DSD), where bladder and urethral contractions become uncoordinated [1]. DSD can result in significant medical complications such as urinary tract infections, autonomic dysreflexia and renal failure. An efficient and quickly reversible means to block the pudendal nerve and reduce urethral sphincter contractions would provide an effective tool for restoration of urinary voiding in individuals with DSD.

Nerve activation in applications for functional electrical stimulation is usually restricted to frequencies below 50 Hz. Frequencies above 100 Hz have been termed 'high frequency' by various investigators [2, 3]. Such frequencies have often been reported to result in the failure of evoked neural responses [4, 5]. The blocking effects of high frequency alternating current (HFAC) waveforms have been variously reported since 1939 [6].

PubMed

Format: Abstract

Full text links

SpringerLink FULL-TEXT ARTICLE

Med Biol Eng Comput. 2017 Apr;55(4):585-593. doi: 10.1007/s11517-016-1539-0. Epub 2016 Jul 1.

Post-stimulation block of frog sciatic nerve by high-frequency (kHz) biphasic stimulation.

Yang G[1,2], Xiao Z[1,3], Wang J[1], Shen B[1], Roppolo JR[4], de Groat WC[4], Tai C[5,6].

Author information

1 Department of Urology, University of Pittsburgh, 700 Kaufmann Building, Pittsburgh, PA, 15213, USA.
2 Department of Biomedical Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing, China.
3 Department of Urology, The Second Hospital, Shandong University, Jinan, China.
4 Department of Pharmacology and Chemical Biology, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, USA.
5 Department of Urology, University of Pittsburgh, 700 Kaufmann Building, Pittsburgh, PA, 15213, USA. cftai@pitt.edu.
6 Department of Pharmacology and Chemical Biology, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, USA. cftai@pitt.edu.

Abstract

This study determined if high-frequency biphasic stimulation can induce nerve conduction block that persists after the stimulation is terminated, i.e., post-stimulation block. The frog sciatic nerve-muscle preparation was used in the study. Muscle contraction force induced by low-frequency (0.5 Hz) nerve stimulation was recorded to indicate the occurrence and recovery of nerve block induced by the high-frequency (5 or 10 kHz) biphasic stimulation. Nerve block was observed during high-frequency stimulation and after termination of the stimulation. The recovery from post-stimulation block occurred in two distinct phases. During the first phase, the complete block induced during high-frequency stimulation was maintained. The average maximal duration for the first phase was 107 ± 50 s. During the second phase, the block gradually or abruptly reversed. The duration of both first and second phases was dependent on stimulation intensity and duration but not frequency. Stimulation of higher intensity (1.4-2 times block threshold) and longer duration (5 min) produced the longest period (249 ± 58 s) for a complete recovery. Post-stimulation block can be induced by high-frequency biphasic stimulation, which is important for future investigations of the blocking mechanisms and for optimizing the stimulation parameters or protocols in clinical applications.

KEYWORDS: Block; Frog; High-frequency; Nerve; Stimulation

HHS Public Access
Author manuscript
Peer-reviewed and accepted for publication
About author manuscripts | Submit a manuscript

J Neural Eng. Author manuscript; available in PMC 2011 Dec 1.
Published in final edited form as:
J Neural Eng. 2010 Dec; 7(6): 066003.
Published online 2010 Oct 22. doi: 10.1088/1741-2560/7/6/066003

PMCID: PMC3016453
NIHMSID: NIHMS256979

Frequency and amplitude transitioned waveforms mitigate the onset response in high frequency nerve block

Meana Gerges,[2] Emily L. Foldes,[1,2] D. Michael Ackermann,[1] Narendra Bhadra,[1,3] Niloy Bhadra,[1,2] and Kevin L. Kilgore[1,2,3]

[1]Case Western Reserve University, Cleveland, OH, USA
[2]MetroHealth Medical Center, Cleveland, OH, USA
[3]Louis Stokes VA Medical Center, Cleveland, OH, USA

Corresponding Author: Dr. Niloy Bhadra, Hamman 601, MetroHealth Medical Center, 2500 MetroHealth Drive, Cleveland, Ohio, USA, 44109. Email: nxb26@case.edu, Phone: 216 778 3802

Copyright notice and Disclaimer

The publisher's final edited version of this article is available at J Neural Eng
See other articles in PMC that cite the published article.

Abstract

Go to:

High frequency alternating currents (HFAC) have proven to be a reversible and rapid method of blocking peripheral nerve conduction, holding promise for treatment of disorders associated with undesirable neuronal activity. The delivery of HFAC is characterized by a transient period of neural firing at its inception, termed the "onset response". The onset response is minimized for higher frequencies and higher amplitudes, but requires larger currents. However, complete block can be maintained at lower frequencies and amplitudes, using lower currents. In this in-vivo study on whole mammalian peripheral nerves, we demonstrate a method to minimize the onset response by initiating the block using a stimulation paradigm with a high frequency and large amplitude, and then transitioning to a low frequency and low amplitude waveform, reducing the currents required to maintain the conduction block. In five of six animals it was possible to transition from a 30 kHz to a 10 kHz waveform without inducing any transient neural firing. The minimum transition time was 0.03 sec. Transition activity was minimized or eliminated with longer transition times. The results of this study show that this method is feasible for achieving a nerve block with minimal onset responses and current amplitude requirements.

Keywords: High frequency nerve block, functional electrical stimulation, onset response, in-vivo model

INTRODUCTION

Go to:

The delivery of high frequency alternating currents (HFAC) has proven to be a reversible and rapid method of blocking peripheral nerve conduction [1–8]. HFAC in the frequency range of 1 – 40 kHz [9–10], delivered through a cuff electrode in direct contact with a peripheral nerve, has been shown to reversibly block the propagation of action potentials [7, 11]. The typical HFAC amplitude ranges between 1 – 10 V (peak to peak) in order to achieve complete block and is dependent on the frequency used and the electrode to nerve interface [8–9]. Block is established in less than 100 ms [11] and is completely reversible when the HFAC is turned off, as the nerve returns to full conductivity within approximately one second [5, 7–8]. The fast onset of the conduction block and the quick reversibility makes HFAC block appealing for potential clinical uses. Recent studies in rats [8, 12–14], frogs [7], and cats [6, 9, 15] have shown that HFAC is an effective method of blocking peripheral

HHS Public Access
Author manuscript
Peer-reviewed and accepted for publication
About author manuscripts | Submit a manuscript

Muscle Nerve. Author manuscript; available in PMC 2012 Jun 1.
Published in final edited form as:
Muscle Nerve. 2011 Jun; 43(6): 897–899.
doi: 10.1002/mus.22037

PMCID: PMC3101373
NIHMSID: NIHMS264113

Electrical Conduction Block in Large Nerves: High Frequency Current Delivery in the Nonhuman Primate

D. Michael Ackermann, Jr., Ph.D.,[1,2] Christian Ethier, Ph.D.,[3] Emily L. Foldes, M.S.,[2] Emily R. Oby,[3] Dustin Tyler, Ph.D.,[2] Matt Bauman,[3] Niloy Bhadra, M.D., Ph.D.,[2,1] Lee Miller, Ph.D.,[3] and Kevin L. Kilgore, Ph.D.[1,2,4]

[1]MetroHealth Medical Center, Cleveland, OH, USA
[2]Case Western Reserve University, Cleveland, OH, USA
[3]Northwestern University, Evanston, IL, USA
[4]Louis Stokes Veterans Affairs Medical Center, Cleveland, OH, USA
Corresponding Author: D. Michael Ackermann, Ph.D., Cleveland FES Center, Hamman 601, 2500 MetroHealth Drive, Cleveland, OH 44109, Email: dma18@case.edu

Copyright notice and Disclaimer

See other articles in PMC that cite the published article.

Abstract

Go to:

Recent studies have made significant progress toward the clinical implementation of high frequency conduction block (HFB) of peripheral nerves. However, these studies were performed in small nerves, and questions remain regarding the nature of HFB in large diameter nerves. This study in nonhuman primates shows reliable conduction block in large diameter nerves (up to 4.1 mm) with relatively low threshold current amplitude and only moderate nerve discharge prior to the onset of block.

Keywords: high frequency alternating current (HFAC), peripheral nerve, conduction block, primate, large diameter

Introduction

Go to:

The delivery of high frequency alternating current (HFAC) to peripheral nerves can produce a reversible conduction block[1]. There is considerable hope that the method may be useful for the clinical treatment of disorders associated with pathological neural activity, such as spasticity or peripherally triggered pain. HFAC delivery has been the focus of several recent studies which have pursued an optimal waveform for delivery, optimal electrode design and a biophysical understanding of the mechanisms of this type of nerve conduction block. The results of these studies demonstrate that high frequency block (HFB) can be established quickly (≤ 1 sec to several seconds)[2,3] and reversed quickly (≤ 1 sec)[2]. The induction of HFB requires the use of a frequency that is at least ~2 kHz[4–7] and a waveform amplitude that is typically 3 V – 10 V (1 mA – 10 mA for current-controlled studies) across preparations[4,6–9]. The minimal waveform amplitude required to induce HFB, the block threshold, is dependent on the waveform frequency[4,6,8,10,11] and geometry of the blocking electrode[12]. When HFAC is first applied to a nerve, it produces an intense volley of activity in the target nerve, the 'onset response,' before inducing block. The magnitude and duration of this onset response are also functions of the waveform frequency[6,10], waveform amplitude[1,6,10,13,14] and electrode geometry[14]. HFB has been successfully demonstrated in a chronic electrode preparation in the cat[6] and likely results, mechanistically, from

EXHIBIT B

P. 31

Bioelectromagnetics 21:538–553 (2000)

The Possible Role of Contact Current in Cancer Risk Associated With Residential Magnetic Fields

R. Kavet,[1]* L. E. Zaffanella,[2] J. P. Daigle,[2] and K. L. Ebi[1]

[1]*EPRI, Palo Alto, California*
[2]*Enertech Consultants, Lee, Massachusetts*

Residential electrical wiring safety practices in the US result in the possibility of a small voltage (up to a few tenths of a volt) on appliance surfaces with respect to water pipes or other grounded surfaces. This "open circuit voltage" (V_{OC}) will cause "contact current" to flow in a person who touches the appliance and completes an electrical circuit to ground. This paper presents data suggesting that contact current due to V_{OC} is an exposure that may explain the reported associations of residential magnetic fields with childhood leukemia. Our analysis is based on a computer model of a 40 house (single-unit, detached dwelling) neighborhood with electrical service that is representative of US grounding practices. The analysis was motivated by recent research suggesting that the physical location of power lines in the backyard, in contrast to the street, may be relevant to a relationship of power lines with childhood leukemia. In the model, the highest magnetic field levels and V_{OC}s were both associated with backyard lines, and the highest V_{OC}s were also associated with long ground paths in the residence. Across the entire neighborhood, magnetic field exposure was highly correlated with V_{OC} ($r = 0.93$). Dosimetric modeling indicates that, compared to a very high residential level of a uniform horizontal magnetic field (10 μT) or a vertical electric field (100 V/m), a modest level of contact current (~18 μA) leads to considerably greater induced electric fields (> 1 mV/m) averaged across tissue, such as bone marrow and heart. The correlation of V_{OC} with magnetic fields in the model, combined with the dose estimates, lead us to conclude that V_{OC} is a potentially important exposure with respect to childhood leukemia risks associated with residential magnetic fields. These findings, nonetheless, may not apply to residential service used in several European countries or to the Scandinavian studies concerned with populations exposed to magnetic fields from overhead transmission lines. Bioelectromagnetics 21:538–553, 2000.
© 2000 Wiley-Liss, Inc.

Key words: magnetic fields; childhood leukemia; power lines; open circuit voltage

INTRODUCTION

Background

The question of whether residential exposure to power frequency (50 and 60 Hz) magnetic fields is a risk factor for childhood leukemia remains unresolved [NIEHS Working Group, 1998; NIEHS, 1999]. Early epidemiological studies conducted in Denver and Los Angeles reported associations between electric utility line wiring configurations and childhood leukemia [Wertheimer and Leeper, 1979; London et al., 1991] or all childhood cancer [Savitz et al., 1988], with a suggestion of increased leukemia risk in the latter. As developed initially by Wertheimer and Leeper [1979, 1982] with subsequent refinements by others [Barnes et al., 1989], the wiring configurations were the basis of a categorical exposure surrogate, referred to as the "wire code". The positive relation between wire code and magnetic field [reviewed in Kheifets et al., 1997], as well as suggestive associations between measured fields and relative risk estimates [Savitz et al., 1988; London et al., 1991], appeared consistent with the hypothesis that the residential magnetic field was the causal agent in these studies.

In a recent re-analysis of the Denver and Los Angeles studies, Ebi et al. [1999] report that in both data sets, risk associated with wire code was concentrated in residences served by backyard distribution lines, as opposed to distribution lines in the street. This observation motivated the analysis presented in this paper, which is concerned with (a) the relationship

Contract grant sponsor: EPRI; Contract grant number: WO6929.

*Correspondence to: R. Kavet, EPRI, PO Box 10412, 3412 Hillview Ave, Palo Alto, CA 94303. E-mail: rkavet@epri.com

Received for review 1 November 1999; Final revision received 18 January 2000

© 2000 Wiley-Liss, Inc.

between the physical features of residential electric service and exposures to magnetic fields and currents; (b) the correlation among specific electric and magnetic exposure parameters; and (c) the dosimetric implications of these relationships with respect to childhood leukemia risk. We introduce an exposure called the "open circuit voltage" (V_{OC}), which is a small power frequency voltage (up to a few tenths of a volt) that may appear on electrical equipment. V_{OC} can cause a "contact current" to flow directly into a person in manual contact with the appliance. The findings presented in this paper suggest that contact current due to V_{OC} may be an exposure variable that could hold the key to clarifying the reported associations of power line environments with childhood leukemia. We first review the relevant aspects of residential electrical service.

Residential Electrical Service

The major features of electrical service in US distribution systems are illustrated in Figure 1 and further elaborated in its caption. Electrical service to the residence occurs via the "service drop", which connects the distribution transformer secondary located outside on a utility pole or underground, to the "service panel", where the occupant has access to circuit breakers and/or fuses. The service drop consists of three cables: two 120 volt (V) alternating current (ac) "hot legs", which provide the load currents for lights, appliances, etc., and the neutral, through which current may return to the substation.

For safety purposes, e.g., electric shock and fire prevention, residential electrical wiring in the US provides multiple pathways for current to return to the substation [NESC, 1992]. Under normal conditions, the current returns via both the utility's service drop neutral and an alternative pathway, which in many cases is a conductive residential plumbing line connected to the municipal water main in the street. The connection to the plumbing is established with a "ground wire" bonded electrically to the utility neutral at the service panel and strung at some length to a convenient (exposed) water line. For cases in which conductive water pipes are not available, houses will have driven ground rods to establish a strong alternative ground connection. The amount of current that each pathway takes has an inverse relationship to each pathway's electrical resistance.

The "net load current" is the algebraic sum of the current in the two supply conductors. The "net current" in the utility service drop equals the net load current to the residence minus the current in the service drop neutral. Net current equals the current that flows in the alternative ground pathways, which we refer to as the "ground current" (see Figure 1). Thus, the service drop to ground wire pathway becomes a magnetic field source in the residence. The source strength depends on the current magnitude and the pathway's geometry. In residences located away from overhead utility distribution or transmission lines, Kavet et al. [1999] report that, compared to other predictor variables, the net service drop current (i.e., the ground current) correlates most strongly with magnetic fields measured in the residence. In communities with conductive water service and water mains, a fraction of ground current generated in one residence may flow to another residence's ground.

Since the ground wire has a resistance, though small, the current flowing in it produces a voltage difference between the service neutral and the plumbing connection. This voltage equals the ground wire current multiplied by the wire's resistance (assuming no additional resistance due to poor bonding at the wire's termini). To prevent shock, electrical appliances have their metallic chassis connected, either through their neutral wire or their third wire, to the utility neutral bonding point in the service panel (Figure 1). Through this connection, the chassis carries the voltage generated in the ground wire, which we refer to as the "open circuit voltage" or V_{OC}. As indicated by the open switch in Load 3 in Figure 1, V_{OC} is present on an appliance even when in the "off" position, so long as it is plugged in.

V_{OC} can serve as a source of contact current into a person who touches the chassis, and, through either the other hand or the feet, completes an electrical circuit back to the house's ground. This circuit is shown schematically in Figure 2. The resistance of the ground wire, R_{GW}, is usually very small (around 0.1 ohm (Ω) for a 30 m length) compared to the resistance in the rest of the contact current pathway, which consists of R_P, the resistance of the individual, in series with R_G, the resistance from the feet back to ground. R_P is on the order of several thousand ohms [Reilly, 1998], but varies depending on skin moisture and other factors; R_G depends on footware, floor material, and housing materials. Thus, since $R_{GW} \ll R_P+R_G$, contact current is essentially equal to V_{OC} divided by the sum of R_P and R_G. If the other hand comes in contact with a water fixture, which is usually at house ground potential, then the contact current would likely take the hand-to-hand route as the path of lower resistance.

Organizations concerned with EMF exposure guidelines [e.g., International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)] and appliance safety [e.g., Underwriters Laboratories (UL)] have published limits for contact or "leakage"

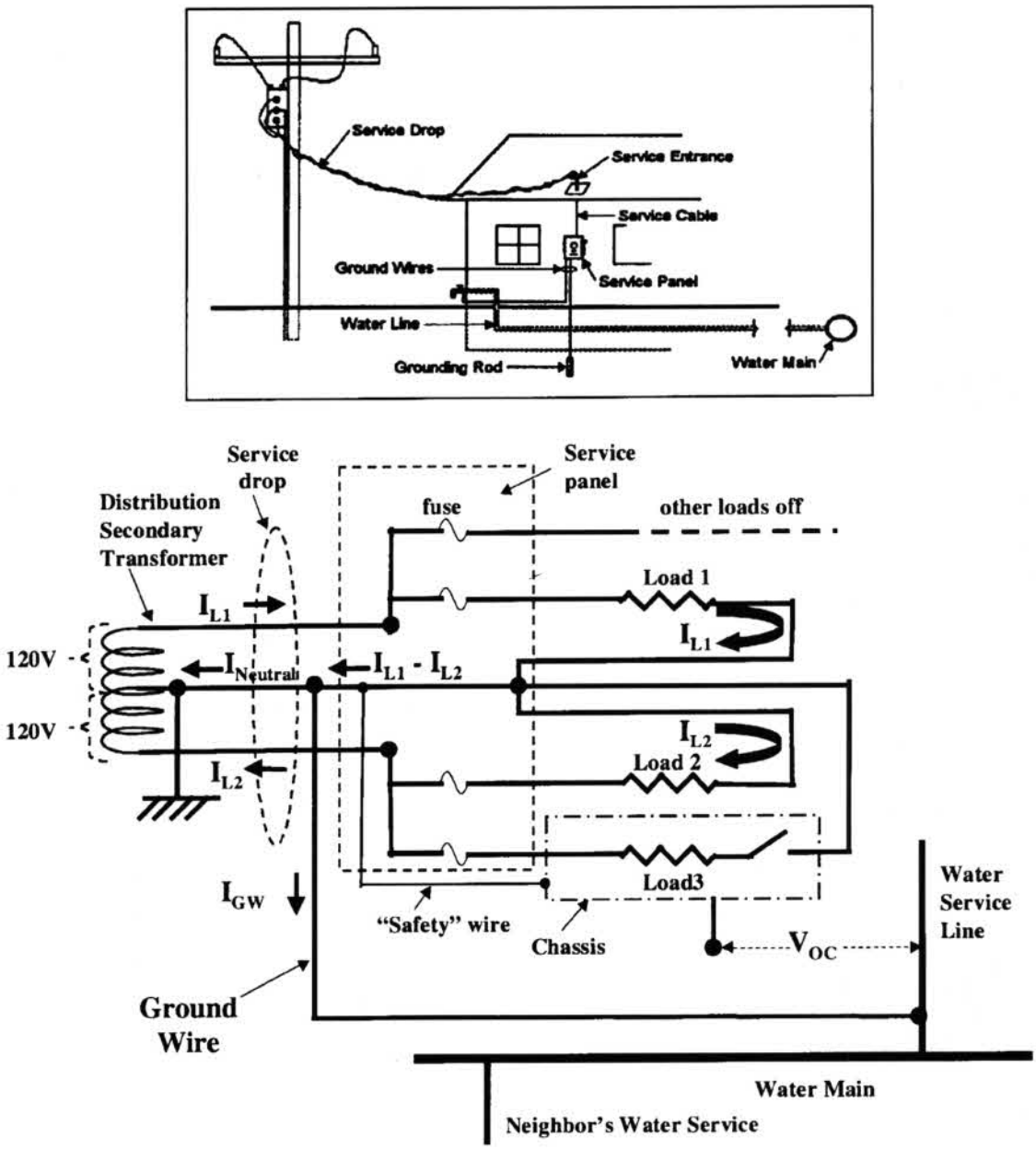


Fig. 1. Residential Electric Service Typical of "Multi-grounded Neutral" Systems used in the US and Origin of Open Circuit Voltage (V_{OC}). Top inset is a "real world" view of electrical service to a single-unit residence. Bottom graphic is a schematic of the electrical relationships in the service and internal wiring. Two 120-V conductors (hot legs) from the distribution secondary transformer, 180 degrees out of phase with each other, supply currents I_1 and I_2 to Load 1 and Load 2, respectively. The center tap of the transformer is grounded at the street pole or underground transformer location. The "net load current" on the service drop is the amount of current returning to the substation at any point in time and, in the figure, equals $I_{L1} - I_{L2}$. Current returns via two basic pathways: (a) the service drop neutral cable or (b) an alternate ground path, which in the figure consists of a ground wire connected to a conductive water line. The net load current equals the sum of the currents in these two pathways, $I_{Neutral} + I_{GW}$. The "net current" in the service drop equals net load current minus the current in the neutral, or $I_{Net} = (I_{L1} - I_{L2}) - I_{Neutral}$. The current in the ground wire, I_{GW}, equals I_{Net}. I_{GW} and I_{Net} are sources of magnetic field in the residence. Because the ground wire has a finite resistance, R_{GW} (not pictured), a voltage is developed across its length equal to $I_{GW} \times R_{GW}$, which we refer to as the open circuit voltage (V_{OC}). Load 3, plugged in but in the off position (open switch), has a safety wire that connects the load's chassis to the service panel neutral. The chassis is, thus, at a voltage V_{OC} with respect to the grounded water system. In this model, V_{OC} represents the largest voltage potentially present prior to contact between a person and an appliance chassis or between a person and metallic structures (e.g., hot water heaters, steam radiators) connected to residential water pipes. Ground currents may be shared among residences.

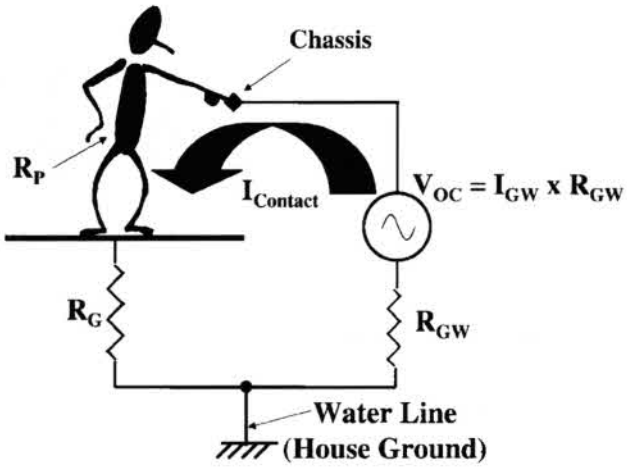


Fig. 2. Contact Current. A person contacting a chassis is exposed to V_{OC}, which can drive current into that person, depending on the nature of his/her connection to the chassis and to the ground. Moist extremities decrease a person's electrical skin resistance, while insulating footwear or poorly conductive housing materials will sharply limit current. The figure shows hand-to-feet contact, but if the second hand is in touch with a grounded object, the current will take a hand-to-hand route.

currents. These limits are designed to avert hazardous startle and adverse perceptual effects. Below 2.5 kHz, ICNIRP [1998] specifies 0.5 mA and 1.0 mA contact current limits for the general public and workers, respectively. UL lists 0.5 mA and 0.75 mA as startle limits for portable and fixed appliances, respectively [reviewed in Reilly, 1998]. The National Electric Safety Code [NESC, 1992], which specifies safety practices for overhead transmission line construction and operation, limits to 5 mA steady-state whole body current that may result from electric field induction on large objects (e.g., trucks) in physical contact with a person in the right-of-way of overhead high-voltage transmission lines.

Study Overview

We constructed a computer model of a 40 house neighborhood to address how specific physical features of residential electrical service affect magnetic field and V_{OC} exposures within the residence. The software running the model has been previously validated against measurements taken in a test residence under various grounding conditions [Zaffanella et al., 1997]. The features we examined are line location—backyard or street, relative length of the ground return pathway—short or long, and service line type—overhead or underground. The quantities modeled include the 60 Hz and 180 Hz magnetic fields at the center of each room, the time-weighted-average fields experienced by a child as a result of a day's occupancy of the residence, and the V_{OC}. The neighborhood wiring follows practices applicable to the US, although we recognize that such practices vary among countries [Rauch et al., 1992]. Despite the stochastic nature of the residential loading imposed on the neighborhood, the model itself is completely deterministic, and the statistical treatment of the data is intended to clarify relationships among exposure and source variables, rather than to achieve inferential support as occurs in population studies.

METHODS

Modeling Software

The modeling software calculates magnetic fields resulting from currents on arbitrary arrays and configurations of electric transmission lines, primary and secondary distribution lines, and ground and neutral return pathways. The program conducts network analyses of ground/neutral currents in neighborhoods based on user-specified residential loads and impedances. Local dipole sources, such as appliances, are not included in the field calculation. As mentioned above, the program has been previously validated against measured fields and known ground currents [Zaffanella et al., 1997].

Modeling Objective

This paper is concerned exclusively with magnetic fields and V_{OC}s resulting from currents in the service drop (i.e., secondary distribution current) and in the ground path (Figure 1). Wertheimer-Leeper wire code categories do not play a role in the model as configured for the analyses here. In fact, for the neighborhood loading used here, primary loads and their return currents had a negligible effect on residential magnetic fields and V_{OC}. However, the neighborhood was provided with a full range of distribution wiring configurations representative of the Wertheimer-Leeper wire code, should further development of the neighborhood (e.g., downstream connections to other load centers) be warranted. The appendices contain a detailed description of the neighborhood's electrical infrastructure.

Neighborhood Description

Briefly, the study neighborhood (Figure 3) consists of four streets containing 40 two-story houses, each 10.7 m by 7.6 m (35 × 25 ft) with the long dimension parallel to the street. Each house has eight equal-size rooms, four per floor. For each house, the service drop arrives at a corner and then goes to the electrical panel. All houses have copper-pipe water service that provides a conductive ground path to the

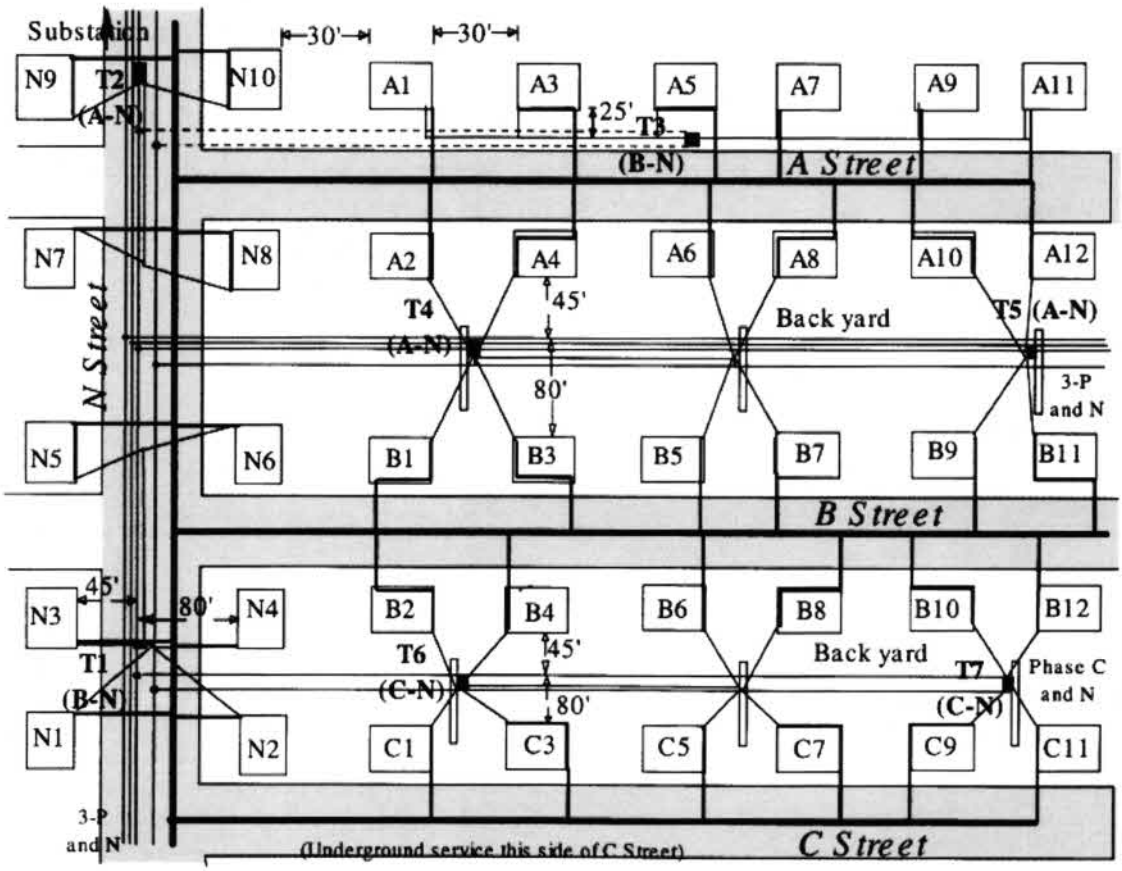


Fig. 3. Model neighborhood (see text and Appendix).

water main. All water mains were located in the middle of the street.

With the exception noted below, all combinations of the following attributes were represented: line location—backyard or street; relative length of the ground return pathway—short or long; and service line type—overhead or underground. Underground lines were not situated in the backyard, as this is a less common feature of residential electric distribution systems. Figure 4 illustrates the "length of ground path" dichotomous variable: Type 1 is the shorter possible path for overhead street lines, overhead backyard lines, and underground street lines (top to bottom in Figure 4); Type 2 is the longer possible path for overhead street lines, overhead backyard lines, and underground street lines (top to bottom in Figure 4).

Loading

As discussed above and shown in Figure 1, the net load is the parameter that defines the electrical load of the house with regard to ground current. The "1,000-home study" [Zaffanella, 1993] developed a database of electrical parameters, including the 24 h statistical distribution of the net load for each house. These data suggested using a net load for each house randomly extracted from a log-normal distribution with a median value of 4.34 ampere (A) and a geometric standard deviation of 1.87. The model was run 100 times, each time with a net load randomly allocated to each house. To account for possible ground current interactions between residences, the sign of the net load was also randomly chosen. The load currents were all at the power frequency of 60 Hz with a 15% third harmonic. The value chosen for the third harmonics corresponded to the average value recorded during the 1000 home survey [Zaffanella, 1993].

RESULTS

General Statistical Description of Sample

The parameters selected for study are listed in Table 1, and their descriptive statistics across the entire neighborhood are shown in Table 2. The variables displayed continuous, smooth distributions, although

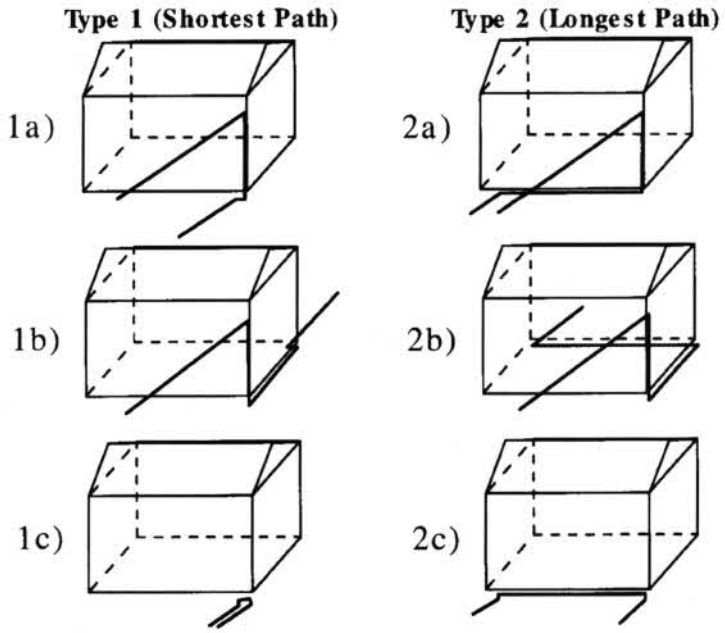


Fig. 4. Net and ground current paths: 1a) Overhead street line, short path; 1b) Overhead backyard line, short path; 1c) Underground street line, short path; 2a) Overhead street line, long path; 2b) Overhead backyard line, long path; 2c) Underground street line, long path.

TABLE 1. Parameters Reported on in Results[a]

Parameter	Description
AvgRoomB	Temporal average of the 60 Hz magnetic field in the center of each room 1 m above the floor averaged across all eight rooms
Avg180HzB	Temporal average of the 180 Hz magnetic field in the center of each room 1 m above the floor averaged across all eight rooms. Typical values of harmonic loads are assumed [Zaffanella, 1993]
AvgPerimB	Temporal average of the magnetic field sampled every 5 m around the house periphery, 1 m from the house, and 1 m off ground
AvgChildB	Temporal average of the field across the entire indoor space, from floor to four feet above the floor. The field is calculated at all points of a three-dimensional grid with one foot (0.305 m) grid size. For each floor of a 10.7 m by 7.6 m (35 × 25 ft) house, there are 4680 calculation points in the "child" space
10%ChildB	The upper 10th percentile value of child's exposure within a house
AvgGC	The temporal average of the current in the residential ground path; same as average net current in the service drop
10%GC	The upper 10th percentile value of GC within a house
AvgV_{OC}	Temporal average of the open-circuit voltage between appliance chassis and the water line at the point where it is connected to the conductor that grounds the electric service neutral
10%V_{OC}	The upper 10th percentile value of V_{OC} within a house

[a]Within each residence parameters are calculated for each of 100 loads randomly assigned. Thus, for example, AvgGC for a residence is the ground current averaged over 100 values; 10%GC for a residence is the value exceeded for 10% of the calculations.

most were not normally distributed according to the Shapiro-Wilk test.

Stratification of Sample

By design (see Methods), only the currents in the service secondaries, service neutral, and ground pathways influenced the electrical quantities computed for each residence. Thus, all one-, two-, and three-phase primary lines were collapsed into one "overhead" (OH) category, with the remainder classified as "underground" (UG). The basic geometric differences between OH and UG are evident in Figure 4.

Table 3 shows summary statistics for several key exposure variables, stratified by engineering factors. Visual inspection suggests that the highest field exposure quantities were associated with backyard, overhead lines, the highest ground currents were associated with overhead lines, and the highest V_{OC}s were associated with overhead, backyard lines with long ground paths.

P.57

TABLE 2. Descriptive Statistics for Selected Exposure Variables for the Entire Neighborhood Sample ($N = 40$ Houses)

Statistic	AvgRoom B (μT)	Avg180Hz B (μT)	AvgPerim B (μT)	AvgChild B (μT)	10%Child B (μT)	AvgGC (A)	10%GC (A)	AvgV_{OC} (mV)	10%V_{OC} (mV)
Mean	0.077	0.014	0.118	0.097	0.169	1.44	2.82	54.4	107.1
SD	0.046	0.009	0.096	0.052	0.103	0.64	1.22	34.2	67.6
Median	0.088	0.016	0.085	0.095	0.169	1.23	2.47	53.2	105.2
Upper 10%	0.135	0.025	0.264	0.177	0.320	2.53	4.79	90.8	187.5
Lower 10%	0.012	0.002	0.011	0.021	0.008	0.79	1.53	10.4	20.0
Shapiro-Wilk *P*-value	<0.05	<0.01	<0.01	>0.1	>0.3	<0.01	<0.01	<0.05	<0.05

TABLE 3. Summary Statistics for Selected Exposure Measures Broken Down by System Characteristics

Line type	Location	Ground type	N	AvgRoomB (μT)		AvgChildB (μT)		AvgGC (A)		AvgV_{OC} (mV)	
				Median	Min–Max	Median	Min–Max	Median	Min–Max	Median	Min–Max
OH	Backyard	Short	12	1.12	0.12–1.64	1.05	0.61–1.83	1.49	0.88–2.60	52.0	30.7–91.0
OH	Backyard	Long	12	0.99	0.54–1.63	1.12	0.80–2.14	1.09	0.78–2.10	74.5	53.7–144.0
OH	Street	Short	6	0.72	0.41–1.09	0.73	0.34–1.01	2.13	0.98–2.80	20.9	9.6–27.6
OH	Street	Long	4	0.53	0.14–1.03	1.05	0.34–1.42	1.46	0.48–1.98	64.6	21.1–87.7
UG	Street	Short	4	0.10	0.04–0.15	0.17	0.14–0.21	1.01	0.83–1.22	10.0	8.2–12.0
UG	Street	Long	2	—	0.18–0.18	—	0.25–0.40	—	0.51–0.79	—	22.4–35.1

Regression Model

A linear regression model was used to clarify the dependencies between the three factors (line type, location, and ground type) and the nine computed exposure variables:

$$\text{Exposure} = \beta_1 * (\text{Line Type}) + \beta_2 * (\text{Location}) + \beta_3 * (\text{Ground Type}) + \varepsilon$$

The results of the regression analysis are summarized in Table 4. The computed *P*-values shown cannot be taken too literally because the residual "errors" are not random and because if the number of houses and number of temporal samples were increased, all the *P*-values would necessarily become smaller. In general, exposure values were increased for residences served by backyard OH lines. Not surprisingly with their lower resistance, short ground paths increased ground current, and the long ground path increased V_{OC}.

The results in Table 4 were generally consistent with subgroup models that included OH lines only ($N = 34$; Location and Ground Type predictors); backyard lines only ($N = 24$; Ground Type predictor only); and street lines only ($N = 16$; Line Type and Ground Type predictors).

Correlation of Exposure Variables

Table 5 shows the Pearson correlation among the six average exposure parameters under study. The nonparametric Spearman test produced essentially the same results. The nearly perfect correlation between AvgRoomB and Avg180HzB is not surprising as sources for both exposures and methods for field calculation are tightly linked.

We note a very high correlation ($r = .93$ or about 87% explained variance) between AvgChildB and AvgV_{OC}. The correlations between these two parameters and the other exposure variables were relatively weaker. The reasons for this difference are (1) the way AvgChildB was computed, compared to the other field quantities (see Table 1), and (2) the relation between ground current (GC) and both AvgChildB and V_{OC}, as compared to the other field quantities. First, AvgChildB was computed across the entire floor space of the residence and thus it controls for asymmetric service and ground wiring patterns among residences. AvgRoomB, which represents the average field from only the center of each house's rooms, does not completely control for asymmetry, nor does AvgPerimB taken at selected points outside the residence.

Second, linear regression allows us to observe that, within both Backyard ($N = 24$) and Street ($N = 16$) strata, the following model accounts for 100% of the variability in both AvgV_{OC} and AvgChildB (of course, the value of the α coefficients are different for AvgV_{OC} and AvgChildB):

$$\text{Avg}V_{OC} \text{ or AvgChildB} = \alpha_1 * (AvgGC) + \alpha_2 * (\text{Ground Type}) + \alpha_3 * (\text{Ground Type})^{*}(AvgGC) + \varepsilon$$

TABLE 4. Summary Results of Regression Analysis of Full Sample ($N=40$)

	Predictor variables		
Exposure variable	Line type (OH or UG)	Location (Backyard or Street)	Ground type (Short or Long)
AvgRoomB	OH, <0.01	Backyard, <0.05	>0.2
180HzAvgB	OH, <0.05	Backyard, <0.01	>0.2
AvgPerim	>0.2	Backyard, <0.01	>0.2
AvgChildB	OH, <0.01	Backyard, <0.01	>0.2
10%ChildB	OH, <0.01	Backyard, <0.01	Long, <0.05
AvgGC	OH, <0.01	>0.2	Short, $=0.01$
10%GC	OH, <0.01	>0.2	Short, <0.01
$AvgV_{OC}$	<0.2	Backyard, <0.001	Long, <0.001
$10\%V_{OC}$	<0.2	Backyard, <0.001	Long, <0.001

Table shows P-value associated with regression coefficients of predictor variable; $P < 0.2$ means $0.10 < P < 0.2$; $P < 0.1$ means $0.05 < P < 0.1$; $P < 0.05$ means $0.01 < P < 0.05$; $P < 0.01$ means $0.001 < P < 0.01$. In one case $P = 0.01$.
Table also shows which predictor causes exposure to rise for all cases when $P<0.05$, e.g., AvgGC increases with Short Ground Type, compared to Long, and AvgRoomB increases with OH Line Type, compared to UG.

TABLE 5. Pearson Correlation of Average Exposure Parameters (N = 40)

	180HzAvgB	AvgPerimB	AvgChildB	AvgGC	$AvgV_{OC}$
AvgRoomB	0.99	0.84	0.78	0.54	0.68
180HzAvgB	—	0.84	0.80	0.50	0.73
AvgPerimB		—	0.74	0.47	0.66
AvgChildB			—	0.65	0.93
AvgGC				—	0.37

The Ground Type main term (the α_2 term) contributes negligibly to explaining $AvgV_{OC}$ or AvgChildB. In other words, within each Location stratum (Backyard or Street) both $AvgV_{OC}$ and AvgChildB in our model are determined solely by ground current plus ground current as modified by the length of the ground path. For AvgRoomB, the same model explains 45% of the variance for Backyard and 72% of the variance for Street; for AvgPerimB, the model explains 47% of the variance for Backyard and 46% of the variance for Street. For neither AvgRoomB nor AvgPerimB were the main Ground Type or interaction terms statistically significant. Thus, across the full population of our model neighborhood, V_{OC} and the child's magnetic field exposure classify each other better than any of the other field or ground current quantities.

Comparative Dosimetry

Finally, we compare dosimetric quantities averaged within the bone marrow and across the heart of an adult male resulting from magnetic field exposure, electric field exposure, and contact current, all 60 Hz. Although an important focus of these comparisons concern children, more precise modeling data are available for adults than for children. For this comparison, a uniform magnetic field of 10 μT, oriented perpendicular to the front of the body was chosen; the electric field chosen was 100 V/m, vertical and uniform when unperturbed; two electric field results are presented, one for a grounded subject and one for a subject in free space (off ground). These values represent extremely high residential fields that do not occur away from appliances. Contact current was estimated from the upper 10% average V_{OC} value of 90 mV (see Table 2). Assuming a total body resistance (R_P) of 2.5 kΩ (see Reilly, 1998) and the same value back to the circuit ground (R_G), for a total resistance of 5 kΩ, we calculated a contact current of 18 μA, more than ten times below the median perception threshold for adult males (0.36 mA) [IEEE, 1985]; based on limited data for children in IEEE [1985], we estimated that the perception threshold for a child would be about 35–50% of the value listed for adult males (on the order of 0.15 mA). Of course, for hand-to-feet contact, current would double in a very well-grounded person, but would be much less, or even zero, for an individual wearing well-insulated footwear or standing on an insulated floor surface.

TABLE 6. Comparative Dosimetry from Magnetic Field, Electric Field, and Contact Current Exposure[a]

			Bone marrow		Heart		
Factor	Configuration	60 Hz exposure	E (mV/m)	J (mA/m^2)	E (mV/m)	J (mA/m^2)	Reference
Magnetic field	Uniform, horizontal, perpendicular to front of body	10 μT	1.6×10^{-1}	8.0×10^{-3}	1.4×10^{-1}	1.4×10^{-2}	Dawson and Stuchly, 1998
Electric field	Uniform, vertical, grounded model	100 V/m	3.2×10^{-1}	1.6×10^{-2}	1.3×10^{-1}	1.3×10^{-2}	Stuchly et al., 1998
Electric field	Uniform, vertical, free space model	100 V/m	1.0×10^{-1}	5.0×10^{-3}	6.6×10^{-2}	6.6×10^{-3}	Stuchly et al., 1998
Contact current	Current injection into shoulders	18 μA (total)	3.5×10^{0}	1.8×10^{-1}	1.9×10^{0}	1.9×10^{-1}	Dawson et al., in press[b]

[a]The electric fields and current density values are averaged across the tissue.
[b]This reference reports dosimetry relevant to pacemaker interference only; tissue average values for this table provided by M. Stuchly (personal communication).
σ(heart) = 0.1 S/m
σ(marrow) = 0.05 S/m

The induced average electric fields and current densities (Table 6) were derived from values published by Stuchly and colleagues (references listed in table). These investigators used the scalar potential finite difference and finite-difference time-domain methods to calculate induced electric fields and current densities from fields and injected currents in anatomically correct models of adult males subdivided into cuboidal voxels 3.6 mm on a side, with tissue-specific conductivity, as estimated from published sources.

Table 6 reports that 18 μA injected current produces an electric field of 3.5 mV/m averaged across bone marrow and 1.9 mV/m averaged across heart tissue, more than an order of magnitude higher than from the field levels selected for comparison.

DISCUSSION

Our initial objective was to explore a possible engineering basis for the result of Ebi et al. (1999) that, in two previous studies of power lines and childhood cancer [Savitz et al., 1988; London et al., 1991], risk was related to the backyard location of lines, in contrast to street location. To that end, we developed a virtual neighborhood of 40 single-dwelling houses with different combinations of residential electric service attributes, including line location, line type, and ground length, as described above in detail. We report higher power-frequency and harmonic fields associated with overhead lines located in the backyard, higher ground currents associated with overhead lines and short ground paths, and higher open circuit voltage (V_{OC}) associated with backyard lines and long ground paths. Further, we find (a) V_{OC} is highly correlated with the magnetic field across the residential floor area (AvgChildB) in the neighborhood model; and (b) compared to magnetic or electric fields, V_{OC} can produce a higher electric field in target tissue. As further discussed below, these last two results suggest that V_{OC} is a potentially relevant, though overlooked, exposure in prior studies concerned with the relationship of electric power line environments to health.

Correlation of Magnetic Fields With V_{OC}

The correlation of magnetic fields with V_{OC} in our virtual neighborhood reflects their fundamental electrical relationship. Both result from electrical current, the former from any current source near or in a residence and the latter from current in the ground. The high correlation of V_{OC} with AvgChildB for the neighborhood indicates that, in locations with similar electrical characteristics, the magnetic field measured across a residential area would serve as a marker or surrogate for V_{OC}. In actual neighborhoods, a poorer correlation is likely to occur. For example, currents on primary distribution lines that do not contribute to a given residence's ground current will nonetheless contribute to the residential field. Likewise, the correlations reported here do not extend to magnetic fields calculated for residences near overhead transmission lines based on historical load data, as was done for several Scandinavian epidemiology studies [reviewed in NIEHS Working Group, 1998]. Without further investigation, however, we would not categorically dismiss the possibility of contact potentials resulting from magnetic induction on long conductive paths within and between residences abutting rights-of-way.

We designed the neighborhood according to the "multi-ground neutral" practice required in the US, in which the chassis wire, the ground wire, and the utility neutral are electrically connected with each other at the

service panel. As a consequence, current in the ground will create a voltage source of magnitude V_{OC} at the chassis, which can drive a small "leakage" or contact current into an individual who contacts it (Figure 2). Several European countries, have used grounding practices that keep the chassis wire separate from the ground return pathway, leaving a much lower possibility for contact current [Rauch et al., 1992].

It is important to observe that V_{OC} is a characteristic of the residence itself, as determined by its electrical supply and grounding characteristics. Thus, all plugged-in devices with a conductive exterior surface will carry an equivalent V_{OC}, regardless of location in the residence. In contrast, high magnetic fields are often confined to "hot spots" associated with service drops, ground return pathways, or unusual wiring. Such hot spots may be away from areas that are normally occupied.

Dosimetry

As shown in Table 6, contact currents far below perception thresholds produce electric fields in tissue that exceed those due to ambient residential magnetic fields (away from appliances). We compared a contact current due to time-averaged V_{OC} within the upper tail of this parameter's distribution across the neighborhood to a uniform magnetic field (10 μT) larger by a factor of at least 10–20 than the highest space and/or time-averaged residential magnetic fields measured in many US studies [reviewed in Kavet, 1995]. Near appliances the fields may be even higher than 10 μT, but they are highly nonuniform in space falling off usually with the cube of distance from the device.

The dosimetric contrasts shown in Table 6 for adults would likely be accentuated for child-size subjects. As Kaune et al. [1997] have shown in analytical solutions of simple ellipsoidal models, induced electric fields and current densities from the same electric and magnetic fields as above would be lower due to reduced coupling to the smaller body size. With the dimensions Kaune et al. [1997] used, coupling in children was about 30% lower for both magnetic and electric fields. For contact potentials, although total body impedance is higher for children (approximately 40–50%, see Reilly [1998]), their reduced cross sectional area (roughly half or less of an adult) results in larger induced quantities. Further, the marrow dose for contact current shown in Table 6 was based on bilateral current injection into the shoulders [to analyze pacemaker interference (Dawson et al., in press)]. The tissue levels shown in the table are averaged across the body even though, for shoulder injection, the current through the arm is negligible. Thus, for hand-to-feet conduction, the current would pass through the long bones of a single arm, which has a smaller cross section than the leg, the net effect of which would be higher induced quantities in the exposed upper extremity.

In addition to these relative aspects of dose, the absolute (as well as modest) level of contact current modeled (18 μA) produces average electric fields in tissue along its path that exceed 1 mV/m. At and above this level, the NIEHS Working Group [1998] accepts that biological effects relevant to cancer have been reported in "numerous well-programmed studies". The effects the Working Group cites are "increased cell proliferation, disruption of signal transduction pathways, and inhibition of differentiation". The NIEHS endorses this conclusion in its final EMF RAPID report [1999].

Nonetheless, it remains important to compare electric fields induced in tissue due to environmental exposure to the magnitude and spectra of fields due to endogenous electrical activity. Hart and Gandhi [1998] report that the average 40–70 Hz endogenous electric field in cardiac tissue is between 8 and 25 mV/m, depending on computational method. The cardiac signal decreases with distance to neighboring tissue and is negligible in the brain. Natural electrical activity in the central nervous system (CNS), as recorded on the electroencephalogram, may be several millivolts per meter (see NIEHS, 1997), peaks below 30 Hz and has little spectral power beyond 40 Hz.

Bone marrow, target tissue for leukemia, is located directly adjacent to bone tissue, which when physically loaded, experiences "streaming potentials" of up to 0.1–1 V/m [MacGinitie, 1995; reviewed in NIEHS Working Group, 1998]. In general, the spectral power of these potentials is mainly below 10 Hz [McLeod et al., 1998]. The extent to which these fields extend to the marrow is not known precisely, although they tend to be radially oriented and would not be expected to produce marrow fields that exceed 1 mV/m. Although cartilage has streaming potentials even higher than bone, the physical and electrical relations of cartilage to bone marrow are also likely to result in only small fields in the marrow [K. McLeod, personal communication]. Finally, active skeletal muscle produces local extremely-low-frequency (ELF) electric fields due to ongoing action potential activity. However, given the relative resistance of muscle and bone, the resulting fields normal to the bone are expected to remain confined to the muscle layer itself with little effect inside the marrow; some penetration of the component parallel to bone will occur due to boundary effects, but is likely to be attenuated in the marrow. Thus, the marrow of the long

bones, site of hematopoiesis and leukemogenesis in humans, is most likely electrically silent with respect to natural ELF signals in the heart and CNS (due to distance), and based on first principles, quite likely "quiet" due to bone and muscle activity nearby. However, further microdosimetric research will be required to clarify the natural electric field environment inside bone marrow.

Epidemiological Implications

In a pooled analysis of all "qualifying" worldwide studies concerned with residential magnetic fields and childhood leukemia published through 1998, Greenland et al. (submitted) report a summary relative risk of 1.8 (95% CI: 1.1–2.9) associated with fields greater than 0.3 μT, compared to < 0.1 μT, with no evidence of heterogeneity across studies or across continents. In contrast, the risks associated with high wire categories (relevant to US studies only) were not consistent across studies.

Since the pooled analysis was completed, two studies of leukemia among children in Canada have been published, with neither reporting excess risk associated with wire code. McBride et al. [1999] reported little indication of an association of leukemia with personally monitored fields, while Green et al. [1999a] showed elevated odds ratios associated with fields measured within the residence and around the residence perimeter, as well as with the exposures recorded on personally-worn monitors [Green et al., 1999b]; these elevated risks were concentrated among younger children. A study across England, Wales, and Scotland [UKCCSI, 1999] reported no excess risks of childhood leukemia (or other cancers) associated with measured residential magnetic fields. How these more recent results may affect the pooled analysis has not been determined.

The immediate application of our results to specific studies in the EMF childhood leukemia literature is limited. The neighborhood was configured to represent residential electric service scenarios found in the Denver [Savitz et al., 1988] and Los Angeles [London et al., 1991] studies to address findings unique to those data sets [Ebi et al., 1999].

To that end, the neighborhood model incorporated realistic housing dimensions and realistic distances from the residence to street facilities (utility line and water main) and to backyard lines. The loads on the service drop conductors and 3rd harmonic generated from residential electricity usage were based on data acquired in a large-scale survey of nearly 1000 homes in the US [Zaffanella, 1993]. The power lines serving the neighborhood, however, were not loaded in accordance with their current-carrying capacity, nor were transformers more heavily concentrated on three-phase primaries, as compared to the other primaries in the model. Accordingly, the model neighborhood's power delivery system analyzed in this paper did not (and was not intended to) simulate the Wertheimer-Leeper wiring configurations, as they have been used in many epidemiological and exposure assessment studies.

In our simulated neighborhood, in which overhead distribution currents played no role in producing residential fields, the Spearman correlation of AvgGC with RoomAvgB was 0.52; in a sample of 333 nationwide residences whose magnetic fields were minimally affected by overhead power lines [see Kavet et al., 1999], the Spearman correlation of 24 h average ground current with spot measurements averaged across the residence was 0.41 [Kavet, unpublished observation]. Whereas the latter correlation was with respect to a field measurement taken at one point of time during the day in the real world, compared to a time averaged room measurement computed in a simulated neighborhood, the correspondence of these two correlation values is reassuring with regard to the neighborhood's representativeness of service drop/ground electrical properties.

V_{OC} is an exposure variable that we believe could explain the marginal association of measured field with leukemia in the Denver study (odds ratio (OR) of 1.93, 95% confidence interval (CI) 0.67–5.56; ≥ 0.2 μT spot-measured field compared to < 0.2 μT), and in the Los Angeles study (OR of 1.48, 95% CI 0.66–3.29; ≥ 0.268 μT 24 h bedroom average compared to < 0.68 μT). Both of these studies also reported positive associations between Wertheimer-Leeper wire code and leukemia risk, as well as positive associations between wire code and measured fields. As Ebi et al. [1999] reported, the wire code/leukemia associations in both studies were confined to backyard lines. Here, we report that both magnetic fields and V_{OC} are higher in residences with backyard lines.

In a separate follow-up analysis of the Savitz et al. (1988) Denver data set, Wertheimer et al. [1995] reported that increased all-cancer risks were associated with conductive plumbing, as well as with a metric they termed "elevated non-vertical" (ENV) fields, a marker of magnetic fields due to ground currents. These ENV fields may well have served as markers for V_{OC} according to the engineering relationships presented in this paper. No similar data were explicitly reanalyzed for Los Angeles, although Bowman et al. [1999] created a predictive model for residential magnetic fields in that data set which was used to confirm an association of leukemia risk with magnetic fields [Thomas et al., 1999]. These investigators

P. 42

conclude that the predicted fields cannot entirely account for the wire code association with leukemia reported by London et al. [1991], and that "the most likely hypothesis is that an unidentified exposure metric involving the ELF magnetic field plays a role in carcinogenesis". Although the investigators are likely alluding to alternate field metrics (perhaps transients), we believe that in a broader context, a "metric involving the ELF magnetic field" could also include contact current.

In the nine-state National Cancer Institute (NCI) childhood leukemia study [Linet et al., 1997], excess risk was reported for fields above 0.3 μT "blended" time-average field relative to < 0.065 μT (OR 1.7; 95% CI 1.0–2.9); in the 0.4–0.5 μT stratum, the OR peaked at 3.3 (95% CI 1.2–9.4). At higher fields the OR fell. We can only conjecture that the absence of a monotonic risk function in this study is due to the fact that the highest fields in the NCI data are caused by sources, such as nearby high voltage transmission lines, which do not contribute current to the residential ground path and thus to V_{OC}, whereas risk peaked among residences with high fields created by ground currents with correlated increases in V_{OC}. The NCI study reported no relationship of leukemia risk with Wertheimer-Leeper wire code category.

As mentioned above, the model here does not in any obvious way, adequately explain positive associations of cancer with overhead high voltage transmission lines, as reported in Sweden by Feychting et al. [1993]. However, we note the absence of a positive association in the study of childhood leukemia across the United Kingdom [UKCCSI, 1999], where residential wiring practices may preclude contact currents of the magnitude prevalent in residential electrical systems in the US.

Limitations

At this time there are no data that describe (a) the distribution of V_{OC} across residences, both single dwelling and multioccupancy, (b) the extent of physical contact with energized equipment or other conductive objects in the home that could produce contact current, or (c) the currents that actually result from such contacts. Factors that affect the magnitude of current from such contact include a residence's service/ground configuration and time-varying net load, alternative current paths (hand-to-hand and hand-to-feet), and variable impedance back to ground.

In addition, other situations can lead to either high V_{OC} or V_{OC} on unintended surfaces. For example, a poor connection in the service drop neutral will increase current through the ground wire, which will increase V_{OC}. Although all water pipes were assumed at ground in the model, a poorly conductive joint in a water line can produce V_{OC} on water fixtures if the ground wire is bonded upstream of that joint.

We need to address the data gaps identified above from a historical, as well as contemporary, perspective. Historical, to understand previous epidemiology studies of cases that occurred up to decades ago, when appliance construction, home wiring practices, and water service were different than they are today. More appliances today have a plastic exterior compared to metal exterior surfaces prevalent years ago; three-hole and two-hole polarized sockets are standard today as opposed to the unpolarized two-wire sockets used previously; and water service has evolved from copper pipe to plastic pipe, resulting in more alternative grounding practices. Contemporary, because if V_{OC} is an important exposure parameter with respect to health risks, then the knowledge of exposure characteristics as they now occur is critical to the design of new epidemiology studies. Obtaining reasonable estimates of the magnitude and temporal quality (likely to be highly intermittent) of residential contact current exposures, both historically and contemporarily, will also assist in designing laboratory studies to determine if appropriate cell or animal models of leukemia respond to exposures representative of the real world.

Another factor concerns exposures in apartment buildings, in which individual units are served through separate electric meters served from the same service drop. About one-quarter of all housing units in the US are apartments [US Census Bureau, 1999]. Depending on the wiring in the building, V_{OC} in one apartment may be dependent, to some extent, on net loads serving the others.

Other potentially relevant aspects of residential distribution systems have not been addressed here. These would include possible effects from loads downstream of the neighborhood in terms of fields from the primaries associated with those loads, and ground return currents that can insinuate themselves into the neighborhood's grounding system. All of the grounding in the neighborhood was through conductive water pipe through a conductive water main. The analysis here did not address redistribution of return current due to alternate grounding methods, such as driven ground rods or the effect of unintentional faults in the grounding system.

CONCLUSION

We have identified contact current due to V_{OC} as a factor potentially responsible for the association between residential magnetic fields and childhood leukemia. The studies of childhood leukemia risks in

EMF environments, which were of case-control design, encompass diverse combinations of base populations, control selection methods, transmission and distribution systems, and methods for assessing historical exposure relevant to a proposed etiologic period. Although alternate environmental exposures, including local vehicular traffic density [Pearson et al., 1999], viral contact [Sahl, 1994], and water quality [Kavet, 1995] have been proposed as possible explanations, none have risen to an acceptable level of plausibility. In addition, no bias with respect to case-control selection or response has been identified that would rationalize the positive associations in any unifying way [NIEHS Working Group, 1998]. The NIEHS Working Group's report [1998] and the NIEHS EMF RAPID report [1999] both concluded that significant uncertainty remains with respect to childhood leukemia risk in magnetic field environments.

In the virtual neighborhood analyzed here, which models residential service for single dwelling homes across much of the US and Canada, V_{OC} is strongly associated with the magnetic field, and is capable of delivering biologically significant dose to target tissue. Our conclusion regarding V_{OC} is more difficult to rationalize for those studies reporting positive associations in an overhead transmission line environment, although exposed caseloads were extremely small in number and magnetic induction effects cannot be ruled out automatically. The pooled analysis by Greenland et al. (submitted) suggests increased childhood leukemia risk above 0.3 μT, indicative of large currents in and around the residence. In our model, large currents in the ground are also capable of generating high V_{OC}. Interestingly, there has been no trace of positive association of childhood leukemia with residential electric fields [Savitz et al, 1988; London et al., 1991; McBride et al., 1999], which may be present regardless of current flow.

Two-year bioassays, as well as shorter-term model-specific bioassays for magnetic field carcinogenicity, and leukemia in particular, have been almost entirely negative [McCann et al., 1997, 2000] and have created a conceptual obstacle for drawing inferences regarding magnetic fields as a possible leukemogen [NIEHS, 1999]. If a toxicologically significant dose (induced electric field) is required in the fore- and hindlimbs to promote leukemia in a rodent model, then a magnetic field, even the high fields used in the bioassays, may be ineffective because of poor coupling to those sites.

To date there is no accepted biophysical mechanism that would explain leukemogenic effects of residential-strength magnetic fields, which are < 1 μT away from appliances [Valberg et al., 1997; NIEHS Working Group, 1998]. Contact currents due to V_{OC}s of the magnitude estimated for the residences in our neighborhood model produce electric fields in tissue that do not strain the question of biological plausibility to this extent, and in fact, produce doses with the potential to trigger biological effects.

Many unknowns about contact currents resulting from V_{OC} remain with respect to biological effects in appropriate laboratory models, the extent of exposure across the population now and historically, and the relevant associations of exposure with health endpoints. Finally, contact current is an exposure that likely occurs in the workplace in association with energized equipment. Occupational exposures to contact current merit as much attention as do residential exposures.

ACKNOWLEDGMENT

We thank Bob Olsen, Tony Sastre, and Richard Ulrich for their helpful commentary, critique, and encouragement throughout the project. For helpful comments for the revised paper, we thank Bill Bailey, Dan Bracken, Ken McLeod, Maria Stuchly, and Randall Takemoto-Hambleton.

APPENDIX 1

Detailed Neighborhood Description

1. Four streets and 40 houses comprise the model (Figure 3). A Street, B Street, and C Street run West to East, and N Street runs South to North. A Street and C Street are cul-de-sac, with 12 houses in A Street and six in C Street included in the study. B Street and N Street are through streets. Twelve houses in B Street and 10 in N Street are included in the study. A Street, B Street, and C Street are 12.2 m (40 feet) wide. N Street is 19.8 m (65 feet) wide. Houses are set back 9.1 m (30 feet) from the street.
2. A three-phase overhead distribution line, with thick wires (the term, "thick", was used by Wertheimer and Leeper [1979] to describe lines with high potential loading), is running along N Street. Another three-phase overhead distribution line, with thick wires, is running in the backyards of houses between A and B Streets. An overhead distribution line with a single-phase primary is running in the backyards of houses between B and C Streets. An underground distribution line serves the houses on the North side of A Street. The height of the neutral above ground is 10.1 m (33 feet). The distances between houses and lines are shown in Figure 3 and are listed in Appendix 2.

3. Seven different distribution transformers (T1 to T7) serve different groups of houses as shown in Figure 3. The transformers are connected between one phase of the primary and the neutral. For instance, transformer T6 is connected between Phase C and the neutral and serves eight houses: four houses directly connected to the transformer and four houses connected at the end of a secondary line.
4. The segments of the ground current circuit are indicated with thicker lines. They include water mains, water service lines connecting houses to the main, and the conductors connecting the electrical service neutral to the water service line inside the houses ("grounding wires"). The water mains are located in the middle of the street, 1.1 m (3.6 feet) below street level. Two types of ground current paths are considered inside each house: type 1 and type 2 (Figure 4). Type 1 is the shorter possible path for overhead street lines, overhead backyard lines, and underground street lines (top to bottom in Figure 4). Type 2 is the longer possible path for overhead street lines, overhead backyard lines, and underground street lines (top to bottom in Figure 4). For each house, the service drop arrives at a corner and then goes to the electrical panel. The attachment points of overhead service drops at the houses are 5.3 m (17.4 feet) above street level. The distance between service drop and inside wall of the house is 0.5 m (20 inches). The grounding wire is 0.3 m (10 inches) below the first floor. The water service line from the main is perpendicular to the street and arrives at 0.3 m (1 foot) from a house corner at a depth of 1.1 m (3.6 feet) below street level.
5. The class (1 = thick 3-phase primary, 3 = first span secondary, 6 = end pole, 7 = underground), distance, and wire code of the residences, the type of line (street or backyard), and the type of ground current path (Type 1 or Type 2) are listed in Appendix 2. Using Wertheimer-Leeper wire code terminology, there are 11 Very High Current Configuration (VHCC) houses, 13 Ordinary High Current Configuration (OHCC) houses, two Ordinary Low Current Configuration (OLCC) houses, and 14 Very Low Current Configuration (VLCC) houses, six of which have underground service.
6. The same dimensions are assigned to all houses: two-floor houses with a rectangular floor plan 10.7 m by 7.6 m (35 × 25 ft), with the longest dimension parallel to the street. The first and second floors are at 0.5 m (1.6 feet) and 3.3 m (10.8 feet) above street level, respectively. Each house contains eight equal size rooms, four per floor.
7. The electrical parameters of the conductors of the ground current circuit are given in Appendix 3. The values of these parameters were chosen to represent values encountered in practical situations. The termination impedances (to ground) simulating the extension of water mains and primary neutrals beyond the immediate neighborhood are listed in Appendix 3. The primary loads and their return currents had a negligible effect on residential magnetic fields and ground currents, and, therefore, were not taken into account in the neighborhood analysis presented in the Results.

APPENDIX 2

Characteristics of Neighborhood Houses

House	Class	Distance m (feet)	Residence code	Line type	Line location	Ground type
A1	7	7.6 (25)	VLCC	UG	Street	1
A2	1	13.7 (45)	VHCC	3-Phase	Backyard	1
A3	7	7.6 (25)	VLCC	UG	Street	2
A4	1	13.7 (45)	VHCC	3-Phase	Backyard	2
A5	7	7.6 (25)	VLCC	UG	Street	2
A6	1	13.7 (45)	VHCC	3-Phase	Backyard	1
A7	7	7.6 (25)	VLCC	UG	Street	1
A8	1	13.7 (45)	VHCC	3-Phase	Backyard	2
A9	7	7.6 (25)	VLCC	UG	Street	1
A10	1	13.7 (45)	VHCC	3-Phase	Backyard	2
A11	7	7.6 (25)	VLCC	UG	Street	1
A12	1	13.7 (45)	VHCC	3-Phase	Backyard	1
B1	1	24.4 (80)	OHCC	3-Phase	Backyard	2
B2	6	13.7 (45)	VLCC	1-Phase	Backyard	2
B3	1	24.4 (80)	OHCC	3-Phase	Backyard	2
B4	3	13.7 (45)	OHCC	1-Phase	Backyard	1
B5	1	24.4 (80)	OHCC	3-Phase	Backyard	1
B6	3	13.7 (45)	OHCC	1-Phase	Backyard	1

House	Class	Distance m (feet)	Residence code	Line type	Line location	Ground type
B7	1	24.4 (80)	OHCC	3-Phase	Backyard	1
B8	6	13.7 (45)	VLCC	1-Phase	Backyard	2
B9	1	24.4 (80)	OHCC	3-Phase	Backyard	1
B10	6	13.7 (45)	VLCC	1-Phase	Backyard	2
B11	1	24.4 (80)	OHCC	3-Phase	Backyard	2
B12	6	13.7 (45)	VLCC	2-Phase	Backyard	1
C1	6	24.4 (80)	VLCC	2-Phase	Backyard	1
C3	3	24.4 (80)	OLCC	2-Phase	Backyard	2
C5	3	24.4 (80)	OLCC	2-Phase	Backyard	1
C7	6	24.4 (80)	VLCC	2-Phase	Backyard	2
C9	6	24.4 (80)	VLCC	2-Phase	Backyard	2
C11	6	24.4 (80)	VLCC	2-Phase	Backyard	1
N1	1	13.7 (45)	VHCC	3-Phase	Street	1
N2	1	24.4 (80)	OHCC	3-Phase	Street	1
N3	1	13.7 (45)	VHCC	3-Phase	Street	1
N4	1	24.4 (80)	OHCC	3-Phase	Street	1
N5	1	13.7 (45)	VHCC	3-Phase	Street	2
N6	1	24.4 (80)	OHCC	3-Phase	Street	1
N7	1	13.7 (45)	VHCC	3-Phase	Street	1
N8	1	24.4 (80)	OHCC	3-Phase	Street	2
N9	1	13.7 (45)	VHCC	3-Phase	Street	2
N10	1	24.4 (80)	OHCC	3-Phase	Street	2

APPENDIX 3

Electrical Parameters of the Ground Current Circuit Conductors[a]

	Resistance (mΩ/m)	Geometric mean diameter (m)
Primary neutral	0.494	0.008
Secondary neutral (overhead line)	0.494	0.008
Secondary neutral (underground line)	0.336	0.009
Service drop neutral (overhead)	0.494	0.008
Service drop neutral (underground)	0.84	0.005
Grounding wire	3.25	0.0025
Water line	0.206	0.023
Water main[b]	0.32	0.01
Ground rod at service entrance	50 Ω	
Water main terminations	0.002 Ω	
Primary neutral terminations	0.002 Ω	

[a]The values in the table are based on personal experience of one of the authors (LEZ), who managed the EPRI high voltage facility in Lenox, MA, was the principal investigator of the "1000-home study" [Zaffanella, 1993], and developed the algorithms for the ground current network analysis used in the modeling software.

[b]Geometric mean diameter (GMD) is a function of a conductor's physical dimensions and impedance characteristics. The water main has a smaller GMD than the water line, even though it is physically larger.

REFERENCES

Barnes F, Wachtel H, Savitz D, Fuller J. 1989. Use of wiring configuration and wiring codes for estimating externally generated electric and magnetic fields. Bioelectromagnetics 10:13–21.

Bowman JD, Thomas DC, Jiang L, Jiang F, Peters JM. 1999. Residential magnetic fields predicted from wiring configurations: I. Exposure model. Bioelectromagnetics 20: 399–413.

Dawson TW, Stuchly MA, Caputa K, Sastre A, Shepard RB, Kavet R. Pacemaker interference and low frequency electric induction in humans by external fields and electrodes. IEEE Trans Biomed Eng. (In press).

Dawson TW, Stuchly MA. 1998. High-resolution organ dosimetry for human exposure to low-frequency magnetic fields. IEEE Trans Magnetics 34:708–718.

Ebi KL, Zaffanella LE, Greenland S. 1999. Application of the case-specular method to two studies of wire codes and childhood cancers. Epidemiology 10:398–404.

Feychting M, Ahlbom A. 1993. Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines. Am J Epidemiol 138:467–481.

Green L, Miller A, Agnew D, Greenberg M, Li J, Villeneuve P, Tibshirani R. 1999a. Childhood leukemia and personal monitoring of residential exposures to electric and magnetic fields in Ontario, Canada. Cancer Causes Control 10: 233–243.

Green L, Miller A, Villeneuve P, Agnew D, Greenberg M, Li J, Donnelly K. 1999b. A case-control study of childhood leukemia in southern Ontario, Canada, and exposure to magnetic fields in residences. Int J Cancer 82:161–170.

Q. 46

Greenland S, Shepard A, Kelsh M, Kaune W. A pooled analysis of magnetic fields, wire codes and childhood leukemia. (submitted).

Hart RA, Gandhi OP. 1998. Comparison of cardiac-induced endogenous fields and power frequency induced exogenous fields in an anatomical model of the human body. Phys Med Biol 43:3083–3099.

IEEE. 1985. Corona and field effects of AC overhead transmission line: information for decision makers. IEEE Power Engineering Society, New York, NY.

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. 1998. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics 74:494–522.

Kaune WT, Guttman JL, Kavet R. 1997. Comparison of coupling of humans to electric and magnetic fields with frequencies between 100 Hz and 100 kHz. Bioelectromagnetics 18:67–76.

Kavet R. 1995. Magnetic field exposure assessment. In: Blank M, editor. Electromagnetic fields: biological interactions and mechanisms. Washington, DC: American Chemical Society, p 191–223.

Kavet R, Ulrich R, Kaune W, Johnson G, Powers T. 1999. Determinants of power-frequency magnetic fields in residences located away from overhead power lines. Bioelectromagnetics 20:306–318.

Kheifets LI, Kavet R, Sussman SS. 1997. Wire codes, magnetic fields, and childhood cancer. Bioelectromagnetics 18: 99–110.

Linet MS, Hatch EE, Kleinerman RA, Robison LL, Kaune WT, Friedman DR, Severson RK, Haines CM, Hartsock CT, Niwa S, Wacholder S, Tarone RE. 1997. Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children. N Engl J Med 337:1–7.

London SJ, Thomas DC, Bowman JD, Sobel E, Cheng T-C, Peters JM. 1991. Exposure to residential electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia. Am J Epidemiol 134:923–937.

MacGinitie LA. 1995. Streaming and piezoelectric potentials in connective tissue. In: Blank M, editor. Electromagnetic fields: biological interactions and mechanisms. Wash, DC: American Chemical Society, p 125–142.

McBride M, Gallagher R, Theriault G, Armstrong B, Tamaro S, Spinelli J, Deadman J, Fincham S, Robson D, Choi W. 1999. Power-frequency electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia in Canada. Am J Epidemiol 149: 831–842.

McCann J, Kavet R, Rafferty CN. 1997. Testing EMF for potential carcinogenic activity: a critical review of animal models. Environ Health Perspect 105 (Suppl 1):81–103.

McCann J, Kavet R, Rafferty CN. 2000. Assessing the potential carcinogenic activity of magnetic fields using animal models. Environ Health Perspect. 108 (Suppl 1): 79–100.

NEC. 1992. National Electric Code 1993. Quincy, MA: National Fire Protection Association.

McLeod KJ, Rubin CT, Otter MW, Qin Y-X. 1998. Skeletal cell stresses and bone adaptation. Am J Med Sci 316:176–183.

NESC. 1992. 1993 National Electric Safety Code. New York, NY: IEEE.

NIEHS. 1997. EMF Science Review Symposium: Breakout Group Reports for theoretical mechanisms and in vitro research findings. March 24–27, 1997. National Institutes of Environmental Health Sciences, Durham, NC.

NIEHS Working Group. 1998. Assessment of health effects from exposure to power-line frequency electric and magnetic fields: working group report. Portier C, Wolfe M, editors. NIH Publication No. 98-3981. National Institute of Environmental Health Sciences. Research Triangle Park, NC.

NIEHS. 1999. Health effects from exposure to power-line frequency electric and magnetic fields. NIH Publication No. 99-4493, Research Triangle Park, NC.

Pearson RL, Wachtel H, Ebi KL. 1999. Traffic density as a risk factor for childhood cancer in Denver and Los Angeles. EPRI, TR-114231, Palo Alto, CA.

Rauch GB, Johnson G, Johnson P, Stamm A, Tomita S, Swanson J. 1992. A comparison of international residential grounding practices and associated magnetic fields. IEEE Trans Power Delivery 7:934–939.

Reilly JP. 1998. Applied bioelectricity: from electrical stimulation to electropathology. New York: Springer-Verlag.

Sahl JD. 1994. Viral contacts confound studies of childhood leukemia and high-voltage transmission lines. Cancer Causes Control 5:279–283.

Savitz DA, Wachtel H, Barnes FA, John EM, Tvrdik JG. 1988. Case-control study of childhood cancer and exposure to 60-Hz magnetic fields. Am J Epidemiol 128:21–38.

Stuchly MA, Dawson TW, Caputa K, Okoniewski M, Potter M. 1998. Validation of computational methods for evaluation of electric fields and currents induced in humans exposed to electric and magnetic fields. EPRI, Report TR-111768, Palo Alto, CA.

Thomas DC, Bowman JD, Jiang L, Jiang F, Peters JM. 1999. Residential magnetic fields predicted from wiring configurations: II. Relationships to childhood leukemia. Bioelectromagnetics 20:414–422.

UK Childhood Cancer Study Investigators. 1999. Exposure to power-frequency magnetic fields and the risk of childhood cancer. The Lancet 354:1925–1931.

US Census Bureau. 1999. Statistical Abstract of the United States, 1999. Washington, DC: US Census Bureau, 1999.

Valberg PA, Kavet R, Rafferty CN. 1997. Can low-level 50/60 Hz electric and magnetic fields cause biological effects? Radiat Res 148:2–21.

Wertheimer N, Leeper E. 1979. Electrical wiring configurations and childhood cancer. Am J Epidemiol 109:273–284.

Wertheimer N, Leeper E. 1982. Adult cancer related to electrical wires near the home. Int J Epidemiol 11:345–355.

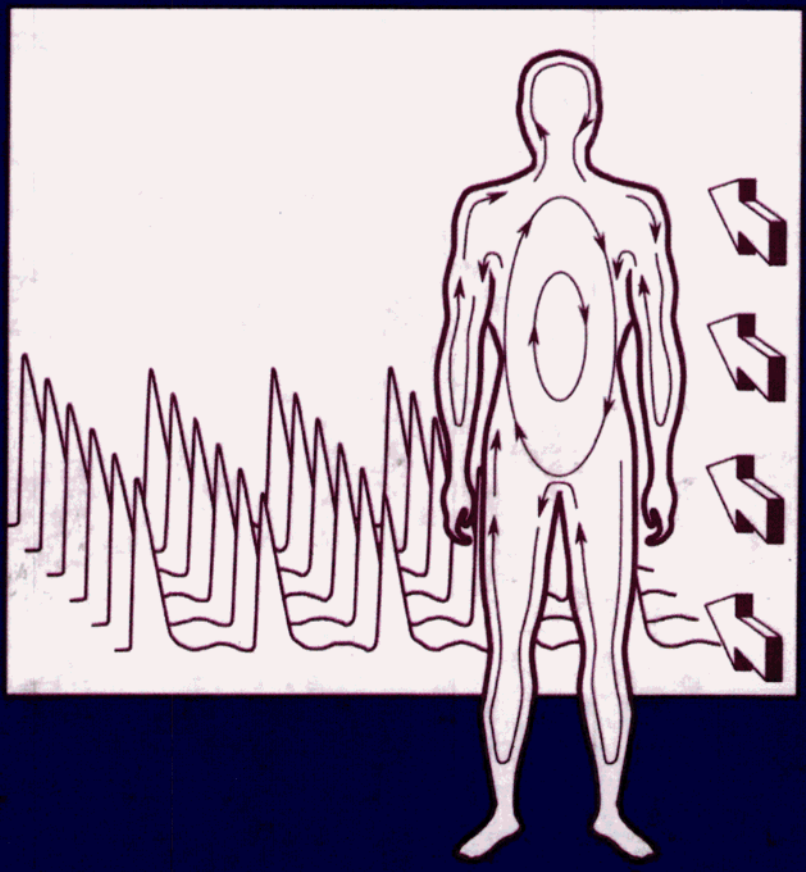
Wertheimer N, Savitz DA, Leeper E. 1995. Childhood cancer in relation to indicators of magnetic fields from ground current sources. Bioelectromagnetics 16:86–96.

Zaffanella LE, Kavet R, Pappa JR, Sullivan TP. 1997. Modeling magnetic fields in residences: validation of the RESICALC program. J Exp Anal Environ Epidemiol 7: 241–258.

Zaffanella LE. 1993. Survey of residential magnetic field sources. Electric Power Research Institute, TR-102759, Vol 1-2, Palo Alto, CA.

EXHIBIT C

Electrical Stimulation and Electropathology



J. Patrick Reilly

P 479
103 / 770

Table 2.7. *Statistical summary of DC body impedance measurements (data listed in kΩ)*

	Adults			Children		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
A. Dry conditions						
Hand/hand	6.96	11.45	15.69	4.04	14.35	51.10
Hand/two feet	2.62	4.00	6.51	2.62	5.70	18.72
Hand/two feet	—	—	—	2.00	4.25	12.68
B. Wet conditions						
Hand/hand	1.28	1.86	2.45	1.70	2.55	4.47
Hand/two feet	0.93	1.20	1.67	1.43	1.80	3.02
Two hands/two feet	0.63	0.84	1.16	0.90	1.30	2.04

Notes: (*a*) Hand electrodes: two No. 10 Awg twisted copper wires.
(*b*) Voltage: 12 V DC; curent ~1 mA (children), ~5 mA (adults).
(*c*) Wet conditions apply to treatment with 20% NaCl solution.
(*d*) Children's ages: 3–15 years; adults ages: 18–58 years.
(*e*) Data from H. B. Whitaker (1939).

The curves plotted in Figs. 2.22 and 2.23 form approximately straight lines, which indicate the log-normal distribution on this plotting format. The slopes of the distribution curves are substantially less for wet than for dry conditions, and dry-skin slopes are greater for children than for adults. In general, children's resistance is greater than that of adults. Apparently, the shorter current paths of children is more than offset by their reduced volume. This can be appreciated by a simple calculation treating the limbs as conducting cylinders of length L and cross-sectional radius r. According to Eq. (2.1), the limb resistance would be calculated by $R = L\rho/(\pi r^2)$. If we assume that the ratio L/r is independent of body size, then it is concluded that resistance would vary inversely with r.

2.4 Impedance at Higher Frequencies

Skin impedance decreases as the frequency of the excitation current is increased, as noted in Table 2.8 (Schwan, 1968). The capacitive component of skin impedance is primarily responsible for its frequency dependence. Figure 2.24 illustrates the frequency dependence of impedance over the range 0–2000 Hz, using large hand-to-hand electrodes on dry skin (from Biegelmeier, 1986). At the highest frequency, impedance is reduced to about 750 Ω, a value approximately that for the internal body impedance with hand-to-hand contacts.

Figure 2.25 illustrates the measurements of Osypka (1963) in the frequency range 0.3–100 kHz, using low voltages (approximately 10 V) and

large copper-cylinder hand-to-hand contacts. The test results with dry and wet hands show that above 5 kHz, the effects of skin hydration become negligible. Table 2.9 shows impedance measurements at 0.375 and 1 MHz (Schwan, 1968). The hand-to-hand data are similar to the values for internal body impedance as discussed in Sec. 2.3.

Chatterjee and colleagues (1986) measured impedance in the range of 10 kHz to 10 MHz. Adult subjects numbered 367 (170 M, 197 F). The hand electrode was a brass rod of diameter 1.5 cm; subjects stood barefoot on a copper plate. Prior to measurements, the subject's hand was moistened

Table 2.8. *Dry-skin impedance versus frequency*

Frequency (kHz)	Magnitude (Ω cm²)	Phase angle (deg)
1	14,000	—
5	3,000	−70
10	1,800	−65
20	1,000	−55
50	500	−30
100	300	−20
200	250	−10

Note: Phase angle given by $\tan^{-1} X/R$, where X is capacitive reactance, and R is resistance.
Source: Schwan (1968).

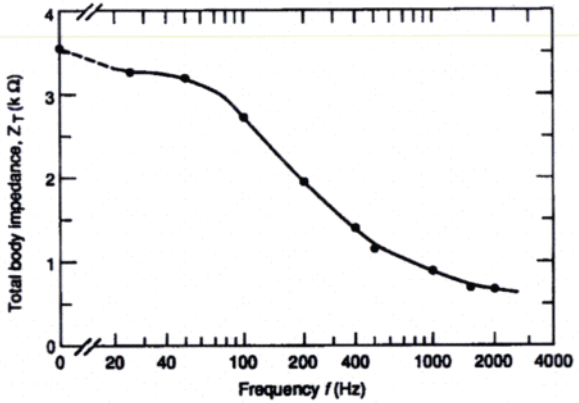


Figure 2.24 Frequency dependence of impedance with large electrodes, dry hand-to-hand current path. Applied voltage = 25 V rms. (From Beigelmier, 1986.)

with 0.9% physiological saline. The subject's feet were not treated with saline. Figure 2.26 shows results from these experiments separately for male and female subjects. The authors assumed that impedance was related to body size, rather than sex per se, and that impedance was inversely proportional to subject's height. The phase-angle data show that the impedance is largely resistive in the indicated frequency range. The magnitude of impedance drops steadily with increasing frequency, to a

Table 2.9. *Body impedance at 0.375 and 1 MHz*

Electrode location	Area (cm^2)	Impedance $f = 0.375$ MHz (Ω)	Impedance $f = 1$ MHz (Ω)
Hand to hand	90	475	460
Finger to other arm	10/65	500	470
Across left arm	32	34	21
Across elbow joint	32	37	21
Across shoulder joint	32	47	31
Across neck	32	36	18
Forehead to neck	32	82	57
Chest to back	150	31	20
Across thorax	150	29	19
Right wrist to left leg	75	248	234
Left wrist to right leg	75	274	266

Note: Area applies to each electrode, except for finger/arm, where two different electrode sizes were used.
Source: From Schwan (1968).

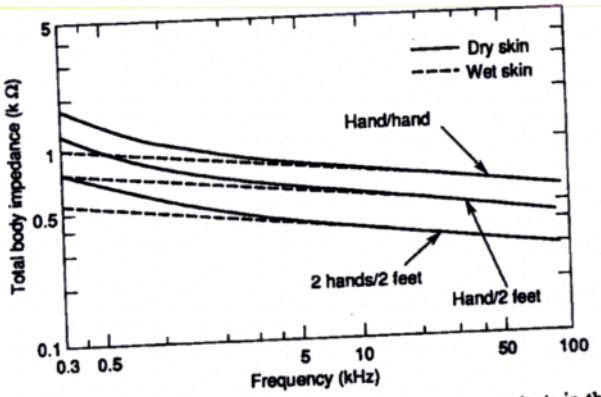


Figure 2.25 Total body impedance for large-area contacts in the frequency range 0.3–100 kHz. (From Osypka, 1963.)

value nearly equal to the internal body impedance reported in Sec. 2.3 for hand-to-feet contacts.

2.5 High-Voltage and Transient Properties

The author and colleagues studied current and voltage relationships under high-voltage conditions with living subjects (Reilly et al., 1983, 1984, 1985). These experiments could be safely conducted on living subjects because the duration and energy of the stimuli were limited by the use of capacitive discharges. These experiments provided the first detailed account of high-voltage current response in the microsecond time scale.

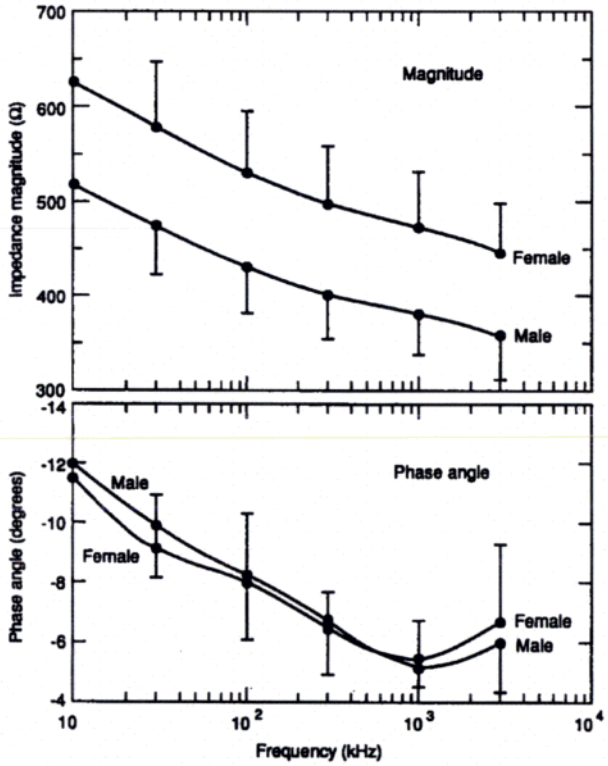


Figure 2.26 Magnitude and phase of impedance measured on 367 subjects, hand-to-feet contact. Hand electrode: 3.5-cm rod; wet hand contacts; bare feet on plate. Vertical bars show standard deviations. (From Chatterjee et al., 1986 © 1986 IEEE.)

Menneskeskapte elektromagnetiske felt tvinger ioner til oscillering og fører til dysfunksjoner i spenningsstyrte ionekanaler, oksidativt stress og DNA-skade (gjennomgang)

DIMITRIS J. PANAGOPOULOS[1-3], ANDREAS KARABARBOUNIS[4], IGOR YAKYMENKO[5,6] og GEORGE P. CHROUSOS[2]

[1]Laboratory of Health Physics, Radiobiology and Cytogenetics, Institute of Nuclear and Radiological Sciences and Technology, Energy and Safety, National Center for Scientific Research 'Demokritos', 15310 Athen; [2]Choremeion Research Laboratory, Medical School, National and Kapodistrian University of Athens, 11527 Athen; [3]Electromagnetic Field-Biophysics Research Laboratory, 10681 Athen; [4]Department of Physics, Section of Nuclear and Particle Physics, National and Kapodistrian University of Athens, 15784 Athen, Hellas; [5]Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology of National Academy of Science of Ukraine, 03022 Kyiv; [6]Department of Public Health, Kyiv Medical University, 02000 Kyiv, Ukraina

Mottatt 9 juli 2021; akseptert 23. august 23, 2021. [Norsk oversettelse juni 2022 ved Einar Flydal]

DOI: 10.3892/ijo.2021.5272 (engelsk original) Norsk oversettelse kan lastes ned fra: http://einarflydal.com

Sammendrag. Eksponering av dyr/prøver av biologisk materiale for menneskeskapte elektromagnetiske felt (EMF), spesielt i det ekstremt lave frekvensbåndet (ELF), og i mikrobølge-/radiofrekvensbåndet (RF) som alltid er kombinert med ELF, kan føre til DNA-skade. DNA-skade er forbundet med celledød, infertilitet og andre patologier, herunder kreft. ELF-eksponering fra kraftledninger og kompleks RF-eksponering fra trådløse kommunikasjonsantenner/-enheter er knyttet til økt kreftrisiko. Nesten alle menneskeskapte RF EMFer inneholder ELF-komponenter i form av modulasjon, pulsering og tilfeldig variasjon. Således er tilstedeværelsen av ELFer et fellestrekk ved nesten alle menneskeskapte EMFer, i tillegg til polarisering og koherens. Den foreliggende studien gjennomgår DNA-skaden og tilknyttede virkninger som påføres av menneskeskapte EMF. Gjennomgangen gir en omfattende beskrivelse av svingningsmekanismen som påtvinges ioner av polariserte/koherente EMFer og som forstyrrer åpning og lukking av spenningsstyrte ionekanaler i cellemembraner. Konsentrasjonene av ioner i cellene bestemmer cellens elektrokjemiske balanse og homeostase. Dysfunksjoner i ionekanaler forstyrrer disse. Den foreliggende studien viser hvordan dette kan føre til DNA-skade via overproduksjon av reaktive oksygenarter/frie radikaler. Det gis gjennom dette et fullstendig bilde av hvordan menneskeskapt EMF-eksponering helt klart kan føre til DNA-skade og tilknyttede patologier, herunder kreft. Dessuten framsettes den antakelsen at de ikke-termiske biologiske virkningene som tilskrives RF EMFer, i realiteten skyldes deres ELF-komponenter.

Originalens tittel: Human-made electromagnetic fields: Ion forced-oscillation and voltage-gated ion channel dysfunction, oxidative stress and DNA damage (Review)

Korrespondanse: Dr. Dimitris J . Panagopoulos, Laboratory of Health Physics, Radiobiology and Cytogenetics, Institute of Nuclear and Radiological Sciences and Technology, Energy and Safety, National Center for Scientific Research 'Demokritos', Patr. Grigoriou E' og 27 Neapoleos Street, Agia Paraskevi, 15310 Athen, Hellas
E-mail: dpanagop@biol.uoa.gr

Forkortelser: DECT (digitally enhanced cordless telecommunications): digitalt forbedret trådløs telekommunikasjon ('snorløs fasttelefon'); ELF: ekstremt lav frekvens/ lavfrekvent; EMF: elektromagnetisk felt; MT: mobiltelefoni; OS: oksidativt stress; RF: radiofrekvens/radiofrekvent; ROS (reactive oxygen species): reaktive oksygenarter; ULF: ultralav frekvens/ultra lavfrekvent; VGIC (voltage-gated ion channel): spenningsstyrt ionekanal, dvs. med 'port' som åpnes/lukkes av spenningsforskjeller; VGCC (voltage-gated calcium channel): spenningsstyrt kalsiumkanal; TK (wireless communication): trådløs kommunikasjon; WiFi (wireless fidelity): (egentlig 'trådløs troverdighet') WiFi (en teknisk standard for trådløse nettverk); 2G/3G/4G/5G: andre/tredje/fjerde/ femte generasjon mobiltelefoni

Søkeord: EMF, ionesvingning, VGIC , frie radikaler, OS, ROS, DNA-skader, kreft

Innhold

1. Innledning
2. Den biofysiske virkemåten til polariserte/koherente EMF som fører til dysfunksjoner i spenningsstyrte ionekanaler (VGICer) og forstyrrelse av cellens elektrokjemiske balanse
3. Biokjemiske prosesser som aktiveres av forstyrret åpning og lukking av VGICene, og som fører til DNA-skade
4. Drøfting

1. Innledning

Eksperimentelle og epidemiologiske funn som knytter eksponering av levende organismer for ELF og komplekse menneskeskapte EMFer fra radiofrekvenser (RF) til genetisk skade, infertilitet og kreft. Det fins en mengde eksperimentelle funn som knytter så vel in vivo som in vitro eksponering av forsøksdyr og celler for ekstremt lavfrekvente (ELF) (3-3000 Hz) og for elektromagnetiske felt (EMF) med radiofrekvenser (RF)/mikrobølger (300 kHz-300 GHz), til genetiske skader/ endringer (blant annet DNA-skader, kromosomskader og mutasjoner), celledød og tilknyttede virkninger (1-4). De fleste funnene gjelder eksponering for EMF fra trådløs kommunikasjon (TK) [fra mobiltelefoner/antenner, snorløse fasttelefoner (blant andre DECT: digitally enhanced cordless telecommunications), trådløst internett (WiFi: trådløse lokalnett) og 'Bluetooth'-baserte trådløse tilknytninger,]. Disse kombinerer med nødvendighet bærefrekvenser for RF/mikrobølger med ELF-pulsing og modulering, og med tilfeldig ultralavfrekvent (ULF)

(0-3 Hz) variasjon av signalet. I dag inneholder nesten alle tekniske radiofrekvente EMFer (ikke bare slike RF som kommer fra trådløs kommunikasjon, men også fra blant annet radarer, radio- og fjernsynsantenner) ELF/ULF-komponenter i form av pulseringer som slås av/på, fra modulasjon og fra signalvariasjoner. Disse kalles vanligvis ganske enkelt 'RF', men egentlig er de kombinasjoner av radiofrekvenser (RF) og ekstra- og ultralave frekvenser (ELF/ULF) (4).

Antallet eksperimentelle laboratoriestudier som påviser genetisk skade og tilknyttede virkninger påført av EMF fra menneskeskapte ELF eller RF (kombinert med ELF), og da på en rekke organismer/celletyper under forskjellige eksperimentelle forhold, har økt raskt, særlig de siste årene (5-55).

Mange av de nevnte funnene har å gjøre med DNA-skade og påfølgende celledød i reproduktive celler hos forskjellige dyr, noe som fører til nedgang i reproduksjonen. Som rapportert gjennom forskjellige studier på en rekke dyr (25,30,31,36,40, 41,46), viser særlig virkningene av EMF fra pulserende trådløs kommunikasjon på DNA i reproduktive celler en markant likhet og de forklarer andre funn som forbinder EMF-eksponering for trådløs kommunikasjon med infertilitet blant insekter, fugler og pattedyr (herunder mennesker) (56–64), så vel som nedgang i fugle- og insektbestander (spesielt bier) i løpet av de siste 15 årene (65–69). En tydelig reduksjon i reproduksjon (redusert egglegging og fosterdød) etter eksponering for stråling fra mobiltelefoni (MT) ble observert å være likeartet hos bananfluer (30,40,57,58), kyllingegg (61), fugler (65-67), og bier (63). Lignende virkninger er rapportert for krypdyr (70,71), rotter (31,62) og menneskelig sædceller (redusert antall sædceller og redusert bevegelighet) (59,60). Disse markant like funnene i forskjellige organismer, som er gjort av forskjellige forskningsgrupper, kan forklares med den celledøden som er observert blant reproduktive celler etter DNA-skade, noe som er observert for bananfluers ovarieceller (30,40,41,46), menneskelige sædceller (36), og sædceller fra mus og rotter (25,31). At eksponering for EMF som er rene ELF, har ført til redusert reproduksjon etter DNA-skade og celledød blant reproduktive celler og til fosterdød, er også rapportert (4,9,14,22,47).

Samtidig kobler epidemiologiske/statistiske studier i økende grad menneskeskapt EMF-eksponering til helseproblemer, genetiske skader og kreft i menneskelige befolkningsgrupper. Mer spesifikt er ELF EMFer fra kraftledninger og høyspent-transformatorer (hovedsakelig 50–60 Hz pluss tilleggsfrekvenser på grunn av blant annet overharmoniske svingninger, støy og utladninger) knyttet til barneleukemi (72–82) ved magnetfelt-intensiteter ned til 2 mG (0.2 μT) (76,82), og til avstander fra kraftledninger opp til 600 m (81), og til elektriske feltintensiteter ned til 10 V/m (78). RF-eksponering fra ulike antenner, som alltid inneholder ELF-komponenter, noe som særlig gjelder MT-antenner, er knyttet til ulike former for kreft. Hallberg og Johansson (83) fant en sammenheng mellom forekomst av hudkreft (melanom) hos mennesker og boligens eksponering for radiokringkastingsantenner, mens to nyere studier har funnet signifikant økt genetisk skade i perifere blodlymfocytter hos personer som bor i nærheten av MT-basestasjoner (84,85). I løpet av de siste 15 årene har epidemiologiske studier funnet en økende sammenheng mellom bruk av mobil- og trådløs telefon og hjernesvulster hos mennesker (86-98). I løpet av de siste 20 årene har statistiske studier dessuten funnet forbindelser mellom eksponering for MT-basestasjoner og -enheter og rapporterte symptomer på uvelvære omtalt som ‘mikrobølgesyndrom’ og ‘el-overfølsomhet’ (EHS). Symptomene omfatter hodepine, tretthet, søvnforstyrrelser m.m. (99-107). En høy prosentandel (~80 %) av pasienter som selv rapporterer seg som el-overfølsomme, ble nylig funnet å ha forhøyet nivå av oksidativt stress (OS) [økning internt i celler av frie radikaler/reaktive oksygenarter (ROS)] i sitt perifere blod (108).

En gjennomgang av studier som gjelder eksponering for komplekse RF-EMF med ELF-pulsering/modulering viste at 93% av disse studiene rapporterte at biologiske systemer ble påført overproduksjon av OS/ROS (109).

Påføring av kreft hos forsøksdyr ved langvarig mobiltelefoni (MT)-eksponering, som inneholder ELF-pulseringer, er også rapportert (110,111). En nylig studie under USAs nasjonale toksikologiske program (NTP) fant at rotter som var blitt eksponert i 2 år, 9 timer per dag, i nærfeltet av simulerte 2. generasjons (2G) eller 3.generasjons (3G) mobiltelefoni-stråling, utviklet hjernekreft (gliom) og hjertekreft (malignt schwannom), både ved lavere og høyere strålingsnivåer enn de grensene myndighetene aksepterer (112). Studien fant dessuten signifikant økt DNA-skade (trådbrudd) i hjernene til eksponerte dyr (113), noe som bekrefter at DNA-skade er nært knyttet til karsinogenese [utvikling av kreft, o.a.]. En italiensk studie av livslang eksponering av rotter i et simulert 2G mobiltelefoni-fjernfelt fant også at de ble påført schwannomer i hjertet og glia-svulster i hjernen, noe som bekrefter resultatene fra NTP-studien (114).

Disse funnene av kreftfremkallende egenskaper på dyr sammen med de epidemiologiske kreftfunnene på mennesker, DNA-skadene og OS-funnene og de negative virkningene på reproduksjonen på grunn av DNA-skade i kjønnscellene og fosterdød, peker i samme retning, som er at menneskeskapt EMF-eksponering forårsaker OS- og DNA-skader som kan føre til kreft, reproduksjonsnedgang og tilknyttede lidelser. Det er viktig å merke seg at eksponeringsnivåene i det store flertallet av alle de nevnte studiene (1-114) var betydelig under de offisielt aksepterte eksponeringsgrensene for ELF og RF EMF, som hva gjelder ELF er satt for å forhindre utladninger på mennesker [f.eks. støt og radarpulser, o.a.], og hva gjelder RF for å hindre oppvarming av levende vev (115,116).

Samtidig har flere andre studier rapportert at de ikke har funnet noen virkninger av ELF eller radiofrekvente EMF i noen av de nevnte endepunktene (1-4,47,57,115-124), og spesielt gjelder dette studier som har brukt eksponering for simulert mobiltelefoni/trådløs kommunikasjon (MT/TK) fra generatorer med ikke-varierende parametere (blant annet intensitet, frekvens og pulsing) og heller ingen modulasjon eller tilfeldig variasjon. Derimot ble det funnet virkninger i mer enn 95% av de studiene som brukte reell MT/TK-eksponering fra kommersielt tilgjengelige enheter (mobiltelefoner/trådløse telefoner og WiFi) med høy signalvariasjon (4,121,122). Selv når man ser bort fra om eksponeringen kom fra reelle eller simulerte kilder, finner flertallet av eksperimentelle studier (mer enn 70%) virkninger både i RF-båndet (som er kombinert med ELF) og i det rene ELF-båndet (4,109,123,124). I en nylig gjennomgang av 138 RF-studier med frekvenser >6 GHz som vurderte mulige virkninger fra 5. generasjons (5G) systemer for mobiltelefoni/trådløs kommunikasjon, som er under utrulling, undersøkte ikke forfatterne spesielt om det var ELF-komponenter i eksponeringen og eventuelt av hvilken type, eller om det fantes noen likheter uavhengig av bærefrekvensen mellom de signalene som ble produsert av generatorer i de undersøkte studiene, og de som inngår i 5G. Selv om de fleste av de gjennomgåtte studiene rapporterte virkninger, ble de i gjennomgangen kritisert for ikke å være ‘uavhengig gjentatt’ og for å bruke ‘lavkvalitets metoder for vurdering og kontroll av eksponeringen’ (125). Slik forsøkte forfatterne av gjennomgangen å nedgradere enhver rapportert virkning, samtidig som deres egen metodikk for gjennomgangen var mangelfull.

Under den økende vekten av vitenskapelige belegg har Det internasjonale kreftforskningsbyrået (IARC) nå for lengst

klassifisert både ELF og RF EMF som mulig kreftfremkallende for mennesker (gruppe 2B) (117-119). Basert på ytterligere vitenskapelig bevis etter IARC-klassifiseringen for RF EMF i 2011, har flere studier antydet at EMF fra radiofrekvenser/mobiltelefoni bør revurderes og klassifiseres som sannsynligvis kreftfremkallende (gruppe 2A) eller som kreftfremkallende (gruppe 1) for mennesker (92,97,126,127). Som allerede understreket, var ELF/ULF-komponentene til stede i de langt fleste studiene som ble betegnet som 'studier av RF'.

I de langt fleste studiene ovenfor (1-124) ble det rapportert virkninger som ble framkalt av ELF eller av EMF fra komplekse RF (som inneholder ELF), og som ikke ble ledsaget av noen oppvarming av betydning av det eksponerte levende vevet. Likefullt er det godt etablert at rene EMF fra RF/mikrobølger forårsaker oppvarming av eksponerte materialer (som f.eks. i mikrobølgeovner). Oppvarmingen fra mikrobølger blir betydelig ved høy styrke/intensitet (≥0.1 mW/cm^2) [1 000 000 μW/m^2] og høy frekvens (i GHz-området) (128). Ut over dette er det knapt rapportert at rene RF EMF, som har svært begrenset teknisk bruk, framkaller ikke-termiske virkninger, og det er i slike tilfeller tvilsomt om det ble sørget nøye for at alle ELF ble utelukket (129).

DNA-skader og tilknyttede sykelige tilstander. Det er godt dokumentert at skade på DNA er forbundet med cellers aldring (cellealdring og tap av evne til å dele seg), celledød, nevrodegenerative sykdommer og aldring av organismen, og er hovedårsaken når kreft påføres av miljøstressorer (3,130-138). Hendelser som skader DNA inntreffer når som helst i cellene i enhver levende organisme og skyldes en rekke hendelser (så som eksponering for ultrafiolett stråling, naturlig radioaktivitet eller cytotoksiske kjemikalier), men for å beskytte mot dette har det utviklet seg effektive DNA-reparasjonsmekanismer. Som skade i DNA regnes enhver forandring i en nukleotidbase, deoksyribose, et brudd i en kovalent binding mellom deoksyribose og nukleotidbase, og et brudd i én eller begge båndene i en fosfodiesterbinding (3,130-139).

Kopiering av skadet (eller unøyaktig reparert) DNA kan inntreffe før reparasjon eller blokkering, og kan da føre til genmutasjoner, som så vil gi opphav til feilformede proteiner. Mutasjoner i onkogener, i svulstundertrykkende gener, i DNA-reparasjonsgener eller gener som kontrollerer cellesyklusen kan skape en klonet bestand av celler med en særegen evne til å formere seg. DNA-metylering, som kan hindre at DNA-reparasjonsgener får virke og syntese av forbundne proteiner, kan føre til unøyaktig ('feilutsatt') DNA-reparasjon. Mange slike hendelser, som kan akkumuleres over lang tid ved tilfeller der det skjer en vedvarende eksponering for kreftfremkallende stoffer, kan føre til genomisk ustabilitet og kreft (133,134,136, 139).

Når det genomiske DNAet til en celle er skadet av en ytre stressfaktor og skaden enten ikke kan repareres eller bare repareres unøyaktig, er følgende utfall mulige: i) Cellen dør (nekrose) eller ledes til selvmord (påført apoptose). Når dette gjelder celletyper som har evne til å formere seg, kompenserer organismen for tapet ved å skape nye celler, praktisk talt uten negative konsekvenser, bortsett fra energiforbruket, som kan føre til raskere aldring når slike hendelser forekommer hyppig. Når det gjelder celletyper som ikke har evne til å formere seg, slik som nerveceller og kondrocytter, vil tap av et betydelig antall celler sannsynligvis føre til at bestemte vev/organer ikke er i stand til å fungere normalt. Når det gjelder nerveceller, kan dette blant annet føre til nevrodegenerative sykdommer som Alzheimer og Parkinson, og til autoimmune lidelser. ii) Cellen dør ikke, men overlever med modifisert DNA. Når det gjelder somatiske celler som formerer seg, vil det modifiserte genomet reprodusere seg selv. Selv om organismen kanskje kan gjenkjenne slike mutante/muterte celler som fremmede og vil prøve å isolere dem og fjerne dem, streber de etter å overleve og kan begynne å spre seg ukontrollert. Da setter de i gang kreft. Når det gjelder reproduktive celler (oocytter og spermatocytter), kan dette føre til nye muterte organismer som kan være problematiske på mange måter, eller kan være utsatt for kreft. I begge tilfeller (både somatiske og reproduktive celler) er cellealdring en alternativ utviklingsvei for å eliminere overlevende genetisk defekte celler. Celler med uopprettelig skadet genomisk DNA vil således lede til cellealdring, celledød, kreft, eller mutert avkom, alt etter celletype og spesifikke biologiske/miljømessige forhold (3,4,122,130-132,135-137).

Tiden det tar før kreft utvikles etter uopprettelig DNA-skade (latensperioden) kan være flere år, avhengig av organismen og krefttypen. Latensperioden for gliomer (en type hjernekreft) er vanligvis >20 år hos mennesker (140). Dette forklarer sannsynligvis hvorfor epidemiologiske studier først i løpet av de siste ~15 årene har begynt å påvise en sammenheng mellom bruk av mobiltelefon og kreft (86), mens det lenge før er funnet indikasjoner på kreft fra kraftledninger, som jo er flere tiår eldre enn mobiltelefoni/trådløs kommunikasjon (72).

Hensikten med den foreliggende studien. Som tidligere nevnt forbinder et økende antall eksperimentelle og epidemiologiske/statistiske funn menneskeskapt EMF-eksponering med genetisk skade og kreft, noe som innebærer brudd på kjemiske/elektroniske bindinger i molekyler/atomer, med andre ord ionisering. De menneskeskapte EMFene med frekvenser opp til den nedre grensen for infrarødt (0-3·10^{11} Hz) som drøftes i denne studien, kan ikke forårsake ionisering direkte, bortsett fra ved svært sterke feltintensiteter (≥10^6 V/m) (141,142). Slike feltintensiteter forekommer sjelden i miljøet, bortsett fra ved atmosfæriske utladninger (lyn) eller svært nær høyspentledninger og transformatorer. Spørsmålet er derfor hvordan menneskeskapte EMF ved intensiteter man finner i miljøet, er i stand til å skade DNA og andre biologiske molekyler. Det er åpenbart at de evner å bryte kjemiske bindinger indirekte gjennom virkningen(e) fra én eller flere innledende biofysiske mekanismer, med påfølgende igangsettelse av biokjemiske prosesser inne i cellene.

Synlig og infrarødt naturlig lys kan ikke bryte kjemiske bindinger, selv om de eksponerer oss for høyere frekvenser og strålingsintensiteter enn menneskeskapte EMF i dagliglivet (143). I motsetning til naturlig infrarødt og synlig lys, må de menneskeskapte EMFene ha en unik egenskap som gjør dem i stand til å fremkalle skadelige biologiske/helsevirkninger og ionisering. Denne unike egenskapen er at menneskeskapte elektromagnetiske felt/stråling er fullstendig polariserte og koherente, noe som betyr at de, uavhengig av strålingsintensiteten, har netto elektriske og magnetiske felt som utøver krefter på enhver elektrisk ladet (eller polær) partikkel/molekyl, så som oppløste/frie ioner og ladede makromolekyler, som fins i ethvert biologisk system (143).

Formålet med den foreliggende studien er å legge fram en slik realistisk innledende biofysisk mekanisme for polariserte og koherente EMF som ved intensiteter som er relevante for dem vi finner i miljøet, svekker cellers funksjoner og setter i gang plausible biokjemiske prosesser internt i cellene, som så fører til

genetisk skade og at kreft oppstår [karsinogenese], i samsvar med det som er rapportert i de nevnte studiene.

2. Biofysisk påvirkning fra polariserte/koherente EMF som resulterer i dysfunksjoner i spenningsstyrte ionekanaler (VGIC) og forstyrrelser av cellers elektrokjemiske balanse

Det er påvist at selv ved svært lave feltintensiteter kan polariserte/koherente EMF i ULF- og ELF-frekvensbåndene forårsake uregelmessig åpning og lukking av elektrisk følsomme ionekanaler, såkalte VGICer [Voltage-Gated Ion Channels], i cellemembranene ved hjelp av 'mekanismen for ionefremtvunget oscillering' (143 -146), med påfølgende forstyrrelse av cellens elektrokjemiske balanse (som er den elektriske og osmotiske likevekten som i henhold til Nernst-ligningen vedlikeholdes på tvers av alle cellemembraner ved hjelp av spesifikke konsentrasjoner av de enkelte oppløste/frie ionene) (144,147,148). Siden det, som forklart, også finnes ELF/ULF-komponenter i de komplekse EMFene fra mobiltelefoni/trådløs kommunikasjon, forklarer denne mekanismen de biologiske virkningene av det store flertallet av menneskeskapte (polariserte og koherente) EMF, slik det vil bli grundig gjennomgått nedenfor.

Mekanismen er basert på gitte molekylære/fysiske forhold, og på kreftene som virker på mobile ioner i nærheten av spenningssensorene til VGICer når de påføres et polarisert oscillerende EMF. Det oscillerende feltet vil tvinge frie ioner til å oscillere i parallelle plan og i fase med feltet. Denne koordinerte bevegelsen av elektrisk ladede partikler utøver elektriske krefter på spenningssensorene, i likhet med de kreftene som utøves på dem av endringer i det elektriske feltet over membranen [dvs, mellom membranens utside og innside, o.a.], og som er kjent for fysiologisk å åpne og lukke disse kanalene. Dermed blir kanalene åpnet/lukket uregelmessig av det påførte EMF. Kreftene er proporsjonale med amplituden til den tvungne oscilleringen, og dermed er amplituden et direkte mål på den biologiske påvirkningen til det påførte EMFet. Det er vist at amplituden ([og dermed] den biologiske aktiviteten) er proporsjonal med intensiteten til EMFet, omvendt proporsjonal med EMFets frekvens, og at den dobles ved pulsede EMF. At den foreslåtte mekanismen er gyldig, er blitt verifisert ved numerisk testing, mens andre tidligere foreslåtte mekanismer ikke har klart å bestå den samme testen (149,150). Gjentatt uregelmessig åpning og lukking av spenningsfølsomme ionekanaler forstyrrer cellers elektrokjemiske balanse og homeostase (147,148), noe som fører til overproduksjon av ROS/frie radikaler som beskrevet nedenfor.

Det er kjent fra en stor mengde data fra eksperimenter at de mest bioaktive EMFene er de lavere frekvensene (ELF/ULF). I tallrike tilfeller der det er funnet biologiske virkninger påført av EMF fra komplekse RF modulert med ELF, har man funnet at modulasjonen (ELF), og ikke bærefrekvensen (RF), er ansvarlig for de registrerte virkningene. I tillegg er det gjentatte ganger blitt funnet at pulserende RF-EMF med pulsrepetisjon som har ELF-hastigheter, er biologisk mer aktive enn kontinuerlige (ikke-pulserende) felt, selv når de er identiske på andre parametere (1-5,44,45,47,151-159). Disse funnene er i fullt samsvar med den beskrevne mekanismen.

Biologiske molekyler av avgjørende betydning, som blant annet ioner, vannmolekyler, proteiner, nukleinsyrer og lipider, er enten polære [dvs. har ulik ladning i ulike deler av molekylet, o.a.] eller har en netto elektrisk ladning (147,148). Det elektriske nettofeltet fra et uendelig antall individuelle elektriske pulser med tilfeldig polarisering og/eller tilfeldig fase (som f.eks. fotoner i naturlig lys) tenderer til enhver tid mot null (og det samme er tilfellet for det netto magnetiske feltet).

$$\lim_{n\to\infty}\sum_{i=1}^{n}\vec{E}_i = \vec{E}_1+\vec{E}_2+\vec{E}_3+\ldots+\vec{E}_n = 0 \quad (1)$$

Ikke-polariserte/ikke-koherente EMF (som f.eks. lys og kosmiske mikrobølger) kan dermed ikke, uansett strålingsintensitet, forårsake noen parallell/koherent oscillering av ladede/polære molekyler (143). Derimot tvinger polariserte og koherente (menneskeskapte) oscillerende EMF alle ladede/polære molekyler i biologisk vev til å oscillere i plan som er parallelle med deres polarisering og i fase med dem. Dette er avgjørende viktig for å forstå den beskrevne mekanismen. Den påtvungne oscilleringen vil virke mest intenst på de frie ionene, som er de minste ladede partiklene og er oppløste i høye konsentrasjoner i de vandige løsningene i alle levende celler/vev, både de cytosoliske [inne i cellene, o.a.] og i de ekstracellulære [utenfor cellene, o.a.], og som kontrollerer praktisk talt alle cellulære/biologiske funksjoner (147,148).

Alle molekyler beveger seg på grunn av termisk energi tilfeldig og med langt større hastigheter/omplasseringer, men disse bevegelsene har ingen annen biologisk virkning enn å øke vevstemperaturen. Derimot kan en polarisert og koherent oscillering med langt lavere energi enn den gjennomsnittlige termiske molekylære energien, sette i gang biologiske virkninger (143-145).

De fleste kation-kanalene (bl.a. Ca^{2+}, K^+, Na^+ og H^+) i membranene til alle dyreceller er spenningsstyrte (147,148). Disse ionekanalene skifter mellom åpen og lukket tilstand når den elektrostatiske kraften på spenningssensorene deres overstiger en kritisk verdi på grunn av spenningsendringer over membranen. Spenningssensorene er fire symmetrisk arrangerte, positivt ladede α-helikser som går gjennom membranen, hver med navnet S4. S4-heliksene inntar den fjerde posisjonen i en gruppe på 6 parallelle α-helikser (S1-S6). Kanalen består av fire like slike grupper i symmetriske posisjoner rundt kanalens pore. S5-S6-heliksene til de fire gruppene danner poreveggene (147,148). For å være mer nøyaktig, er sensorene positive Lys- og Arg-aminosyrer i S4-heliksene. Normalt trengs det endringer i spenningen over membranen i størrelsesorden ~30 mV for å styre spenningsfølsomme kanaler (endre deres status fra åpnet til lukket og omvendt) (160,161). Av S1-S4 α-heliksene er S4-heliksene nærmest S5-S6-heliksene, som er de poredannende, og de er plassert <1 nm i avstand fra poren (162,163). I tillegg til de ionene som til ethvert tidspunkt måtte passere gjennom poren eller befinner seg like utenfor porten og er klare til å passere, kan også flere andre ioner til ethvert tidspunkt samtidig påvirke en S4-sensor fra en avstand av i størrelsesorden 1 nm, ettersom noen flere ioner er bundet til bestemte ionebindingssteder nær porene (f.eks. er det tre i kaliumkanaler) (164,165). Også kanaler som styres av spenninger i protoner, noe som er undersøkt først ganske nylig, inneholder S4 helikser som går gjennom membranen, med ladede Arg-rester som spenningssensorer, og likner på de metalliske kation-kanalene (166,167).

La oss vurdere fire identiske frie ioner som er i avstander på i størrelsesorden 1 nm fra kanalsensorene (S4) og et eksternt påført oscillerende EMF. Den gjennomsnittlige elektriske (og magnetiske) kraften som påvirker hvert ion og er forårsaket av det som måtte finnes av ikke-polariserte EMF, er null (Lign. 1). Derimot er kraften som er forårsaket av et polarisert felt med en elektrisk komponent E, $F = Ezq_e$ (der zq_e er ionets elektriske ladning).

I det vanligste og enkleste tilfellet, der vi har et felt fra sinusformet elektrisk vekselstrøm, $E=E_o \sin\omega t$, er ligningen for bevegelsen (tvungen oscillering) til et fritt ion som følger (143-146):

$$m_i \frac{d^2r}{dt^2} + \beta \frac{dr}{dt} + m_i \omega_o^2 r = E_o z q_e \sin\omega t \quad (2)$$

der m_i er ionets masse, r er forskyvningen av ionet på grunn av den påtvungne oscilleringen, z er ionets valens (z =1 for K^+-, Na^+-, eller z =2 for Ca^{2+}-ioner), q_e=1.6·10^{-19}C er den elementære ladningen, β er dempningskoeffisienten (som er innenfor kanalene $\beta = \frac{E_m z q_e}{u_o} \cong$ 6.4z·10^{-12} kg/s, med E_m (~10^7 V/m) til det transmembrane elektriske feltet, og u_o= 0.25 m/s er hastigheten til ionet gjennom en åpen kanal beregnet utfra målinger av ionestrømmer gjennom kanaler gjort med *patch-clamp* [ørsmå klemmer som brukes til å måle spenninger direkte på cellenivå, o.a.]). $\omega_o = 2\pi v_o$ (v_o ionets oscilleringsegenfrekvens er her forutsatt å være lik de spontane intracellulære ioniske oscilleringsfrekvensene, som er målt til å være i størrelsesorden 0.1 Hz), $\omega=2\pi v$ (der v er frekvensen til det påførte feltet) og E_o er amplituden til det påførte oscillerende feltet ved den gitte intensiteten. Detaljerte beregninger av parameterne er gitt i Panagopoulos *et al* 2000 (144).

Den høyre delen av Lign. 2 er kraften som utøves på ionet på grunn av det påførte E-feltet. Det første leddet i venstre del er resultantkraften på ionet, det andre leddet er en dempende kraft og det tredje leddet ($m_i \omega_o^2 r$) er en tilbakestillingskraft som utøves av mediet (144,145). Mens et oscillerende ion nær S4-sensorene utøver krefter som bidrar til å endre om kanalen står åpen eller lukket, mottar porten null kraft i motsatt retning, ettersom S4-ladningene er paret med motsatte ladninger fra kanalens tilstøtende helikser (148). Lign. 2 er en annenordens lineær differensialligning med konstante koeffisienter, som er løsbar når vi kjenner verdiene til de forskjellige parameterne.

Den generelle løsningen av Lign. 2 (144) er:

$$r = \frac{E_o z q_e}{\beta\omega} \cos\omega t + \frac{E_o z q_e}{\beta\omega} \quad (3)$$

Konstantleddet $\frac{E_o z q_e}{\beta\omega}$ i løsningen beskriver en konstant forflytning av ionet og har ingen innvirkning på det oscillerende leddet $\frac{E_o z q_e}{\beta\omega} \cos\omega t$. Denne konstante forflytningen innebærer et hopp i hele oscilleringen med en avstand lik amplituden, med andre ord dobler den oscilleringens amplitude $\frac{E_o z q_e}{\beta\omega}$ i det øyeblikket feltet påføres eller avbrytes. For pulsede felt (som det store flertallet av menneskeskapte komplekse RF/mikrobølgede EMF er, spesielt de som brukes i moderne trådløs kommunikasjon), skjer denne avbrytelsen/repetisjonen kontinuerlig ved hver eneste puls som gjentas. Derfor kan pulsede felt forutsies å være dobbelt så biologisk aktive som kontinuerlige/ikke-pulsede felt med de ellers samme parameterne, og dette forklarer en mengde ulike eksperimentelle funn som viser økt biologisk aktivitet fra pulsede, sammenlignet med ikke-pulsede, RF-EMF, mens disse tidligere var uforklarte (44,45,154,155,157–159).

Ser vi bort fra konstantleddet i Lign. 3, er amplituden til den tvungne oscilleringen:

$$A = \frac{E_o z q_e}{\beta\omega} \quad (4)$$

Et oscillerende ion med ladning zq_e (som vil ha en bevegelse som beskrevet av Lign. 3) nær S4-heliksene til en spenningsstyrt kanal, utøver en kraft F på den faktiske ladningen q til hver S4, slik som beskrevet av Coulombs lov: $F = \frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_o} \cdot \frac{q \cdot z q_e}{r^2}$, ($r$ er her avstanden til den oscillerende ion fra S4). Ionet, som er fortrengt av dr under sin oscillering, påfører en ekstra kraft dF på hver S4-sensor:

$$dF = -\frac{q \cdot z q_e}{2\pi\varepsilon\varepsilon_o r^3} dr \quad (5)$$

Mens kraften i tilfelle av en tilfeldig/kaotisk bevegelse av ionet på grunn av f.eks. termisk bevegelse, vil være $\lim \sum d\vec{F} = 0$ og $\lim \sum d\vec{F} = 0$, vil den samlede kraften på hver S4 fra alle fire ioner når det skjer koordinert polarisert og koherent tvungen oscillering, være:

$$4dF = -2\frac{q \cdot z q_e}{\pi\varepsilon\varepsilon_o r^3} dr \quad (6)$$

Den effektive ladningen for hvert S4-domene er funnet å være: q=1.7q_e (161). Kraften på denne ladningen som utøves av en endring på 30 mV i spenningen over membranen, og som normalt kreves for å endre om kanalen er åpen/lukket, er beregnet til å være (144): dF = 8.16·10^{-13}N.

Den forskyvningen i kanalen av ett enkelt ion med enkel valens som tilsvarer denne minimumskraften, er i henhold til Lign. 5 (for z=1, $e \cong 4$, og r ~1 nm): dr=4·10^{-12} m.

Den dielektriske konstanten i proteiner er betydelig lavere enn i de vandige løsningene (4/80), og ionekonsentrasjonen i cellene er i størrelsesorden 1 ion per nm^3 (144,147,148).

For 4 ioner med enkel valens som oscillerer i parallelle plan og i fase med et polarisert (og koherent) oscillerende felt de er påført, reduseres minimumsforskyvningen (i henhold til Lign. 6) til: dr=10^{-12} m. Den tilsvarende nødvendige forflytningen for ioner som er utenfor kanalen vil være omtrent 20 ganger større på grunn av den høyere dielektriske konstanten i de vandige løsningene.

Dermed har vi nådd fram til et avgjørende funn: Ethvert eksternt polarisert og koherent oscillerende EMF (som alle tekniske/menneskeskapte EMF er) som er i stand til å tvinge frie ioner til å oscillere med amplitude

$$\frac{E_o z q_e}{\beta\omega} \geq 10^{-12} \text{ m} \quad (7)$$

er i stand til å forstyrre VGICer, dvs. åpne/lukke porter i celle-membraner «utenom tur». For z=1 (f.eks. K^+-ioner), og erstatter vi q_e, β med deres verdier i Betingelse 7 får vi:

$E_o \geq 0.25 v \cdot 10^{-3}$ (8) (v i Hz, E_o i V/m)

For kationer med dobbel valens (z=2) (f.eks. Ca^{2+}) blir betingelsen:

$E_o \geq 1.2 v \cdot 10^{-4}$ (9) (v i Hz, E_o i V/m)

Videre er høyre del av Betingelse 9 å dele med 2 for situasjoner med pulsede felt (slike som alle felt fra mobiltelefoni/ trådløs kommunikasjon), og blir da:

$E_o \geq 0.6 v \cdot 10^{-4}$ (10) (v i Hz, E_o i V/m)

Det er tydelig at amplituden til den påtvungne oscilleringen gitt av Lign. 4 er den kritiske parameteren for å bestemme hvilken evne et polarisert/koherent EMF har til å indusere biologiske/helsemessige virkninger. Vi skal kalle det "EMFets bioaktivitet" eller "EMF-bioaktivitet". Og dermed følger:

$$\text{EMF-Bioactivity} = \frac{E_o z q_e}{\beta \omega} = k \cdot \frac{E_o}{\nu} \quad (11)$$

der $k = \frac{z q_e}{2\pi\beta} = \frac{u_o}{2\pi E_m} \cong 4 \cdot 10^{-9}$ C·s/kg er en konstant mengde (som er avhengig av membranens elektriske felt E_m og ionets hastighet gjennom en åpen kanal u_o), E_o er amplituden ved den gitte intensiteten og ν er frekvensen til det påførte elektriske feltet. Vi skal kalle k for 'bioaktivitetskonstanten'.

Vi får dermed det høyst rimelige og elegante resultat at den biologiske aktiviteten fra et polarisert oscillerende EMF er proporsjonal med dets maksimale intensitet (E_o) og omvendt proporsjonal med dets frekvens (ν), noe som betyr at felt med lavere frekvens kan forutsies å være mer biologisk aktive enn høyere frekvenser med samme intensitet og bølgeform. Selv om dette resultatet ble oppnådd med tanke på det mest vanlige/enkle tilfellet med harmonisk oscillerende polariserte EMF, er det åpenbart at også ikke-harmonisk oscillerende polariserte felt kan beskrives tilnærmelsesvis med tanke på deres biologiske påvirkning ved hjelp av Lign. 11.

For pulsede EMF med bærebølger som svinger harmonisk, dobles amplituden, og det samme gjør den biologiske aktiviteten:

$$\text{Pulsed EMF-Bioactivity} = 2k \cdot \frac{E_o}{\nu} \quad (12)$$

Hvis vi i Lign. 2 erstatter den elektriske kraften $F_E = Ezq_e$ med en magnetisk kraft, forklarer den samme mekanismen også den biologiske virkningen fra polariserte oscillerende magnetfelt, så

$F_B = B \text{ u } zq_e$ (13)

og utøves på et ion med ladning zq_e, som beveger seg med hastigheten u vertikalt på retningen til et magnetfelt med intensitet B. (I dette tilfellet er den magnetiske kraften maksimal.) I det enkleste (og mest vanlige) tilfellet med et vekslende magnetfelt $B = B_o \sin\omega t$ med intensiteten gitt som amplitude B_o og basert på samme resonnement som tidligere, oppnås det tilsvarende betingelser for biologisk aktivitet fra et oscillerende magnetfelt.

For et ion med enkel valens som beveger seg gjennom en åpen kanal vertikalt på retningen til det påførte magnetfeltet med $u = u_o = 0.25$ m/s (hastigheten beregnet for ioner som beveger seg gjennom en åpen kanal) (144) og for tilfellet med et kontinuerlig oscillerende magnetfelt, er den tilsvarende tilstanden for biologisk virkning:

$\frac{B_o u_o q_e}{\beta\omega} \geq 4 \times 10^{-12}$ m (14) (ω angitt i rad/s, u i m/s, B_o i T)

Utfra denne kan vi utlede:

$B_o \geq 4 \cdot 10^{-3} \nu$ (15) (ν i Hz, B_o i T), og

$B_o \geq 4 \cdot 10^{3} \nu$ (16) (ν i Hz, B_o i μT)

For ioner med dobbel valens deles høyre del av Betingelse 16 med 2:

$B_o \geq 2 \cdot 10^{3} \nu$ (17) (ν i Hz, B_o i μT)

For ioner med dobbel valens og pulserende magnetfelt deles høyre del av Betingelse 17 videre med 2, og betingelsen for biologisk virkning blir da:

$B_o \geq 10^{3} \nu$ (18) (ν i Hz, B_o i μT)

Det skal bemerkes at i tillegg til det som er akseptert som ionets driftshastighet i starten gjennom kanalen ($u_o = 0.25$ m/s), vil ionet få en ekstra hastighet dr/dt på grunn av den tvungne oscilleringen. Fra Lign. 3, får vi følgende:

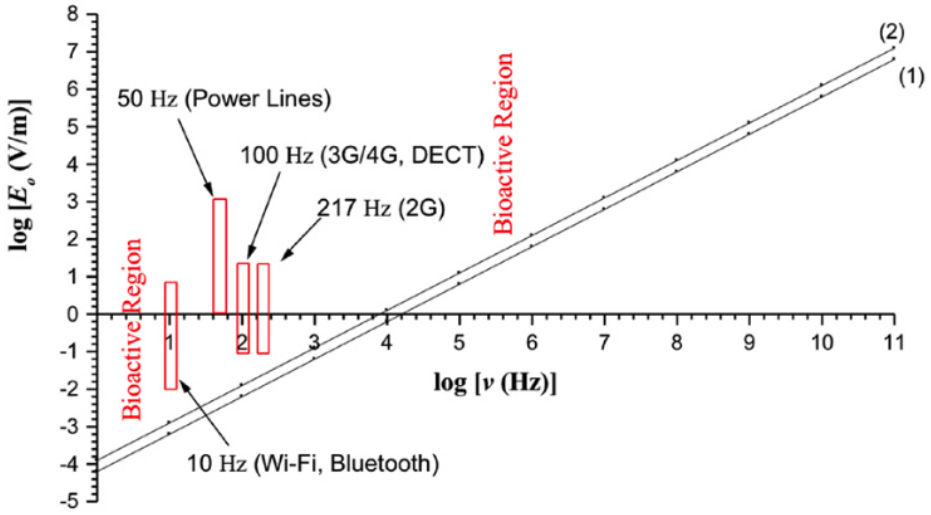
$$\frac{dr}{dt} = - \frac{E_o z q_e}{\beta} \sin \omega t \quad (19)$$

(eller det tilsvarende $\frac{dr}{dt} = - \frac{B_o u_o z q_e}{\beta} \sin \omega t$ for et sinusformet magnetfelt).

Den tilsvarende magnetiske kraften på grunn av denne tilleggshastigheten, Bzq_e (dr/dt), er ubetydelig (mer enn 10^8 ganger mindre) sammenlignet med dempingskraften $\beta(dr/dt)$, og derfor tas den ikke i betraktning i Lign. 2.

Denne tilleggshastighetens maksimum ($\frac{E_o z q_e}{\beta}$ or $\frac{B_o u_o z q_e}{\beta}$) er uavhengig av feltets frekvens (ω) og er ved vanlige feltintensiteter langt lavere enn ionehastigheten gjennom en åpen kanal (u_o=0.25 m/s), som igjen er mer enn 10^3 ganger mindre enn den gjennomsnittlige hastigheten som ionet må ha for å ha termisk virkning u_{kT} (168). Dermed fører ikke den beskrevne ionesvingningen til økt vevstemperatur. Denne mekanismen er derfor 'ikke-termisk', i motsetning til den velkjente oppvarmingsevnen til mikrobølger med høy intensitet (128). Den ikke-termiske naturen til biologiske virkninger fra menneskeskapte EMF, herunder de virkningene som følger av modulerte/pulserende RF/mikrobølger med lav intensitet, i motsetning til virkningene fra mikrobølger med høy intensitet, er også blitt drøftet i tidligere studier (169,170).

Denne teorien tillater oss å gjøre enkelte spådommer om den biologiske aktiviteten til visse menneskeskapte EMF som er tilstede i utstrakt grad i det moderne miljøet: For de sinusformede vekslende (kontinuerlige) 50 Hz E- og B-feltene fra høyspentledninger med intensiteter i størrelsesorden E~10 kV/m og B~0.1-1 G (dvs. ~10-100 μT) og ved nære avstander (10-20 m) fra slike linjer, gir betingelsene 9 og 17 for kationer med dobbel valens (f.eks. Ca^{2+}) disse resultatene: $E_o \geq 6 \cdot 10^{-3}$ V/m eller $E_o \geq 6$ mV/m (som overoppfylles med mer enn 10^6 ganger), og $B_o \geq 10^5$ μT, som ikke oppfylles. Dette viser at de registrerte virkningene fra høyspentledninger skyldes den elektriske, snarere enn den magnetiske, komponenten i det resulterende EMF, i motsetning til hva som vanligvis antas. Det følger at den elektriske komponenten i EMF fra kraftledninger så absolutt er i stand til å gi biologiske virkninger i levende organismer gjennom den mekanismen som er redegjort for her, selv ved



Figur 1. Diagram over E-felts biologiske aktivitet. Diagrammet viser de biologisk aktive kombinasjonene av elektrisk feltintensitet og frekvens som er i stand til å påføre biologiske/helsevirkninger gjennom mekanismen for ionesvingninger som fører til dysfunksjon av spenningsstyrte ionekanaler i celler. De elektriske ELF-feltene til kraftlinjer, 2G/3G/4G MT, DECT, WiFi og Bluetooth er innenfor den biologisk aktive regionen (over linjene 1 og 2). Linje 1 refererer til pulsede felt, slik som ELF-pulsingene i TK EMF (betingelse 10), mens linje 2 refererer til kontinuerlige (ikke-pulsede) felt som de fra kraftledninger (betingelse 9).

intensiteter ned til 1-10 V/m, som finnes i de fleste hjem og på de fleste arbeidsplasser.

For de pulserende ELF *E*- og *B* -feltene til EMF fra mobiltelefoni/trådløs kommunikasjon som er pulserende med en repetisjonshyppighet på ~100 Hz (3G/4G mobiltelefoni, DECT), der E ~10 V/m og B ~1 mG (eller ~0,1 μT) (30,40, 54,55), gir Betingelsene 10 og 18 for biologisk aktivitet henholdsvis: $E_o \geq 6 \cdot 10^{-3}$ V/m og $E_o \geq 6$ mV/m, som innfris i størrelsesorden mer enn 10^3 ganger, og $B_o \geq 10^5$ μT, som ikke innfris ved direkte innvirkning, men kan innfris av det magnetisk påførte elektriske feltet, som er betydelig i dette tilfellet på grunn av de korte stige- og falltidene til pulsene (143). Lignende resultater oppnås for de pulserende E/B-feltene til 2G mobiltelefoni på 217 Hz (30,40).

For trådløse WiFi- og Bluetooth-forbindelser med en pulsfrekvens på ~10 Hz, med E~1 V/m og B~0,1 mG (dvs. ~0.01 μT) (171), gir betingelsene 10 og 18 for biologisk aktivitet henholdsvis: $E_o \geq 0.6 \cdot 10^{-3}$ V/m og $E_o \geq 0.6$ mV/m, som oppfyller betingelsene med mer enn 10^3 ganger, og $B_o \geq 10^4$ μT, som ikke oppfyller betingelsene for direkte påvirkning.

De forannevnte numeriske eksemplene viser at det er det elektriske feltet som ser ut til å være den bioaktive komponenten i et EMF, altså ikke det magnetiske feltet, i motsetning til det som har vært antatt tidligere av aktører innen helse (117). Ved ELF-pulser i signaler i mobiltelefoni med korte stige-/falltider kan også det magnetisk påførte elektriske feltet være bioaktivt (143).

Betingelsene 9 og 10 for biologisk aktivitet for henholdsvis kontinuerlige og pulserende elektriske felt er avbildet i Fig. 1. Området over linje 1 (herunder linjen) representerer de biologisk aktive kombinasjonene av intensitetsamplitude (E_o) og frekvens (ν) for pulsede felt, og over linje 2 (inkludert linjen) det tilsvarende for kontinuerlige felt. De elektriske ELF-feltene fra kraftledninger, fra 2G/3G/4G mobiltelefoni, DECT, WiFi og fra 'Bluetooth' ligger innenfor den bioaktive regionen som den ovenfor framlagte teorien forutsier.

3. Biokjemiske prosesser som aktiveres av uregelmessig styring av VGICer, og som fører til DNA-skade

Forstyrret åpning/lukking av ionekanaler og ROS. Forstyrret åpning/lukking av VGICer på grunn av oscillerende polariserte og koherente ELF-EMF, slik som er beskrevet her [og opprinnelig i (143-146)], er blitt verifisert eksperimentelt for kalsium- (Ca^{2+}), kalium- (K^+) og natrium- (Na^+) VGICer (172-174). Slik åpning/lukking kan endre ioniske konsentrasjoner i cellen, forstyrre den elektrokjemiske balansen i cellen og føre til DNA-skade gjennom overproduksjon av OS/ROS (175-179).

De fleste ROS er frie radikaler. Frie radikaler er svært ustabile molekyler som inneholder et uparet elektron, som betegnes med en prikk (·), og de har en enormt sterk tendens til å reagere kjemisk med omgivende molekyler og/eller med hverandre for å få koblet på det uparede elektronet og dermed bli stabile. Dette er grunnen til at de har ekstremt korte levetider. De fleste ROS reagerer raskt med omgivende biomolekyler og forårsaker kjemiske endringer (180). Overproduksjon av ROS i levende celler på grunn av EMF-eksponering er blitt pålitelig dokumentert, med to viktige ROS funnet etter EMF-eksponering. Disse er superoksid-anion ($O^{2\bullet-}$) og nitrogenoksid ($NO^\bullet$) (109). Disse kan føre til dannelse av henholdsvis hydroksylradikal ($OH^\bullet$) og peroksynitritt ($ONOO^-$), som begge er ROS som er svært reaktive med biologiske molekyler og spesielt med DNA, noe som vil bli drøftet i det følgende. $ONOO^-$ kan interagere direkte med DNA, ettersom det på samme måte med $NO^\bullet$ kan spre seg til overalt i cellen (181). Superoksid-anion-radikalet ($O_2^{\bullet-}$) katalyseres av superoksid-dismutase-enzymer i cytosolet eller i mitokondriene og omdannes til hydrogenperoksid (H_2O_2) (109,182):

$$2O_2^{\bullet-} + 2H^+ \rightarrow H_2O_2 + O_2 \quad (20)$$

H_2O_2 er et avgjørende molekyl når det gjelder oksidativ skade ettersom det kan bevege seg til et hvilket som helst sted i cellen (herunder kjernen), hvor det kan omdannes til det

særdeles potente $OH^{\bullet}$, som kan skade ethvert biologisk molekyl, herunder DNA (183-187).

DNA-skade som er forårsaket av ROS og fører til mutasjoner og sykdom, er godt studert (188,189). I en gjennomgang av studier av biologiske virkninger fra EMF med bruk av kalsium-kanalblokkere, påpekte Pall (190) en sammenheng mellom spenningsstyrte kalsiumkanaler (VGCCer) og overproduksjon av $NO^{\bullet}/ONOO^{-}$. Dette bekreftet tidligere observasjoner av virkninger på intracellulære kalsiumkonsentrasjoner påført av EMF, og den unike rollen som VGCCene har (1,151-153,191, 192).

Det er kjent at redoksstatusen internt i cellen kan aktivere Ca^{2+}-, Na^{+}- og K^{+}-kanaler for å gjeninnføre homeostase (178), og omvendt bestemmer aktivering av disse kanalene redoks-statusen og den elektrokjemiske balansen til cellen (179). Flere studier har funnet sammenhenger mellom nedsatt funksjon av kalsium-, kalium-, natrium- og kloridkanaler med påføring av oksidativt stress (OS) og tilknyttede patologier (175-177). Disse studiene gir ytterligere belegg for at den biofysiske mekanismen vi har presentert, er gyldig (143-146).

Kalsiumsignalering og ROS-produksjon i mitokondriene. Endring av ionekonsentrasjoner i celler vil påvirke sentrale celle-tilknyttede signaleringsveier, inkludert Ca^{2+}-signalsystemet, som regulerer en rekke celle-tilknyttede funksjoner, herunder celledeling, celledifferensiering, ROS-reguleringssystemet og apoptose (192-196). Hvis funksjonen til VGCCer i plasma eller i mitokondriers membraner hindres slik at det fører til kritiske endringer i konsentrasjoner av Ca^{2+}-ioner i celler eller i mitokondrier, slik som de endringene som skjer etter eksponering for EMF, er dette forbundet med patogenese [at det oppstår lidelser, EF] og med cytotoksisitet (195,196). Spenningsstyrte anion-kanaler i den ytre membranen av mitokondriene regulerer innstrømmingen av Ca^{2+} inn i rommet mellom membranene og i cellekjernen, og er avgjørende for ROS-produksjonen i mitokondriene. Økt nivå av Ca^{2+} stimulerer produksjon av $O_2^{\bullet}$ i elektrontransportkjeden i mitokondriene og/eller aktivering av nitrogenoksidsyntase (NOS), for å generere mer $NO^{\bullet}$. $NO^{\bullet}$ hemmer kompleks IV i elektron-transportkjeden, og utløser produksjon av enda mer ROS (109,193). ROS-overproduksjon i mitokondriene kan skade DNA både i mitokondriene og i kjernen, og sette i gang en signalkaskade som fører til celledød, noe som er funnet i menneskelige sædceller etter eksponering for EMF fra mobil-telefoni (36). Dessuten kan økte konsentrasjoner av $NO^{\bullet}$ i levende celler på grunn av aktivering av NOS forskjellige steder i cellen føre til dannelse av $ONOO^{-}$ (181,182).

Regulering av apoptose er avgjørende for å forhindre kreft (197). Imidlertid er overdreven apoptose, som påføres av økte ROS-nivåer, forbundet med inflammatoriske sykdommer og kreft (198). Når overproduksjon av ROS i en celle overbelaster kapasiteten til antioksidantsystemet i cellen, er cellen/ organismen under oksidativt stress (OS). Denne tilstanden kan føre til betydelig DNA-skade med påfølgende mangel på genomisk stabilitet og til karsinogenese (182,183,194-198).

Også K^{+}-kanaler har vist seg å være involvert i aktivering av apoptose (194), og spenningsstyrte Ca^{2+}- og K^{+}-kanaler har vist seg å være forbundet med celledeling og karsinogenese (199). Således spiller cytosoliske konsentrasjoner av Ca^{2+}- og K^{+}-ioner viktige roller i cellers funksjon og stoffskifte. I tillegg spiller spenningsstyrte kalsium- og kaliumkanaler viktige roller for at jern skal trenge inn i cellene. Jern katalyserer produksjonen av $OH^{\bullet}$ via Fenton-reaksjonen, og det kan dermed fremme toksisiteten i cellene om disse kanalenes funksjon hindres (200-202).

NADPH-oksidase og ROS produksjon. Uavhengig av den virkningen som EMF har på metalliske kationers spennings-regulerte kanaler (som Ca^{2+}, Na^{+} og K^{+}), vil også proton- (H^{+}) spenningsregulerte kanaler bli påvirket, siden de fungerer på svært likt vis (166,167). Dette vil igjen påvirke funksjonen til NADPH-oksidase, et plasmamembran-enzym som finnes i overflod i alle celler, og som normalt genererer ROS for å eliminere invaderende mikroorganismer (203,204). Aktiviteten til NADPH-oksidase er sterkt knyttet til H^{+}-kanaler, og den kan til og med virke direkte som en spenningsstyrt H^{+}-kanal på grunn av sin $gp91^{phox}$ underenhet som går gjennom membranen (205,206). NADPH-oksidase danner en elektronfluks som reduserer O_2 utenfor cellen til $O_2^{\bullet-}$ (203,207).

NADPH-oksidase aktiveres av cytosolisk Ca^{2+} og har et bindingsete for Ca^{2+} i tillegg til sin spenningsstyrte H^{+}-kanal ($gp91^{phox}$ transmembran-region) (204). Dermed vil omkalfat-ringer av konsentrasjoner internt i celler etter uregelmessig åpning/lukking av deres spenningsstyrte kanaler, påvirke funksjonen til NADPH-oksidase og utløse ROS-produksjon i utide, hva enten det gjelder H^{+} eller Ca^{2+}.

NADPH-oksidase har rimelig nok blitt foreslått som et primært mål for EMF-eksponering i levende celler. I 2007 fant Friedman *et al* (208) rask ROS-produksjon i dyrkede celler etter noen få minutters eksponering for radiofrekvente EMF som ble sendt ut fra en generator.

Na^{+}/K^{+}-ATPase og ROS-produksjon. Nedsatt funksjon av spenningsstyrte kanaler for Na^{+}, K^{+}, Mg^{2+} og Ca^{2+} kan også påvirke funksjonen til Na^{+}/K^{+}-pumpen (ATPase) og Ca^{2+}-pumpene i alle cellers plasmamembraner. Ionepumpene (som er aktive ionetransportører) tvers gjennom alle cellemembraner bestemmer membranspenningen, cellens volum og den elektro-kjemiske balansen, koordinert med ionekanalene (som er passive ionetransportører) (147,148). En forsterkningssløyfe med positiv tilbakekopling mellom Na^{+}/K^{+}-ATPase-signalering og produksjon av ROS i mitokondriene ble eksperimentelt demonstrert i primærkulturer med hjertemyocytter (209): Na^{+}/K^{+}-ATPase ble et mål for signalering som ble initiert av ROS, og stimuleringen av Na^{+}/K^{+}-ATPase-signaleringsfunk-sjonen førte i sin tur til økt ROS-produksjon. Denne modellen kan helt avgjort knyttes til dysfunksjon i levende celler som er under eksponering for EMF.

Det er derfor klart påvist at forstyrret åpning/lukking av VGICer i plasma og intracellulære membraner på grunn av EMF-eksponering mest sannsynlig vil utløse overproduksjon av ROS og derpå følgende celleskade. Selv om det alt i lang tid har vært mye data som forbinder dysfunksjon i ionekanalene med påført celledød eller kreft (194,199), har kanskje ikke koplingen til feilfunksjoner i VGICene og overproduksjon av ROS (175-179,190-192), som fører til DNA-skade, fått den oppmerksom-heten den fortjener.

I tillegg til virkningene via ROS/frie radikaler, kan også DNA-skade forårsakes av uregelrett aktivering av DNaser etter at ionekonsentrasjoner internt i celler er blitt forandret. Av de to formene for endonukleaser som er involvert i initieringen av apoptose, er en av dem Ca^{2+}-avhengig (DNase I). Økt nivå intracellulært Ca^{2+} er i noen tilfeller forbundet med økt apoptose, muligens på grunn av aktivering av DNase I (210). At DNase I kan aktiveres ved økte nivåer av intracellulær Ca^{2+}, kan dermed være en alternativ kilde til DNA-skade og tilknyttede patologier.

ROS- og DNA-skader. $OH^{\bullet}$ regnes som den oksidanten som kan ha størst virkning på DNA. Hovedmekanismen for OH-produksjon involverer den jern-katalyserte omdannelsen av H_2O_2 via Fenton-reaksjonen (211): Fe^{2+} oksideres av H_2O_2 til

Fe^{3+}, og produserer et OH^--radikal og et hydroksid-ion (OH^-) (Lign. 21). Fe^{3+} reduseres deretter tilbake til Fe^{2+} med et annet molekyl av H_2O_2, og produserer et hydroperoksylradikal og et proton (Lign. 22).

$$Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + OH^{\bullet} + OH^- \quad (21)$$

$$Fe^{3+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{2+} + HOO^{\bullet} + H^+ \quad (22)$$

Nettoeffekten er at to hydrogenperoksydmolekyler omdannes så det blir laget to forskjellige arter oksygenradikaler, med vann (H^++OH^-) som biprodukt.

$$2\ H_2O_2 \rightarrow OH^{\bullet} + HOO^{\bullet} + H_2O \quad (23)$$

OH^--radikalet reagerer med ethvert biologisk molekyl i sitt umiddelbare miljø, herunder DNA. For eksempel kan det bryte opp makromolekyler (R-R eller R-H) eller trekke ut atomer fra dem (så som de forskjellige hydrogenatomene i deoksyribosen) ved å bryte kovalente bindinger. Dette fører til kjemiske endringer av makromolekylene og til produksjon av nye frie radikaler ($R^{\bullet}$ eller $RO^{\bullet}$):

$$R\text{-}R + OH^{\bullet} \rightarrow ROH + R^{\bullet} \quad (24)$$

$$RH + OH^{\bullet} \rightarrow R^{\bullet} + H_2O \quad (25)$$

$$\text{eller } RH + OH^{\bullet} \rightarrow RO^{\bullet} + H_2 \quad (26)$$

De nye frie radikalene vil så reagere med andre molekyler, noe som resulterer i ytterligere kjemiske endringer. Tilsvarende belegg for DNA-skade forårsaket av $ONOO^-$ foreligger også (181).

Konklusjonen er at det foreligger en klar følgerekke av hendelser som starter med den forstyrrede og uregelrette åpningen og lukkingen av VGICene som forårsakes av EMFer og fører fram til DNA-skade og tilknyttede patologier, herunder karsinogenese.

4. Drøfting

Den foreliggende studien har gjennomgått eksperimentelle og epidemiologiske funn som forbinder eksponering for rene ELF og RF (som inneholder ELF) fra menneskeskapte EMF med DNA-skader og relaterte patologier, herunder kreft. Det er dokumentert at begge disse typene menneskeskapt EMF-eksponering kan frambringe OS (3,34,36-39,43,45,109), DNA-skade (1-55,84,85) og infertilitet (56-71). Det er også dokumentert at de samme typene EMF-eksponering er knyttet til økt kreftrisiko både hos mennesker og forsøksdyr (72-83,86-98,110-114).

Vi har forsøkt å gi en fullstendig og plausibel forklaring på biofysisk og biokjemisk grunnlag på disse funnene, som er knyttet til DNA-skader. I henhold til mekanismen som tvinger ioner til oscillering og som fører til dysfunksjon av VGICer (143-146), kan de menneskeskapte (polariserte og koherente) ELF/ULF-EMFer og de faste/variable ELF/ULF-komponentene fra modulasjon/pulsing i EMF fra moderne radiofrekvenser/trådløs kommunikasjon, endre ione-konsentrasjoner i celler ved uregelrett å åpne/lukke VGICer i cellemembranene. Dette fører til (over)produksjon av ROS som gir umiddelbar OS i cytosolen og/eller mitokondriene, og som kan skade DNA når cellene ikke klarer å gjenopprette elektrokjemisk balanse (normale ioniske konsentrasjoner i cellen). Som følge kan det oppstå DNA-skader som fører til svekket reproduksjonsevne, til nevrodegenerative sykdommer, aldring, genetisk skadelige endringer og kreft.

I følge den framlagte biofysiske mekanismen er den biologiske aktiviteten til et polarisert/koherent EMF proporsjonal med dens intensitet, omvendt proporsjonal med dens frekvens, og den dobles for pulserende felt, noe som betyr at ELF/ULF EMFene og i enda større grad de pulsede radiofrekvente EMFene med ELF-pulseringer, slike som f.eks. alle EMFer fra trådløs kommunikasjon, kan forutsies å være de mest bioaktive. Dette forklarer både de virkningene som er registrert fra rene ELF EMFer (1-5,9,13-18,22,47, 50,72-82,117,212) og virkningene fra modulerte/fast eller variabelt pulserende radiofrekvente elektromagnetiske felt (RF-EMF) (1,3,4,6-8,19-21,23-46,48,49,51-55,57-71,84-107,109-114,118, 121-126). Som understreket over, benytter alle typer RF-eksponering fra alle typer antenner og enheter for trådløs kommunikasjon (TK-EMF), nødvendigvis kombinasjoner av radiofrekvente bærebølger og ELF/ULF-komponenter i form av fast pulsering, modulasjon og tilfeldige variasjoner. Det radiofrekvente bæresignalet alene inneholder ikke informasjon. Det er alltid i ELF-signalene, som modulerer det radiofrekvente bæresignalet, at informasjonen ligger (4). Betydelige eksperimentelle belegg viser at de biologisk aktive parameterne i et slikt komplekst signal er dets ELF-komponenter, og at ikke-modulerte og ikke-pulserende RF-signaler alene vanligvis ikke utløser biologiske virkninger (4,44,45,151-159), bortsett fra når de har høy nok frekvens og intensitet til å føre til oppvarming (128,168-170). Derfor fremsetter den foreliggende studien den antakelse at det store flertallet av ikke-termiske virkninger som til nå er tilskrevet ulike typer radiofrekvente EMF-eksponeringer, rent faktisk skyldes deres ELF/ULF-komponenter.

Den biofysiske mekanismen vi har redegjort for og regneeksemplene vi har gitt, viser at det er de direkte ELF elektriske feltene (og de magnetisk induserte elektriske feltene ved plutselige pulser) som er de biologisk aktive komponentene, ikke de magnetiske feltene, i motsetning til det som før har vært vurderingen til helseaktører og -myndigheter (117), og dette er i samsvar med tidligere eksperimentelle funn (191): Elektriske felt trenger riktignok dårligere gjennom levende vev enn magnetfelt da deres gjennomtrengningsevne avhenger av den omvendte kvadratroten av frekvensen. Men ELF elektriske felt har likefullt betydelig gjennomtrengningsevne, ettersom gjennomtrengningsevnen også avhenger av den omvendte kvadratroten av mediets ledningsevne (213). Riktignok er sjøvann mye mer ledende enn levende vev, men ELF-elektromagnetiske bølger (altså både de elektriske og magnetiske delene av bølgene) trenger mange meter ned i sjøvannet og muliggjør kommunikasjon med ubåter (214). Dessuten er det kjent at isolert vev reagerer både på eksternt påførte pulserende og sinusformede elektriske ELF-felt og har svært lave terskler (~10^{-3} V/m), og som ligger i nærheten av de terskler som den framlagte teorien forutsier (143,215-217). Dette belegget viser at elektriske ELF-felt trenger tilstrekkelig inn i levende vev til å påføre vevet virkninger, selv ved svært lave feltintensiteter. Og til slutt kan nevnes at hudceller, nervenes endepunkter, øyne og slike organer nær overflaten som hjernen og hjertet blir direkte utsatt for eksternt påførte elektromagnetiske felt. Av disse grunnene skilles det ikke mellom ELF-elektriske felt som kommer innenfra eller tilføres utenfra.

Mekanismen/teorien om ione-påtvungen oscillering er beskrevet i den foreliggende studien ved hjelp av realistiske ligninger basert på de kreftene som utøves av eksternt påførte

menneskeskapte (polariserte) EMF på frie ioner i nærheten av spenningssensorene til VGICer i cellemembraner. Ved å løse den grunnleggende Lign. 2, kom vi fram til betingelser for biologisk aktivitet der intensiteten til et påført polarisert EMF ses i sammenheng med dets frekvens. Fra Betingelsene 8-10 og 16-18 for biologisk aktivitet kunne vi så utlede de biologisk aktive kombinasjonene av intensiteter og frekvenser fra kontinuerlige og pulserende elektriske og magnetiske felt som vi har angitt over. Tallene som kom ut av dette, forklarer nesten alle eksperimentelle og epidemiologiske funn som knytter biologiske/helseeffekter med eksponering for menneskeskapt EMF.

Denne mekanismen ble første gang publisert i 2000 (144) og var da basert på de den gang tilgjengelige data om strukturen og funksjonen til VGICene. Likefullt har nyere detaljer om rollene til S1-S6-helikser, kanalstruktur, avspenning, hysterese og åpning/lukking ikke tilbakevist, men bekreftet og utvidet denne forståelsen (162,163,165,218-221).

Det som er vanskeligere å forklare, er eksistensen av ikke-lineære fenomener som 'vinduer' med økt biologisk aktivitet som er rapportert nå og da i litteraturen om biologiske virkninger fra EMF, der visse virkninger forsterkes innenfor visse verdier av en parameter for EMF-eksponering (som oftest intensitet eller frekvens) (1,40,151–153,222). At det fins 'vinduer' viser at levende cellers/organismers respons på EMF ikke er helt proporsjonal med de nevnte parameterne for EMF. Ikke-lineære responser fra levende celler er ikke blitt grundig utforsket, og det vil ta flere år før de er det. Sett opp mot den mekanismen som er beskrevet her, er det blitt foreslått som en mulig forklaring på observerte 'intensitetsvinduer' at de skyldes at det kan finnes en øvre grense for den spenningsendringen som vil føre til åpning/lukking av membranen (222). En slik øvre grense ser ut til å finnes. VGICene reagerer på spenningsendringer i membranen fra ~30 mV (minimum) til ~100 mV (maksimum), der kanalens ledningsevne mettes (218,221). Utover denne mulige forklaringen er det så langt ikke gitt noen annen forklaring på de observerte 'vinduseffektene'.

En virkning som ikke omfattes av Lign. 11 og 12 for den biologiske aktiviteten, er den sterkere biologiske påvirkningen [som observeres] fra sterkt varierende, og fra uforutsigbart varierende, eksponering, slik som eksponeringen fra trådløst kommuniserende enheter (herunder mobiltelefoner og WiFi) og fra tilsvarende senderanlegg (4,121,122). Den beskrevne mekanismen leder til presise forutsigelser når de anvendte EMFene har konstante parametere (intensitet og frekvens, blant annet). Men når parameterne er svært variable, og uforutsigbart variable, kan denne mekanismen, og enhver annen mulig mekanisme, bare gi anslag for virkninger utfra gjennomsnitts- og maksimalverdier for eksponeringen fra de ulike EMFene. Og endelig omfatter ligningene for biologiske virkninger bare parametere for felt (og vev), og ikke slike eksponeringsvariabler som eksponeringens varighet eller pulsingens hyppighet, som også er svært viktige (16,17,19,41,55,122). En måte å ta med slike parametere på, er å multiplisere de riktige delene av Lign. 11 og 12 med bestemt(e) koeffisient(er), som eventuelt må anslås eksperimentelt. Dette kan være et tema for fremtidig utvikling av teorien.

Denne teorien har for første gang lykkes i å forklare at dyr kan sanse kommende jordskjelv, og den sansingen som følsomme enkeltpersoner har av kommende tordenvær, og den har gjort det gjennom virkningen av de delvis polariserte naturlige EMFene som er forbundet med disse fenomenene (146,223).

Enhver 'mekanisme' i vitenskap (spesielt i fysikk) må være basert på enkle og rimelige postulater, og må nødvendigvis uttrykkes kvantitativt (ved hjelp av løsbare ligninger og tall). Verdiene til de ulike parameterne i ligningene må baseres på fysiske/molekylære data. Kvalitative beskrivelser alene, eller ufullstendige kvantitative beskrivelser basert på ufullstendige eller uløselige ligninger, utgjør ikke en 'mekanisme'. Den framlagte biofysiske mekanismen (143-146) er den eneste som oppfyller de nevnte kriteriene når det gjelder biologiske virkninger påført av EMF. Tidligere viktige forsøk på å identifisere mekanismer har fokusert på ioner som beveger seg inne i membrankanaler eller i andre proteiner (224-227), men har ikke vært vellykkede, hovedsakelig av følgende årsaker: i) De tok ikke hensyn til dempnings- og gjenoppbyggingskrefter (224,226), eller de beregnet dem ikke (225,227). Det vanskelige var ikke å ta slike krefter med i vurderingen, da dette er standard i oscilleringsmekanikk, men å beregne deres parametere, slike som β og ω_o, og den maksimale hastigheten til ionet (u_o) inne i en kanal. ii) De vurderte ikke den samordnede bevegelsen av flere ioner som svinger parallelt og i fase på grunn av polarisering og koherens, og dermed utøver additive krefter på kanalsensorer som overgår de større, men kaotiske, kreftene fra ionenes tilfeldige termiske bevegelser. iii) De satte søkelyset på magnetiske felt og magnetisk påførte elektriske felt, og ignorerte eksternt påførte elektriske felt, som faktisk ser ut til å være mer biologisk aktive (191). iv) De kom ikke fram til tall for hvilke feltintensiteter som ved hvilke frekvenser er nødvendige for å påvirke celler, selv om riktignok noen eksperimentelle rapporter har pekt på bioaktive frekvenser nær de som forutsies av Liboffs ion-syklotron-resonans- (ICR) modell (224,228). Dette kan tyde på at det fins en ytterligere/sekundær resonansmekanisme som har å gjøre med ICR-fenomener (169). v) Bortsett fra studien av Balcavage *et al* (226), har fokuset ganske enkelt vært rettet mot ioners bevegelser i kanaler/proteiner, og ikke mot åpning/ lukking av VGICer, som jo er langt mer sannsynlig som mekanisme for å sette i gang biologiske virkninger.

Også flere andre forslag til mulige mekanismer støter på problemer som er knyttet til grunnleggende spørsmål (229-231). Det som Pall betegner som en 'VGCC-aktiveringsmekanisme' og har presentert som hans egen oppdagelse, er ganske enkelt den mekanismen som vi har lagt fram her. En kommentar-artikkel/brev til redaktøren er blitt publisert om de betydelige etiske sidene ved dette (129). En utvidet gjennomgang av foreslåtte mekanismer er skrevet av Creasey og Goldberg (169).

Det er blitt hevdet at ELF-komponentene til de komplekse RF-ELF EMFer som trådløs kommunikasjon består av, må 'demoduleres' for å kunne sanses av levende organismer (232). 'Demodulert' eller ikke, faktum er at ELF-komponentene til modulerte/pulsede signaler brukt i trådløs kommunikasjon kan merkes direkte av både ELF-målere/spektrumanalysatorer og av levende organismer (40,55).

Selv om det siden 2000 er publisert en rekke oppfølgere om denne mekanismen (144), er emnet fortsatt av stor betydning, og i hver påfølgende publikasjon er ytterligere viktige sider blitt belyst og/eller rendyrket. I vår tidligere studie fra 2002 (145) ble mekanismen utvidet til å omfatte oscillerende magnetiske felt og det termiske støyproblemet ble diskutert mer inngående, mens i 2015 (143) ble mekanismen brukt til å avdekke den store betydningen som polarisering/koherens har for den biologiske påvirkningen fra menneskeskapte elektromagnetiske felt. I 2017 (223) og 2020 (146) ble så dette brukt til å forklare sensitive menneskers/dyrs sansning av kommende tordenvær og kommende jordskjelv. I den foreliggende studien er flere aspekter raffinert ytterligere, herunder: i) avstanden til S4-sensorer fra kanalporen; ii) flere detaljer om dempnings-koeffisienten β og bioaktivitetskonstanten k (Lign. 11); iii) ytterligere forklaring av rollen til konstantleddet i løsningen

(Lign. 3); iv) likheten mellom proton-spenningsstyrte kanaler og de andre VGICene; v) numeriske eksempler som viser den evnen som de pulserende ELF elektriske og magnetiske feltene i 2G/3G/4G mobiltelefoni, DECT, WiFi, Bluetooth og ELF-feltene fra kraftlinjer har til å påføre biologiske/helsevirkninger; vi) hastigheten til oscillerende ioner; vii) utvidelse av diagrammet over biologisk påvirkning til intensiteter ned til 10^{-5} V/m; og viii) drøfting av andre foreslåtte mekanismer.

Videre har den foreliggende studien dokumentert hvordan hindringer i funksjonen til VGICer på membranene til levende celler utløser (over)produksjon av frie radikaler/ROS, slik som den særdeles potente $OH^{\bullet}$ som blir dannet av H_2O_2 via Fenton-reaksjonen, og $ONOO^-$ som blir dannet av $NEI^{\bullet}$. Disse regnes som de viktigste av de artene som er skadelige for DNA og andre kritiske biologiske molekyler. Det er anslått at omtrent to tredjedeler av DNA-skaden som forårsakes av ioniserende stråling, skyldes $OH^{\bullet}$ (233,234). Mens $OH^{\bullet}$ bare kan spre seg over avstander som kan sammenlignes med lengden til et makromolekyl, kan H_2O_2 bevege seg til et hvilket som helst sted i cellen. Selv om den høye reaktiviteten til det særdeles potente $OH^{\bullet}$ gjør at det har en ekstremt kort levetid (i størrelsesorden 10^{-9} - 10^{-4} sekunder, avhengig av hvilke andre molekyler som er tilstede), kan det dannes av H_2O_2 på ethvert sted i cellen (herunder i kjernen) og virker øyeblikkelig på DNA og andre makromolekyler (233,234). Når det gjelder $NO^{\bullet}$/$ONOO^-$ kan de spre seg til hvor som helst i cellen og dermed direkte påvirke ethvert molekyl, herunder DNA (181). Selv om den foreliggende studien har identifisert spesifikke veier fram mot overproduksjon av ROS og frigjøring av DNaser som er forbundet med forstyrrede ione-konsentrasjoner i EMF-eksponerte celler, trenger de eksakte molekylære mekanismene å utforskes og belyses ytterligere.

Til slutt har denne studien diskutert hvordan ureparerte/feilreparerte DNA-lesjoner/skader, så som trådbrudd, kovalente bindingsbrudd eller nukleotidbaseskader, fører til cellealdring, celledød og/eller mutasjoner, og til relaterte patologier, herunder kreft. Selv om det har utviklet seg effektive mekanismer i alle dyr/celler for å reparere DNA-skader som påføres av miljøstressorer, er det stor forskjell på følgene når de skadelige hendelsene er isolerte eller tilfeldige (f.eks. radioaktive partikler eller γ-fotoner fra kosmisk/naturlig radioaktivitet, eller eksponering for sporadisk røntgenstrålediagnostikk), sammenlignet med vedvarende/gjentatt eksponering for virkestoffer som er giftige for celler, selv når disse midlene er forholdsvis svakere. Eksponering for menneskeskapte elektromagnetiske felt, og spesielt for de mest skadelige fra antenner/-enheter for trådløs kommunikasjon og høyspentlinjer (4), er blitt en ny realitet i det moderne liv. Milliarder av mennesker utsettes daglig for slike EMF. Selv om de er mindre cytotoksiske enn radioaktivitet og visse cytotoksiske kjemikalier, utgjør disse de cellegiftige stressorene som er mest vedvarende tilstede i det daglige, og som ingen reparasjonsmekanismer kan motvirke tilstrekkelig effektivt. De cytotoksiske stoffene som vi omgås fra før, eksponerer oss derimot tilfeldig som isolerte hendelser. Når en organisme konstant er under oksidativt stress (OS) på grunn av et helt nytt cytotoksisk stoff som menneskeskapte EMF, kan ingen beskyttelsesmekanisme som har utviklet seg i løpet av milliarder av år med biologisk evolusjon for å beskytte mot naturlige (ikke-polariserte) EMF/stråling eller mot isolerte helsefarlige hendelser, være tilstrekkelig effektiv.

Cellenes evne til reparasjon som respons på DNA-skade er avgjørende for det endelige utfallet. Skadeterskelen som må overskrides for at skaden blir uopprettelig, avhenger av celletypen og av organismens helse og tilstand. En organisme med dårlig helse og/eller under stress og betennelse på grunn av OS kan forventes å ha redusert reparasjonsevne og økt kreftrisiko. Også epigenetiske virkninger, så som endret genuttrykk, kan føre til at cellers funksjonsevne ødelegges og til karsinogenese (133,235,236).

Både DNA-skade og skadelige endringer i proteinsyntesen, særlig økte nivåer av stressproteiner, er rapportert frambrakt på samme måte både av ELF og av pulserende RF-EMF (237,238). Virkningene av pulserende radiofrekvenser ble imidlertid tilskrevet bærefrekvensen, og det ble ikke vurdert at ELF-komponentene kanskje i begge tilfeller (ELF og pulserende RF) kunne være ansvarlige for virkningene, slik det nå foreslås av den framlagte studien.

Så vidt vi kjenner til, gir denne studien for første gang et fullstendig og presist biofysisk/biokjemisk bilde som kan forklare det store antallet eksperimentelle og epidemiologiske funn som forbinder menneskeskapt EMF-eksponering med DNA-skade og tilhørende patologier som kreft, infertilitet og nevrodegenerative sykdommer.

De eksperimentelle og epidemiologiske funnene som forbinder eksponering for menneskeskapte EMFer og DNA-skader, infertilitet og kreft, har nå eksistert lenge. Nå er de forklart av den fullstendige mekanismen som er lagt fram her. Den foreliggende studien bør danne grunnlag for videre forskning og oppmuntre helsemyndigheter til å iverksette tiltak for å beskytte liv på Jorden mot ubegrenset bruk av menneskeskapte EMF.

Takk til
Ikke aktuelt.

Finansiering
Studien ble støttet av Spesialkontoen for forskningsstipendier ved Athens nasjonale og kapodistriske universitet (stipend nummer 16599).

Tilgang til data og materiell
Ikke aktuelt.

Forfatternes bidrag
DJP designet studien og skrev hovedmanuskriptet. AK verifiserte alle ligninger og beregninger. IY var medforfatter av avsnitt 3 om biokjemiske prosesser. GPC gjennomgikk og evaluerte alle data. Alle forfattere har lest og godkjent manuskriptet. Dataautentisering er ikke aktuelt.

Etisk godkjenning og samtykke til å delta
Ikke aktuelt.

Pasientsamtykke for publisering
Ikke aktuelt.

Konkurrerende interesser
Forfatterne erklærer at de ikke har noen konkurrerende interesser.

Referanser

1. Goodman EM, Greenebaum B and Marron MT: Effects of electromagnetic fields on molecules and cells. Int Rev Cytol 158: 279-338, 1995.
2. Santini MT, Ferrante A, Rainaldi G, Indovina P and Indovina PL: Extremely low frequency (ELF) magnetic fields and apoptosis: A review. Int J Radiat Biol 81: 1-11, 2005.
3. Phillips JL, Singh NP and Lai H: Electromagnetic fields and DNA damage. Pathophysiology 16: 79-88, 2009.
4. Panagopoulos DJ: Comparing DNA damage induced by mobile telephony and other types of man-made electromagnetic fields. Mutat Res Rev Mutat Res 781: 53-62, 2019.
5. Delgado JMR: Biological effects of extremely low frequency electromagnetic fields. J Bioelectricity 4: 75-92, 1985.
6. Garaj-Vrhovac V, Horvat D and Koren Z: The effect of microwave radiation on the cell genome. Mutat Res 243: 87-93, 1990.
7. Garaj-Vrhovac V, Horvat D and Koren Z: The relationship between colony-forming ability, chromosome aberrations and incidence of micronuclei in V79 Chinese hamster cells exposed to microwave radiation. Mutat Res 263: 143-149, 1991.
8. Garaj-Vrhovac V, Fucić A and Horvat D: The correlation between the frequency of micronuclei and specific chromosome aberrations in human lymphocytes exposed to microwave radiation in vitro. Mutat Res 281: 181-186, 1992.
9. Ma TH and Chu KC: Effect of the extremely low frequency (ELF) electromagnetic field (EMF) on developing embryos of the fruit fly (*Drosophila melanogaster* L.). Mutat Res 303: 35-39, 1993.
10. Sarkar S, Ali S and Behari J: Effect of low power microwave on the mouse genome: A direct DNA analysis. Mutat Res 320: 141-147, 1994.
11. Lai H and Singh NP: Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells. Bioelectromagnetics 16: 207-210, 1995.
12. Lai H and Singh NP: Single- and double-strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation. Int J Radiat Biol 69: 513-521, 1996.
13. Lai H and Singh NP: Acute exposure to a 60 Hz magnetic field increases DNA strand breaks in rat brain cells. Bioelectromagnetics 18: 156-165, 1997.
14. Svedenstål BM, Johanson KJ and Mild KH: DNA damage induced in brain cells of CBA mice exposed to magnetic fields. In Vivo 13: 551-552, 1999.
15. Koana T, Okada MO, Takashima Y, Ikehata M and Miyakoshi J: Involvement of eddy currents in the mutagenicity of ELF magnetic fields. Mutat Res 476: 55-62, 2001.
16. Ivancsits S, Diem E, Pilger A, Rüdiger HW and Jahn O: Induction of DNA strand breaks by intermittent exposure to extremely-low-frequency electromagnetic fields in human diploid fibroblasts. Mutat Res 519: 1-13, 2002.
17. Ivancsits S, Diem E, Jahn O and Rüdiger HW: Intermittent extremely low frequency electromagnetic fields cause DNA damage in a dose-dependent way. Int Arch Occup Environ Health 76: 431-436, 2003.
18. Winker R, Ivancsits S, Pilger A, Adlkofer F and Rüdiger HW: Chromosomal damage in human diploid fibroblasts by intermittent exposure to extremely low-frequency electromagnetic fields. Mutat Res 585: 43-49, 2005.
19. Diem E, Schwarz C, Adlkofer F, Jahn O and Rüdiger H: Non-thermal DNA breakage by mobile-phone radiation (1800 MHz) in human fibroblasts and in transformed GFSH-R17 rat granulosa cells in vitro. Mutat Res 583: 178-183, 2005.
20. Mausset-Bonnefont AL, Hirbec H, Bonnefont X, Privat A, Vignon J and de Sèze R: Acute exposure to GSM 900-MHz electromagnetic fields induces glial reactivity and biochemical modifications in the rat brain. Neurobiol Dis 17: 445-454, 2004.
21. Ji S, Oh E, Sul D, Choi JW, Park H and Lee E: DNA damage of lymphocytes in volunteers after 4 h use of mobile phone. J Prev Med Public Health 37: 373-380, 2004.
22. Hong R, Zhang Y, Liu Y and Weng EQ: Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on DNA of testicular cells and sperm chromatin structure in mice. Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi 23: 414-417, 2005 (In Chinese).
23. Belyaev IY, Hillert L, Protopopova M, Tamm C, Malmgren LO, Persson BR, Selivanova G and Harms-Ringdahl M: 915 MHz microwaves and 50 Hz magnetic field affect chromatin conformation and 53BP1 foci in human lymphocytes from hypersensitive and healthy persons. Bioelectromagnetics 26: 173-184, 2005.
24. Markovà E, Hillert L, Malmgren L, Persson BR and Belyaev IY: Microwaves from GSM mobile telephones affect 53BP1 and gamma-H2AX foci in human lymphocytes from hypersensitive and healthy persons. Environ Health Perspect 113: 1172-1177, 2005.
25. Aitken RJ, Bennetts LE, Sawyer D, Wiklendt AM and King BV: Impact of radio frequency electromagnetic radiation on DNA integrity in the male germline. Int J Androl 28: 171-179, 2005.
26. Nikolova T, Czyz J, Rolletschek A, Blyszczuk P, Fuchs J, Jovtchev G, Schuderer J, Kuster N and Wobus AM: Electromagnetic fields affect transcript levels of apoptosis-related genes in embryonic stem cell-derived neural progenitor cells. FASEB J 19: 1686-1688, 2005.
27. Zhang DY, Xu ZP, Chiang H, Lu DQ and Zeng QL: Effects of GSM 1800 MHz radiofrequency electromagnetic fields on DNA damage in Chinese hamster lung cells. Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi 40: 149-152, 2006 (In Chinese).
28. Lixia S, Yao K, Kaijun W, Deqiang L, Huajun H, Xiangwei G, Baohong W, Wei Z, Jianling L and Wei W: Effects of 1.8 GHz radiofrequency field on DNA damage and expression of heat shock protein 70 in human lens epithelial cells. Mutat Res 602: 135-142, 2006.
29. Ferreira AR, Knakievicz T, Pasquali MA, Gelain DP, Dal-Pizzol F, Fernández CE, de Salles AA, Ferreira HB and Moreira JC: Ultra high frequency-electromagnetic field irradiation during pregnancy leads to an increase in erythrocytes micronuclei incidence in rat offspring. Life Sci 80: 43-50, 2006.
30. Panagopoulos DJ, Chavdoula ED, Nezis IP and Margaritis LH: Cell death induced by GSM 900-MHz and DCS 1800-MHz mobile telephony radiation. Mutat Res 626: 69-78, 2007.
31. Yan JG, Agresti M, Bruce T, Yan YH, Granlund A and Matloub HS: Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats. Fertil Steril 88: 957-964, 2007.
32. Yao K, Wu W, Wang K, Ni S, Ye P, Yu Y, Ye J and Sun L: Electromagnetic noise inhibits radiofrequency

radiation-induced DNA damage and reactive oxygen species increase in human lens epithelial cells. Mol Vis 14: 964-969, 2008.
33. Yadav AS and Sharma MK: Increased frequency of micronucleated exfoliated cells among humans exposed in vivo to mobile telephone radiations. Mutat Res 650: 175-180, 2008.
34. Sokolovic D, Djindjic B, Nikolic J, Bjelakovic G, Pavlovic D, Kocic G, Krstic D, Cvetkovic T and Pavlovic V: Melatonin reduces oxidative stress induced by chronic exposure of microwave radiation from mobile phones in rat brain. J Radiat Res 49: 579-586, 2008.
35. Lee KS, Choi JS, Hong SY, Son TH and Yu K: Mobile phone electromagnetic radiation activates MAPK signaling and regulates viability in *Drosophila*. Bioelectromagnetics 29: 371-379, 2008.
36. De Iuliis GN, Newey RJ, King BV and Aitken RJ: Mobile phone radiation induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa in vitro. PLoS One 4: e6446, 2009.
37. Agarwal A, Desai NR, Makker K, Varghese A, Mouradi R, Sabanegh E and Sharma R: Effects of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMW) from cellular phones on human ejaculated semen: An in vitro pilot study. Fertil Steril 92: 1318-1325, 2009.
38. Mailankot M, Kunnath AP, Jayalekshmi H, Koduru B and Valsalan R: Radio frequency electromagnetic radiation (RF-EMR) from GSM (0.9/1.8 GHz) mobile phones induces oxidative stress and reduces sperm motility in rats. Clinics (Sao Paulo) 64: 561-565, 2009.
39. Luukkonen J, Hakulinen P, Mäki-Paakkanen J, Juutilainen J and Naarala J: Enhancement of chemically induced reactive oxygen species production and DNA damage in human SH-SY5Y neuroblastoma cells by 872 MHz radiofrequency radiation. Mutat Res 662: 54-58, 2009.
40. Panagopoulos DJ, Chavdoula ED and Margaritis LH: Bioeffects of mobile telephony radiation in relation to its intensity or distance from the antenna. Int J Radiat Biol 86: 345-357, 2010.
41. Chavdoula ED, Panagopoulos DJ and Margaritis LH: Comparison of biological effects between continuous and intermittent exposure to GSM-900-MHz mobile phone radiation. Detection of apoptotic cell death features. Mutat Res 700: 51-61, 2010.
42. Guler G, Tomruk A, Ozgur E and Seyhan N: The effect of radiofrequency radiation on DNA and lipid damage in non-pregnant and pregnant rabbits and their newborns. Gen Physiol Biophys 29: 59-66, 2010.
43. Tomruk A, Guler G and Dincel AS: The influence of 1800 MHz GSM-like signals on hepatic oxidative DNA and lipid damage in nonpregnant, pregnant, and newly born rabbits. Cell Biochem Biophys 56: 39-47, 2010.
44. Franzellitti S, Valbonesi P, Ciancaglini N, Biondi C, Contin A, Bersani F and Fabbri E: Transient DNA damage induced by high-frequency electromagnetic fields (GSM 1.8 GHz) in the human trophoblast HTR-8/SVneo cell line evaluated with the alkaline comet assay. Mutat Res 683: 35-42, 2010.
45. Campisi A, Gulino M, Acquaviva R, Bellia P, Raciti G, Grasso R, Musumeci F, Vanella A and Triglia A: Reactive oxygen species levels and DNA fragmentation on astrocytes in primary culture after acute exposure to low intensity microwave electromagnetic field. Neurosci Lett 473: 52-55, 2010.
46. Panagopoulos DJ: Effect of microwave exposure on the ovarian development of *Drosophila melanogaster*. Cell Biochem Biophys 63: 121-132, 2012.
47. Panagopoulos DJ, Karabarbounis A and Lioliousis C: ELF alternating magnetic field decreases reproduction by DNA damage induction. Cell Biochem Biophys 67: 703-716, 2013.
48. Liu C, Gao P, Xu SC, Wang Y, Chen CH, He MD, Yu ZP, Zhang L and Zhou Z: Mobile phone radiation induces mode-dependent DNA damage in a mouse spermatocyte-derived cell line: A protective role of melatonin. Int J Radiat Biol 89: 993-1001, 2013.
49. Pesnya DS and Romanovsky AV: Comparison of cytotoxic and genotoxic effects of plutonium-239 alpha particles and mobile phone GSM 900 radiation in the *Allium cepa* test. Mutat Res 750: 27-33, 2013.
50. Mihai CT, Rotinberg P, Brinza F and Vochita G: Extremely low-frequency electromagnetic fields cause DNA strand breaks in normal cells. J Environ Health Sci Eng 12: 15, 2014.
51. Daroit NB, Visioli F, Magnusson AS, Vieira GR and Rados PV: Cell phone radiation effects on cytogenetic abnormalities of oral mucosal cells. Braz Oral Res 29: 1-8, 2015.
52. Banerjee S, Singh NN, Sreedhar G and Mukherjee S: Analysis of the genotoxic effects of mobile phone radiation using buccal micronucleus assay: A comparative evaluation. J Clin Diagn Res 10: ZC82-ZC85, 2016.
53. D'Silva MH, Swer RT, Anbalagan J and Rajesh B: Effect of radiofrequency radiation emitted from 2G and 3G cell phone on developing liver of chick embryo-a comparative study. J Clin Diagn Res 11: AC05-AC09, 2017.
54. Panagopoulos DJ: Chromosome damage in human cells induced by UMTS mobile telephony radiation. Gen Physiol Biophys 38: 445-454, 2019.
55. Panagopoulos DJ: Comparing chromosome damage induced by mobile telephony radiation and a high caffeine dose: Effect of combination and exposure duration. Gen Physiol Biophys 39: 531-544, 2020.
56. Magras IN and Xenos TD: RF radiation-induced changes in the prenatal development of mice. Bioelectromagnetics 18: 455-461, 1997.
57. Panagopoulos DJ, Karabarbounis A and Margaritis LH: Effect of GSM 900-MHz mobile phone radiation on the reproductive capacity of *Drosophila melanogaster*. Electromagn Biol Med 23: 29-43, 2004.
58. Panagopoulos DJ, Chavdoula ED, Karabarbounis A and Margaritis LH: Comparison of bioactivity between GSM 900 MHz and DCS 1800 MHz mobile telephony radiation. Electromagn Biol Med 26: 33-44, 2007.
59. Wdowiak A, Wdowiak L and Wiktor H: Evaluation of the effect of using mobile phones on male fertility. Ann Agric Environ Med 14: 169-172, 2007.
60. Agarwal A, Deepinder F, Sharma RK, Ranga G and Li J: Effect of cell phone usage on semen analysis in men attending infertility clinic: An observational study. Fertil Steril 89: 124-128, 2008.
61. Batellier F, Couty I, Picard D and Brillard JP: Effects of exposing chicken eggs to a cell phone in 'call' position over the entire incubation period. Theriogenology 69: 737-745, 2008.

62. Gul A, Celebi H and Uğraş S: The effects of microwave emitted by cellular phones on ovarian follicles in rats. Arch Gynecol Obstet 280: 729-733, 2009.
63. Sharma VP and Kumar NR: Changes in honey bee behaviour and biology under the influence of cell phone radiations. Curr Sci 98: 1376-1378, 2010.
64. La Vignera S, Condorelli RA, Vicardi E, D'Agata R and Calogero AE: Effects of the exposure to mobile phones on male reproduction: A review of the literature. J Androl 33: 350-356, 2012.
65. Balmori A: Possible effects of electromagnetic fields from phone masts on a population of white stork (*Ciconia ciconia*). Electromagn Biol Med 24: 109-119, 2005.
66. Balmori A and Hallberg O: The urban decline of the house sparrow (*Passer domesticus*): A possible link with electromagnetic radiation. Electromagn Biol Med 26: 141-151, 2007.
67. Everaert J and Bauwens D: A possible effect of electromagnetic radiation from mobile phone base stations on the number of breeding house sparrows (*Passer domesticus*). Electromagn Biol Med 26: 63-72, 2007.
68. Bacandritsos N, Granato A, Budge G, Papanastasiou I, Roinioti E, Caldon M, Falcaro C, Gallina A and Mutinelli F: Sudden deaths and colony population decline in Greek honey bee colonies. J Invertebr Pathol 105: 335-340, 2010.
69. Cucurachi S, Tamis WL, Vijver MG, Peijnenburg WJ, Bolte JF and de Snoo GR: A review of the ecological effects of radiofrequency electromagnetic fields (RF-EMF). Environ Int 51: 116-140, 2013.
70. Balmori A: The incidence of electromagnetic pollution on the amphibian decline: Is this an important piece of the puzzle? Toxicol Environ Chem 88: 287-299, 2006.
71. Balmori A: Mobile phone mast effects on common frog (*Rana temporaria*) tadpoles: The city turned into a laboratory. Electromagn Biol Med 29: 31-35, 2010.
72. Wertheimer N and Leeper E: Electrical wiring configurations and childhood cancer. Am J Epidemiol 109: 273-284, 1979.
73. Savitz DA, Wachtel H, Barnes F, John EM and Tvrdik JG: Case-control study of childhood cancer and exposure to 60-Hz magnetic fields. Am J Epidemiol 128: 21-38, 1988.
74. Coleman MP, Bell CM, Taylor HL and Primic-Zakelj M: Leukaemia and residence near electricity transmission equipment: A case-control study. Br J Cancer 60: 793-798, 1989.
75. Feychting M and Ahlbom A: Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines. Am J Epidemiol 138: 467-481, 1993.
76. Feychting M and Ahlbom A: Magnetic fields, leukemia, and central nervous system tumors in Swedish adults residing near high-voltage power lines. Epidemiology 5: 501-509, 1994.
77. Feychting M and Ahlbom A: Childhood leukemia and residential exposure to weak extremely low frequency magnetic fields. Environ Health Perspect 103 (Suppl 2): S59-S62, 1995.
78. Coghill RW, Steward J and Philips A: Extra low frequency electric and magnetic fields in the bed place of children diagnosed with leukaemia: A case-control study. Eur J Cancer Prev 5: 153-158, 1996.
79. Ahlbom A, Day N, Feychting M, Roman E, Skinner J, Dockerty J, Linet M, McBride M, Michaelis J, Olsen JH, *et al*: A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. Br J Cancer 83: 692-698, 2000.
80. Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, Poole C and Kelsh MA: A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. Childhood leukemia-EMF study group. Epidemiology 11: 624-634, 2000.
81. Draper G, Vincent T, Kroll ME and Swanson J: Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: A case-control study. BMJ 330: 1290, 2005.
82. Kheifets L, Ahlbom A, Crespi CM, Draper G, Hagihara J, Lowenthal RM, Mezei G, Oksuzyan S, Schüz J, Swanson J, *et al*: Pooled analysis of recent studies on magnetic fields and childhood leukaemia. Br J Cancer 103: 1128-1135, 2010.
83. Hallberg O and Johansson O: Melanoma incidence and frequency modulation (FM) broadcasting. Arch Environ Health 57: 32-40, 2002.
84. Gulati S, Yadav A, Kumar N, Kanupriya, Aggarwal NK, Kumar R and Gupta R: Effect of GSTM1 and GSTT1 polymorphisms on genetic damage in humans populations exposed to radiation from mobile towers. Arch Environ Contam Toxicol 70: 615-625, 2016.
85. Zothansiama, Zosangzuali M, Lalramdinpuii M and Jagetia GC: Impact of radiofrequency radiation on DNA damage and antioxidants in peripheral blood lymphocytes of humans residing in the vicinity of mobile phone base stations. Electromagn Biol Med 36: 295-305, 2017.
86. Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, Mild KH and Morgan LL: Long-term use of cellular phones and brain tumours: Increased risk associated with use for > or =10 years. Occup Environ Med 64: 626-632, 2007.
87. Hardell L, Carlberg M and Hansson Mild K: Epidemiological evidence for an association between use of wireless phones and tumor diseases. Pathophysiology 16: 113-122, 2009.
88. Khurana VG, Teo C, Kundi M, Hardell L and Carlberg M: Cell phones and brain tumors: A review including the long-term epidemiologic data. Surg Neurol 72: 205-214, 2009.
89. Hardell L and Carlberg M: Mobile phones, cordless phones and the risk for brain tumours. Int J Oncol 35: 5-17, 2009.
90. Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F and Mild KH: Pooled analysis of case-control studies on acoustic neuroma diagnosed 1997-2003 and 2007-2009 and use of mobile and cordless phones. Int J Oncol 43: 1036-1044, 2013.
91. Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F and Mild KH: Case-control study of the association between malignant brain tumours diagnosed between 2007 and 2009 and mobile and cordless phone use. Int J Oncol 43: 1833-1845, 2013.
92. Hardell L, Carlberg M and Hansson Mild K: Use of mobile phones and cordless phones is associated with increased risk for glioma and acoustic neuroma. Pathophysiology 20: 85-110, 2013.
93. Wang Y and Guo X: Meta-analysis of association between mobile phone use and glioma risk. J Cancer Res Ther 12 (Suppl): C298-C300, 2016.
94. Carlberg M and Hardell L: Evaluation of mobile phone and cordless phone use and glioma risk using the bradford hill viewpoints from 1965 on association or causation. Biomed Res Int 2017: 9218486, 2017.
95. Hardell L: Effects of mobile phones on children's and adolescents' health: A commentary. Child Dev 89: 137-140, 2018.
96. Momoli F, Siemiatycki J, McBride ML, Parent MÉ, Richardson L, Bedard D, Platt R, Vrijheid M, Cardis E and

Krewski D: Probabilistic multiple-bias modelling applied to the Canadian data from the INTERPHONE study of mobile phone use and risk of glioma, meningioma, acoustic neuroma, and parotid gland tumors. Am J Epidemiol 186: 885-893, 2017.
97. Miller AB, Morgan LL, Udasin I and Davis DL: Cancer epidemiology update, following the 2011 IARC evaluation of radiofrequency electromagnetic fields (Monograph 102). Environ Res 167: 673-683, 2018.
98. Miller AB, Sears ME, Morgan LL, Davis DL, Hardell L, Oremus M and Soskolne CL: Risks to health and well-being from radio-frequency radiation emitted by cell phones and other wireless devices. Front Public Health 7: 223, 2019.
99. Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P and Seigne M: Study of the health of people living in the vicinity of mobile phone base stations: I. Influences of distance and sex. Pathol Biol 50: 369-373, 2002.
100. Navarro A, Garcia JS, Portoles M and Gómez-Perretta G: The microwave syndrome: A preliminary study in Spain. Electromagn Biol Med 22: 161-169, 2003. 101. Salama OE and Abou El Naga RM: Cellular phones: Are they detrimental? J Egypt Public Health Assoc 79: 197-223, 2004.
102. Hutter HP, Moshammer H, Wallner P and Kundi M: Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. Occup Environ Med 63: 307-313, 2006.
103. Abdel-Rassoul G, El-Fateh OA, Salem MA, Michael A, Farahat F, El-Batanouny M and Salem E: Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. Neurotoxicology 28: 434-440, 2007.
104. Blettner M, Schlehofer B, Breckenkamp J, Kowall B, Schmiedel S, Reis U, Potthoff P, Schüz J and Berg-Beckhoff G: Mobile phone base stations and adverse health effects: Phase 1 of a population-based, cross-sectional study in Germany. Occup Environ Med 66: 118-123, 2009.
105. Viel JF, Clerc S, Barrera C, Rymzhanova R, Moissonnier M, Hours M and Cardis E: Residential exposure to radiofrequency fields from mobile phone base stations, and broadcast transmitters: A population-based survey with personal meter. Occup Environ Med 66: 550-556, 2009.
106. Kundi M and Hutter HP: Mobile phone base stations-effects on wellbeing and health. Pathophysiology 16: 123-135, 2009.
107. Shahbazi-Gahrouei D, Karbalae M, Moradi HA and Baradaran-Ghahfarokhi M: Health effects of living near mobile phone base transceiver station (BTS) antennae: A report from Isfahan, Iran. Electromagn Biol Med 33: 206-210, 2014.
108. Irigaray P, Caccamo D and Belpomme D: Oxidative stress in electrohypersensitivity self-reporting patients: Results of a prospective *in vivo* investigation with comprehensive molecular analysis. Int J Mol Med 42: 1885-1898, 2018.
109. Yakymenko I, Tsybulin O, Sidorik E, Henshel D, Kyrylenko O and Kyrylenko S: Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation. Electromagn Biol Med 35: 186-202, 2016.
110. Tillmann T, Ernst H, Streckert J, Zhou Y, Taugner F, Hansen V and Dasenbrock C: Indication of cocarcinogenic potential of chronic UMTS-modulated radiofrequency exposure in an ethylnitrosourea mouse model. Int J Radiat Biol 86: 529-541, 2010.
111. Lerchl A, Klose M, Grote K, Wilhelm AF, Spathmann O, Fiedler T, Streckert J, Hansen V and Clemens M: Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans. Biochem Biophys Res Commun 459: 585-590, 2015.
112. National Toxicology Program: Toxicology and carcinogenesis studies in Sprague Dawley (Hsd:Sprague Dawley SD) rats exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. Natl Toxicol Program Tech Rep Ser: NTP-TR-595, 2018.
113. Smith-Roe SL, Wyde ME, Stout MD, Winters JW, Hobbs CA, Shepard KG, Green AS, Kissling GE, Shockley KR, Tice RR, *et al*: Evaluation of the genotoxicity of cell phone radiofrequency radiation in male and female rats and mice following subchronic exposure. Environ Mol Mutagen 61: 276-290, 2020.
114. Falcioni L, Bua L, Tibaldi E, Lauriola M, De Angelis L, Gnudi F, Mandrioli D, Manservigi M, Manservisi F, Manzoli I, *et al*: Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station environmental emission. Environ Res 165: 496-503, 2018.
115. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). Health Phys 99: 818-836, 2010.
116. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz). Health Phys 118; 483-524, 2020.
117. IARC: Non-ionizing radiation, part 1: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. Vol. 80. World Health Organization. IARC Press, Lyon, 2002.
118. IARC: Non-Ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields. Vol. 102. IARC Press, Lyon, 2013.
119. Baan R, Grosse Y, Lauby-Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Islami F, Galichet L and Straif K; WHO International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group: Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. Lancet Oncol 12: 624-626, 2011.
120. Verschaeve L: Misleading scientific papers on health effects from wireless communication devices. In: Microwave Effects on DNA and Proteins. Geddes CD (ed). Springer, Cham, pp159-233, 2017.
121. Panagopoulos DJ, Johansson O and Carlo GL: Real versus simulated mobile phone exposures in experimental studies. Biomed Res Int 2015: 607053, 2015.
122. Panagopoulos DJ: Mobile telephony radiation effects on insect ovarian cells. The necessity for real exposures bioactivity assessment. The key role of polarization, and the 'ion forced-oscillation mechanism'. In: Microwave Effects on DNA and Proteins. Geddes CD (ed). Springer, Cham, pp1-48, 2017.
123. Manna D and Ghosh R: Effect of radiofrequency radiation in cultured mammalian cells: A review. Electromagn Biol Med 35: 265-301, 2016.

124. Leach V, Weller S and Redmayne M: A novel database of bio-effects from non-ionizing radiation. Rev Environ Health 33: 273-280, 2018.
125. Karipidis K, Mate R, Urban D, Tinker R and Wood A: 5G mobile networks and health-a state-of-the-science review of the research into low-level RF fields above 6 GHz. J Expo Sci Environ Epidemiol 31: 585-605, 2021.
126. Hardell L and Nyberg R: Appeals that matter or not on a moratorium on the deployment of the fifth generation, 5G, for microwave radiation. Mol Clin Oncol 12: 247-257, 2020.
127. Hardell L and Carlberg M: Health risks from radio-frequency radiation, including 5G, should be assessed by experts with no conflicts of interest. Oncol Lett 20: 15, 2020.
128. Metaxas AC: Microwave heating. Power Eng 5: 237-247, 1991.
129. Panagopoulos DJ: Comments on Pall's 'Millimeter (MM) wave and microwave frequency radiation produce deeply penetrating effects: The biology and the physics'. Rev Environ Health: Jul 12, 2021 (Epub ahead of print). doi: https://doi.org/10.1515/reveh-2021- 0090.
130. Ames BN: Endogenous DNA damage as related to cancer and aging. Mutat Res 214: 41-46, 1989.
131. Lieber MR: Pathological and physiological double-strand breaks: Roles in cancer, aging, and the immune system. Am J Pathol 153: 1323-1332, 1998.
132. Helleday T, Loc J, van Gentd DC and Engelward BP: DNA double-strand break repair: From mechanistic understanding to cancer treatment. DNA Repair (Amst) 6: 923-935, 2007.
133. Lahtz C and Pfeifer GP: Epigenetic changes of DNA repair genes in cancer. J Mol Cell Biol 3: 51-58, 2011.
134. Yao Y and Dai W: Genomic instability and cancer. J Carcinog Mutagen 5: 1000165, 2014.
135. Bernstein C, Prasad AR, Nfonsam V and Bernstein H: DNA damage, DNA repair and cancer. In: New Research Directions in DNA Repair. Clarc C (ed). InTech, Rijeka, pp413-465, 2013.
136. Basu AK: DNA damage, mutagenesis and cancer. Int J Mol Sci 19: 970, 2018.
137. von Zglinicki T, Saretzki G, Ladhoff J, d'Adda di Fagagna F and Jackson SP: Human cell senescence as a DNA damage response. Mech Ageing Dev 126: 111-117, 2005.
138. Shah DJ, Sachs RK and Wilson DJ: Radiation-induced cancer: A modern view. Br J Radiol 85: e1166-e1173, 2012.
139. Rodgers K and McVey M: Error-prone repair of DNA double-strand breaks. J Cell Physiol 231: 15-24, 2016.
140. Nadler DL and Zurbenko IG: Estimating cancer latency times using a weibull model. Adv Epidemiol 2014: 746769, 2014.
141. Francis G: Ionization Phenomena in Gases. Butterworths Scientific Publications, London, 1960.
142. Gomer R: Field Emission and Field Ionization. Harvard University Press, Cambridge, 1961.
143. Panagopoulos DJ, Johansson O and Carlo GL: Polarization: A key difference between man-made and natural electromagnetic fields, in regard to biological activity. Sci Rep 5: 14914, 2015.
144. Panagopoulos DJ, Messini N, Karabarbounis A, Filippetis AL and Margaritis LH: A mechanism for action of oscillating electric fields on cells. Biochem Biophys Res Commun 272: 634-640, 2000.
145. Panagopoulos DJ, Karabarbounis A and Margaritis LH: Mechanism for action of electromagnetic fields on cells. Biochem Biophys Res Commun 298: 95-102, 2002.
146. Panagopoulos DJ, Balmori A and Chrousos GP: On the biophysical mechanism of sensing upcoming earthquakes by animals. Sci Total Environ 717: 136989, 2020.
147. Alberts B, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K and Walter P: Molecular Biology of the Cell. Garland Publishing, Inc., New York, 1994.
148. Stryer L: Biochemistry. 4th edition. Freeman WH (ed). Freeman and Company, New York, NY, 1995.
149. Halgamuge MN and Abeyrathne CD: Behavior of charged particles in a biological cell exposed to AC-DC electromagnetic fields. Environ Eng Sci 28: 1-10, 2001.
150. Panagopoulos DJ and Karabarbounis A: Comments on study of charged particle's behavior in a biological cell exposed to AC-DC electromagnetic fields, and on comparison between two models of interaction between electric and magnetic fields and proteins in cell membranes. Environ Eng Sci 28: 749-751, 2011.
151. Bawin SM, Kaczmarek LK and Adey WR: Effects of modulated VHF fields, on the central nervous system. Ann N Y Acad Sci 247: 74-81, 1975.
152. Bawin SM, Adey WR and Sabbot IM: Ionic factors in release of $^{45}Ca^{2+}$ from chicken cerebral tissue by electromagnetic fields. Proc Natl Acad Sci USA 75: 6314-6318, 1978.
153. Blackman CF, Benane SG, Elder JA, House DE, Lampe JA and Faulk JM: Induction of calcium-ion efflux from brain tissue by radiofrequency radiation: effect of sample number and modulation frequency on the power density window. Bioelectromagnetics 1: 35-43, 1980. 154. Frei M, Jauchem J and Heinmets F: Physiological effects of
2.8 GHz radio-frequency radiation: A comparison of pulsed and continuous-wave radiation. J Microw Power Electromagn Energy 23: 85-93, 1988.
155. Bolshakov MA and Alekseev SI: Bursting responses of Lymnea neurons to microwave radiation. Bioelectromagnetics 13: 119-129, 1992.
156. Penafiel LM, Litovitz T, Krause D, Desta A and Mullins JM: Role of modulation on the effect of microwaves on ornithine decarboxylase activity in L929 cells. Bioelectromagnetics 18: 132-141, 1997.
157. Huber R, Treyer V, Borbély AA, Schuderer J, Gottselig JM, Landolt HP, Werth E, Berthold T, Kuster N, Buck A and Achermann P: Electromagnetic fields, such as those from mobile phones, alter regional cerebral blood flow and sleep and waking EEG. J Sleep Res 11: 289-295, 2002.
158. Höytö A, Luukkonen J, Juutilainen J and Naarala J: Proliferation, oxidative stress and cell death in cells exposed to 872 MHz radiofrequency radiation and oxidants. Radiat Res 170: 235-243, 2008.
159. Mohammed HS, Fahmy HM, Radwan NM and Elsayed AA: Non-thermal continuous and modulated electromagnetic radiation fields effects on sleep EEG of rats. J Adv Res 4: 181-187, 2013.
160. Noda M, Ikeda T, Kayano T, Suzuki H, Takeshima H, Kurasaki M, Takahashi H and Numa S: Existence of distinct sodium channel messenger RNAs in rat brain. Nature 320: 188-192, 1986.
161. Liman ER, Hess P, Weaver F and Koren G: Voltage-sensing residues in the S4 region of a mammalian K^+ channel. Nature 353: 752-756, 1991.

162. Tombola F, Pathak MM and Isacoff EY: How does voltage open an ion channel? Annu Rev Cell Dev Biol 22: 23-52, 2006.
163. Schmidt WF and Thomas CG: More precise model of α-helix and transmembrane α-helical peptide backbone structure. J Biophy Chem 3: 295-303, 2012.
164. Miller C: An overview of the potassium channel family. Genome Biol 1: REVIEWS0004, 2000.
165. Zhang XC, Yang H, Liu Z and Sun F: Thermodynamics of voltage-gated ion channels. Biophys Rep 4: 300-319, 2018.
166. DeCoursey TE: Interactions between NADPH oxidase and voltage-gated proton channels: Why electron transport depends on proton transport. FEBS Lett 555: 57-61, 2003.
167. Seredenina T, Demaurex N and Krause KH: Voltage-gated proton channels as novel drug targets: From NADPH oxidase regulation to sperm biology. Antioxid Redox Sign 23: 490-513, 2015.
168. Panagopoulos DJ, Johansson O and Carlo GL: Evaluation of specific absorption rate as a dosimetric quantity for electromagnetic fields bioeffects. PLoS One 8: e62663, 2013.
169. Creasey WA and Goldberg RB: A new twist on an old mechanism for EMF bioeffects? EMF Health Rep 9: 1-11, 2001.
170. Belyaev IY: Non-thermal biological effects of microwaves. Microw Rev 11: 13-29, 2005.
171. Zhou R, Xiong Y, Xing G, Sun L and Ma J: ZiFi: Wireless LAN discovery via ZigBee interference signatures. MobiCom'10, September 20-24, Chicago, Illinois, USA, 2010. Proceedings of the 16th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking. doi: 10.1145/1859995.1860002.
172. Piacentini R, Ripoli C, Mezzogori D, Azzena GB and Grassi C: Extremely low-frequency electromagnetic fields promote in vitro neurogenesis via upregulation of Ca(v)1-channel activity. J Cell Physiol 215: 129-139, 2008.
173. Cecchetto C, Maschietto M, Boccaccio P and Vassanelli S: Electromagnetic field affects the voltage-dependent potassium channel Kv1.3. Electromagn Biol Med 39: 316-322, 2020.
174. Zheng Y, Xia P, Dong L, Tian L and Xiong C: Effects of modulation on sodium and potassium channel currents by extremely low frequency electromagnetic fields stimulation on hippocampal CA1 pyramidal cells. Electromagn Biol Med 40: 274-285, 2021.
175. Batcioglu K, Uyumlu AB, Satilmis B, Yildirim B, Yucel N, Demirtas H, Onkal R, Guzel RM and Djamgoz MB: Oxidative stress in the in vivo DMBA rat model of breast cancer: Suppression by a voltage-gated sodium channel inhibitor (RS100642). Basic Clin Pharmacol Toxicol 111: 137-141, 2012.
176. Ramírez A, Vázquez-Sánchez AY, Carrión-Robalino N and Camacho J: Ion channels and oxidative stress as a potential link for the diagnosis or treatment of liver diseases. Oxid Med Cell Longev 2016: 3928714, 2016.
177. O'Hare Doig RL, Chiha W, Giacci MK, Yates NJ, Bartlett CA, Smith NM, Hodgetts SI, Harvey AR and Fitzgerald M: Specific ion channels contribute to key elements of pathology during secondary degeneration following neurotrauma. BMC Neurosci 18: 62, 2017.
178. Akbarali HI: Oxidative stress and ion channels. In: Systems Biology of Free Radicals and Antioxidants. Lahers I (ed). Springer, Berlin, Heidelberg, pp355-373, 2014.
179. Kourie JI: Interaction of reactive oxygen species with ion transport mechanisms. Am J Physiol 275: C1-C24, 1998.
180. Lushchak VI: Free radicals, reactive oxygen species, oxidative stress and its classification. Chem Biol Interact 224: 164-175, 2014.
181. Pacher P, Beckman JS and Liaudet L: Nitric oxide and peroxynitrite in health and disease. Physiol Rev 87: 315-424, 2007.
182. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MT, Mazur M and Telser J: Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. Int J Biochem Cell Biol 39: 44-84, 2007.
183. Halliwell B: Biochemistry of oxidative stress. Biochem Soc Trans 35: 1147-1150, 2007.
184. Balasubramanian B, Pogozelski WK and Tullius TD: DNA strand b reaking by t he hydroxyl r adical i s governed by t he accessible surface areas of the hydrogen atoms of the DNA backbone. Proc Natl Acad Sci USA 95: 9738-9743, 1998.
185. Cadet J, Delatour T, Douki T, Gasparutto D, Pouget JP, Ravanat JL and Sauvaigo S: Hydroxyl radicals and DNA base damage. Mutat Res 1424: 9-21, 1999.
186. Cadet J and Wagner JR: DNA base damage by reactive oxygen species, oxidizing agents, and UV radiation. Cold Spring Harb Perspect Biol 5: a012559, 2013.
187. Tsunoda M, Sakaue T, Naito S, Sunami T, Abe N, Ueno Y, Matsuda A and Takénaka A: Insights into the structures of DNA damaged by hydroxyl radical: Crystal structures of DNA duplexes containing 5-formyluracil. J Nucleic Acids 2010: 107289, 2010.
188. Cooke MS, Evans MD, Dizdaroglu M and Lunec J: Oxidative DNA damage: Mechanisms, mutation, and disease. FASEB J 17: 1195-1214, 2003.
189. Barzilai A and Yamamoto K: DNA damage responses to oxidative stress. DNA Repair (Amst) 3: 1109-1115, 2004.
190. Pall ML: Electromagnetic fields act via activation of voltage-gated calcium channels to produce beneficial or adverse effects. J Cell Mol Med 17: 958-965, 2013.
191. Liburdy RP: Calcium signaling in lymphocytes and ELF fields. Evidence for an electric field metric and a site of interaction involving the calcium ion channel. FEBS Lett 301: 53-59, 1992.
192. Walleczek J: Electromagnetic field effects on cells of the immune system: The role of calcium signaling. FASEB J 6: 3177-3185, 1992.
193. Brookes PS, Yoon Y, Robotham JL, Anders MW and Sheu SS: Calcium, ATP, and ROS: A mitochondrial love-hate triangle. Am J Physiol Cell Physiol 287: C817-C833, 2004.
194. Lang F, Föller M, Lang KS, Lang PA, Ritter M, Gulbins E, Vereninov A and Huber SM: Ion channels in cell proliferation and apoptotic cell death. J Membr Biol 205: 147-157, 2005.
195. Görlach A, Bertram K, Hudecova S and Krizanova O: Calcium and ROS: A mutual interplay. Redox Biol 6: 260-271, 2015.
196. Lombardi AA, Gibb AA, Arif E, Kolmetzky DW, Tomar D, Luongo TS, Jadiya P, Murray EK, Lorkiewicz PK, Hajnóczky G, *et al*: Mitochondrial calcium exchange links metabolism with the epigenome to control cellular differentiation. Nat Commun 10: 4509, 2019.

197. Lowe SW and Lin AW: Apoptosis in cancer. Carcinogenesis 21: 485-495, 2000.
198. Ikwegbue PC, Masamba P, Oyinloye BE and Kappo AP: Roles of heat shock proteins in apoptosis, oxidative stress, human inflammatory diseases, and cancer. Pharmaceuticals (Basel) 11: 2, 2017.
199. Becchetti A: Ion channels and transporters in cancer. 1. Ion channels and cell proliferation in cancer. Am J Physiol Cell Physiol 301: C255-C265, 2011.
200. Gaasch JA, Geldenhuys WJ, Lockman PR, Allen DD and Van der Schyf CJ: Voltage-gated calcium channels provide an alternate route for iron uptake in neuronal cell cultures. Neurochem Res 32: 1686-1693, 2007.
201. Chattipakorn N, Kumfu S, Fucharoen S and Chattipakorn S: Calcium channels and iron uptake into the heart. World J Cardiol 3: 215-218, 2011.
202. Salsbury G, Cambridge EL, McIntyre Z, Arends MJ, Karp NA, Isherwood C, Shannon C, Hooks Y; Sanger Mouse Genetics Project, Ramirez-Solis R, *et al*: Disruption of the potassium channel regulatory subunit KCNE2 causes iron-deficient anemia. Exp Hematol 42: 1053-1058.e1, 2014.
203. Gamaley I, Augsten K and Berg H: Electrostimulation of macrophage NADPH oxidase by modulated high-frequency electromagnetic fields. Bioelectrochem Bioenerg 38: 415-418, 1995.
204. Panday A, Sahoo MK, Osorio D and Batra S: NADPH oxidases: An overview from structure to innate immunity-associated pathologies. Cell Mol Immunol 12: 5-23, 2015.
205. Henderson LM: NADPH oxidase subunit gp91phox: A proton pathway. Protoplasma 217: 37-42, 2001.
206. Musset B, Cherny VV, Morgan D and DeCoursey TE: The intimate and mysterious relationship between proton channels and NADPH oxidase. FEBS Lett 583: 7-12, 2009.
207. DeCoursey T, Morgan D and Cherny V: The voltage dependence of NADPH oxidase reveals why phagocytes need proton channels. Nature 422: 531-534, 2003.
208. Friedman J, Kraus S, Hauptman Y, Schiff Y and Seger R: Mechanism of short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies. Biochem J 405: 559-568, 2007.
209. Pratt RD, Brickman CR, Cottrill CL, Shapiro JI and Liu J: The Na/K-ATPase signaling: from specific ligands to general reactive oxygen species. Int J Mol Sci 19: 2600, 2018.
210. Nitahara JA, Cheng W, Liu Y, Li B, Leri A, Li P, Mogul D, Gambert SR, Kajstura J and Anversa P: Intracellular calcium,
DNase activity and myocyte apoptosis in aging Fischer 344 rats. J Mol Cell Cardiol 30: 519-535, 1998.
211. Fenton HJH: Oxidation of tartaric acid in presence of iron. J Chem Soc Trans 65: 899-911, 1894.
212. Bawin SM and Adey WR: Sensitivity of calcium binding in cerebral tissue to weak environmental electric fields oscillating at low frequency. Proc Natl Acad Sci USA 73 1999-2003, 1976.
213. Jackson JD: Classical Electrodynamics. 2nd edition. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, 1975.
214. Barr R, Llanwyn Jones D and Rodger CJ: ELF and VLF radio waves. J Atmos Sol-Terr Phys 62: 1689-1718, 2000.
215. McLeod KJ, Lee RC and Ehrlich HP: Frequency dependence of electric field modulation of fibroblast protein synthesis. Science 236: 1465-1469, 1987.
216. Cleary SF, Liu LM, Graham R and Diegelmann RF: Modulation of tendon fibroplasia by exogenous electric currents. Bioelectromagnetics 9: 183-194, 1988.
217. Lee RC, Canaday DJ and Doong H: A review of the biophysical basis for the clinical application of electric fields in soft-tissue repair. J Burn Care Rehabil 14: 319-335, 1993.
218. Sandipan C and Baron C: Basic mechanisms of voltage sensing. In: Handbook of Ion Channels. Zheng J and Trudeau MC (eds), CRC Press, London, 25-39, 2015.
219. Groome JR and Bayless-Edwards L: Roles for countercharge in the voltage sensor domain of ion channels. Front Pharmacol 11: 160, 2020.
220. Shi YP, Thouta S and Claydon TW: Modulation of hERG K^+ channel deactivation by voltage sensor relaxation. Front Pharmacol 11: 139, 2020.
221. Villalba-Galea CA and Chiem AT: Hysteretic behavior in voltage-gated channels. Front Pharmacol 11: 579596, 2020.
222. Panagopoulos DJ and Margaritis LH: The identification of an intensity 'window' on the bioeffects of mobile telephony radiation. Int J Radiat Biol 86: 358-366, 2010.
223. Panagopoulos DJ and Balmori A: On the biophysical mechanism of sensing atmospheric discharges by living organisms. Sci Total Environ 599-600: 2026-2034, 2017.
224. Liboff AR: Cyclotron resonance in membrane transport. In: Interactions between Electromagnetic Fields and Cells. Chiabrera A, Nicolini C and Schwan HP (eds). Plenum Press, London, pp281-296 1985.
225. Bianco B, Chiabrera A, Morro A and Parodi M: Effects of magnetic exposure on ions in electric fields. Ferroelectrics 86: 159-168, 1988.
226. Balcavage WX, Alvager T, Swez J, Goff CW, Fox MT, Abdullyava S and King MW: A mechanism for action of extremely low frequency electromagnetic fields on biological systems. Biochem Biophys Res Commun 222: 374-378, 1996.
227. Zhadin MN: Combined action of static and alternating magnetic fields on ion motion in a macromolecule: Theoretical aspects. Bioelectromagnetics 19: 279-292, 1998.
228. Liboff AR: Ion cyclotron resonance in biological systems: Experimental evidence. In: Biological Effects of Electromagnetic Fields. Stavroulakis P (ed). Springer, Berlin, pp76-113, 2003.
229. Lednev VV: Possible mechanism for the influence of weak magnetic fields on biological systems. Bioelectromagnetics 12: 71-75, 1991.
230. Kirschvink JL: Magnetite biomineralization and geomagnetic sensitivity in higher animals: An update and recommendations for future study. Bioelectromagnetics 10: 239-259, 1989.
231. Brocklehurst B and McLauchlan KA: Free radical mechanism for the effects of environmental electromagnetic fields on biological systems. Int J Radiat Biol 69: 3-24, 1996.
232. Sheppard AR, Swicord ML and Balzano Q: Quantitative evaluations of mechanisms of radiofrequency interactions with biological molecules and processes. Health Phys 93: 365-396, 2008.
233. Hall EJ and Giaccia AJ: Radiobiology for the Radiologist. 6th edition. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA, 2006.
234. Coggle JE: Biological Effects of Radiation. Taylor & Francis, 1983.

235. Hanahan D and Weinberg RA: The hallmarks of cancer. Cell 100: 57-70, 2000.
236. Hanahan D and Weinberg RA: Hallmarks of cancer: The next generation. Cell 144: 646-674, 2011.
237. Blank M and Goodman R: Electromagnetic fields stress living cells. Pathophysiology 16: 71-78, 2009.
238. Blank M and Goodman R: DNA is a fractal antenna in electromagnetic fields. Int J Radiat Biol 87: 409-415, 2011.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0) License.
Original work translated into Norwegian by Einar Flydal June 2022 with permission from publisher and authors.

Human-made electromagnetic fields: Ion forced-oscillation and voltage-gated ion channel dysfunction, oxidative stress and DNA damage (Review)

DIMITRIS J. PANAGOPOULOS[1-3], ANDREAS KARABARBOUNIS[4], IGOR YAKYMENKO[5,6] and GEORGE P. CHROUSOS[2]

[1]Laboratory of Health Physics, Radiobiology and Cytogenetics, Institute of Nuclear and Radiological Sciences and Technology, Energy and Safety, National Center for Scientific Research 'Demokritos', 15310 Athens; [2]Choremeion Research Laboratory, Medical School, National and Kapodistrian University of Athens, 11527 Athens; [3]Electromagnetic Field-Biophysics Research Laboratory, 10681 Athens; [4]Department of Physics, Section of Nuclear and Particle Physics, National and Kapodistrian University of Athens, 15784 Athens, Greece; [5]Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology of National Academy of Science of Ukraine, 03022 Kyiv; [6]Department of Public Health, Kyiv Medical University, 02000 Kyiv, Ukraine

Received July 9, 2021; Accepted August 23, 2021

DOI: 10.3892/ijo.2021.5272

Abstract. Exposure of animals/biological samples to human-made electromagnetic fields (EMFs), especially in the extremely low frequency (ELF) band, and the microwave/radio frequency (RF) band which is always combined with ELF, may lead to DNA damage. DNA damage is connected with cell death, infertility and other pathologies, including cancer. ELF exposure from high-voltage power lines and complex RF exposure from wireless communication antennas/devices are linked to increased cancer risk. Almost all human-made RF EMFs include ELF components in the form of modulation, pulsing and random variability. Thus, in addition to polarization and coherence, the existence of ELFs is a common feature of almost all human-made EMFs. The present study reviews the DNA damage and related effects induced by human-made EMFs. The ion forced-oscillation mechanism for irregular gating of voltage-gated ion channels on cell membranes by polarized/coherent EMFs is extensively described. Dysfunction of ion channels disrupts intracellular ionic concentrations, which determine the cell's electrochemical balance and homeostasis. The present study shows how this can result in DNA damage through reactive oxygen species/free radical overproduction. Thus, a complete picture is provided of how human-made EMF exposure may indeed lead to DNA damage and related pathologies, including cancer. Moreover, it is suggested that the non-thermal biological effects attributed to RF EMFs are actually due to their ELF components.

Correspondence to: Dr Dimitris J. Panagopoulos, Laboratory of Health Physics, Radiobiology and Cytogenetics, Institute of Nuclear and Radiological Sciences and Technology, Energy and Safety, National Center for Scientific Research 'Demokritos', Patr. Grigoriou E' and 27 Neapoleos Street, Agia Paraskevi, 15310 Athens, Greece
E-mail: dpanagop@biol.uoa.gr

Abbreviations: DECT, digitally enhanced cordless telecommunications; ELF, extremely low frequency; EMF, electromagnetic field; MT, mobile telephony; OS, oxidative stress; RF, radio frequency; ROS, reactive oxygen species; ULF, ultra low frequency; VGICs, voltage-gated ion channels; VGCCs, voltage-gated calcium channels; WC, wireless communications; Wi-Fi, wireless fidelity; 2G/3G/4G/5G, second/third/fourth/fifth-generation of mobile telephony

Key words: EMF, ion forced-oscillation, VGICs, free radicals, OS, ROS, DNA damage, cancer

Contents

1. Introduction
2. Biophysical action of polarized/coherent EMFs resulting in voltage-gated ion channel (VGIC) dysfunction and disruption of cell electrochemical balance
3. Biochemical processes activated by irregular gating of VGICs, leading to DNA damage
4. Discussion

1. Introduction

Experimental and epidemiological findings connecting exposure of living organisms to ELF and complex RF human-made EMFs with genetic damage, infertility and cancer. There is a plethora of experimental findings connecting the *in vivo* or *in vitro* exposure of experimental animals or cells to extremely low frequency (ELF) (3-3000 Hz) or radio-frequency (RF)/microwave (300 kHz-300 GHz) electromagnetic fields (EMFs), with genetic damage/alterations

(DNA damage, chromosome damage and mutations, among others), cell death and related effects (1-4). Most findings concern exposure to wireless communication (WC) EMFs [from mobile phones/antennas, cordless domestic phones (DECT: digitally enhanced cordless telecommunications), internet (Wi-Fi: wireless fidelity) or 'Bluetooth' wireless connections, among others], which necessarily combine RF/microwave carrier frequencies with ELF pulsing and modulation, and ultra low frequency (ULF) (0-3 Hz) random variability of the signal. Today, almost all technical RF EMFs (not only of WC, but also from radars, radio and television antennas, among others) contain ELF/ULF components in the form of on/off pulsations, modulation, and signal variability. These are usually called simply 'RF', but actually they are a combination of RF and ELF/ULF (4).

The number of experimental-laboratory studies showing genetic damage and related effects induced by human-made ELF or RF (combined with ELF) EMFs on a variety of organisms/cell types under different experimental conditions has rapidly increased, especially in recent years (5-55).

Several of the aforementioned findings involve DNA damage and consequent cell death in reproductive cells of different animals, resulting in decreased reproduction. In particular, the effects of pulsing WC EMFs on the DNA of reproductive cells, as reported by different studies on a variety of animals (25,30,31,36,40,41,46), display a marked similarity and explain other findings that connect WC EMF exposure with insect, bird and mammalian (including human) infertility (56-64), or declines in bird and insect populations (especially bees) during the past 15 years (65-69). A significant decrease in reproduction (decrease in egg laying or embryonic death) after exposure to mobile telephony (MT) radiation was identically observed in fruit flies (30,40,57,58), chicken eggs (61), birds (65-67), and bees (63). Similar effects are reported for amphibians (70,71), rats (31,62), and human sperm (decreased number and motility of spermatozoa) (59,60). These markedly similar findings in different organisms by different research groups can be explained by the observed cell death in reproductive cells after DNA damage, as seen in fruit fly ovarian cells (30,40,41,46), human sperm cells (36), mouse and rat sperm cells (25,31). Decreased reproduction after DNA damage and cell death in reproductive cells or embryonic death induced by purely ELF EMF-exposure is also reported (4,9,14,22,47).

At the same time, epidemiological/statistical studies increasingly link man-made EMF exposure with health problems, genetic damage and cancer in human populations. More specifically, ELF EMFs from power lines and high-voltage transformers (mainly 50-60 Hz plus additional frequencies due to harmonics, noise and discharges, among others) are linked with childhood leukemia (72-82) for magnetic field intensities down to 2 mG (0.2 μT) (76,82), or distances from power lines up to 600 m (81), and electric field intensities down to 10 V/m (78). RF exposure from various antennas always containing ELF components, especially MT antennas, is linked to various forms of cancer. Hallberg and Johansson (83) found a connection between skin cancer (melanoma) incidence in humans and residential exposure to radio broadcasting antennas, while two recent studies found significantly increased genetic damage in the peripheral blood lymphocytes of people residing in the vicinity of MT base antennas (84,85). During the past 15 years, epidemiological studies have found an increasing association between mobile or cordless phone use and brain tumors in humans (86-98). Moreover, during the past 20 years, statistical studies have found associations between exposure to MT base station antennas and devices, and reported symptoms of un-wellness referred to as 'microwave syndrome' or 'electro-hypersensitivity' (EHS). The symptoms include headaches, fatigue, sleep disorders, etc. (99-107). A high percentage (~80%) of EHS self-reporting patients were recently found with increased oxidative stress (OS) [intracellular increase in free radicals/reactive oxygen species (ROS)] in their peripheral blood (108).

A review of studies involving exposure to complex RF EMFs with ELF pulsation/modulation revealed that 93% of them reported induction of OS/ROS overproduction in biological systems (109).

Induction of cancer in experimental animals by long-term MT exposure, including ELF pulsations, has also been reported (110,111). A recent study of the USA National Toxicology Program (NTP) found that rats exposed for 2 years, 9 h per day, in the near-field of simulated 2nd generation (2G) or 3rd generation (3G) MT emissions, developed brain cancer (glioma) and heart cancer (malignant schwannoma), with both lower and higher radiation levels than the officially accepted limits (112). Moreover the study found significantly increased DNA damage (strand breaks) in the brains of exposed animals (113), confirming that DNA damage is closely related to carcinogenesis. An Italian life-span exposure study of rats in a simulated 2G MT far-field also found induction of heart schwannomas and brain glial tumors, confirming the results of the NTP study (114).

These findings on animal carcinogenicity along with the epidemiological cancer findings on humans, the DNA damage and OS findings, and the adverse effects on reproduction due to DNA damage in the gametes or embryonic death, point towards the same direction, i.e., that human-made EMF exposure causes OS and DNA damage that may lead to cancer, reproductive declines and related diseases. It is important to note that the exposure levels in the vast majority of all the aforementioned studies (1-114) were significantly below the officially accepted exposure limits for ELF and RF EMFs, which have been set to prevent discharges on humans in the case of ELF and heating of living tissues in the case of RF (115,116).

At the same time, several other studies have reported no effects of ELF or RF EMFs in all the aforementioned end-points (1-4,47,57,115-124), especially studies that employed simulated MT/WC exposure from generators with invariable parameters (intensity, frequency and pulsations, among others) and no modulation or random variability. By contrast, more than 95% of the studies that employed real-life MT/WC exposure from commercially available devices (mobile/cordless phones and Wi-Fi, among others) with high signal variability found effects (4,121,122). Regardless of real-life or simulated exposure, the majority of experimental studies (more than 70%) both in the RF (combined with ELF) and purely ELF bands do find effects (4,109,123,124). In a recent review of 138 RF studies with frequencies >6 GHz evaluating potential effects of the under deployment 5th generation (5G) MT/WC system, it was not specifically examined whether there were

ELF components in the exposure and what type, or whether there was any similarity between the signals produced by generators in the studies, and those of the 5G, apart from the carrier frequency. While most of the reviewed studies reported effects, they were criticised in this review for not being 'independently replicated' and for employing 'low quality methods of exposure assessment and control' (125). Thus, despite the incomplete review methodology, the authors of the review attempted to downgrade any reported effects.

Under the increasing weight of scientific evidence, the International Agency for Research on Cancer (IARC) has for a long time now classified both ELF and RF EMFs as possibly carcinogenic to humans (group 2B) (117-119). Based on additional scientific evidence after the 2011 IARC classification for RF EMFs, several studies have suggested that RF/WC EMFs should be re-evaluated and classified as probably carcinogenic (group 2A) or carcinogenic (group 1) to humans (92,97,126,127). As already emphasized, in the vast majority of studies characterized as 'RF', the ELF/ULF components were present.

While the reported effects in the vast majority of the above studies (1-124) induced by ELF or complex RF (containing ELF) EMFs were not accompanied by any significant heating of the exposed living tissues, it is well established that purely RF/microwave EMFs cause heating of exposed materials (e.g. microwave ovens). The heating becomes significant for high power/intensity (≥0.1 mW/cm^2) and high frequency (at GHz range) microwaves (128). In addition, purely RF EMFs, which are of very limited technological use, are scarcely reported to induce non-thermal effects, and it is questionable in such cases, whether the presence of any ELFs was carefully excluded (129).

DNA damage and related pathologies. It is well documented that DNA damage is connected with cell senescence (cell aging and loss of replicative capacity), cell death, neurodegenerative diseases and aging of an organism, and is the main cause of carcinogenesis induced by environmental stressors (3,130-138). DNA damaging events take place at any time in the cells of any living organism due to a variety of events (such as exposure to ultraviolet radiation, natural radioactivity or cytotoxic chemicals), but efficient DNA repair mechanisms have evolved to provide protection. Damage in the DNA is any modification in a nucleotide base, deoxyribose, a break in a covalent bond between deoxyribose and nucleotide base, or a break in a phosphodiester bond in one or both strands (3,130-139).

Replication of damaged (or inaccurately repaired) DNA that may occur before repair or blocking can lead to gene mutations, which will then give rise to altered proteins. Mutations in oncogenes, tumor-suppressor genes, DNA repair genes or genes that control the cell cycle can generate a clonal cell population with a distinct ability to proliferate. DNA methylation that may prohibit the expression of DNA repair genes and synthesis of related proteins can result in inaccurate ('error-prone') DNA repair. Many such events, which may accumulate over a long period of time in cases of chronic exposure to carcinogens, can lead to genomic instability and cancer (133,134,136,139).

When the genomic DNA of a cell is damaged by an external stressor and the damage is either not reparable or inaccurately repaired, the following outcomes are possible: i) The cell dies (necrosis) or is led to suicide (induced apoptosis). In the case of cell types with the ability to proliferate, the organism compensates for their loss by creating new cells, practically with no adverse consequences apart from energy consumption, which may lead to accelerated aging when such events occur at a high rate. In the case of cell types that do not have ability to proliferate, such as neural cells or chondrocytes, the loss of a significant number of cells will probably result in the inability of certain tissues/organs to operate normally. In the case of neural cells, this may lead to neurodegenerative diseases such as Alzheimer and Parkinson, and autoimmune disorders, among others. ii) The cell does not die but survives with modified DNA. In the case of somatic cells that proliferate, the modified genome will reproduce itself. Even though the organism may recognize such mutant cells as foreign and try to isolate them and remove them, they strive to survive and may start proliferating uncontrollably, initiating cancer. In the case of reproductive cells (oocytes and spermatocytes), this may lead to mutated new organisms that may be problematic in many ways or cancer-prone. In both cases (somatic or reproductive cells) cell senescence is an alternative pathway for eliminating surviving genetically defective cells. Thus, cells with irreparably damaged genomic DNA will result in cell senescence, cell death, cancer or mutated offspring, depending on cell type and specific biological/environmental conditions (3,4,122,130-132,135-137).

The duration of cancer development (latency period) after irreparable DNA damage may be a number of years, depending on the organism and the type of cancer. The latency period for gliomas (a type of brain cancer) is usually >20 years in humans (140). This probably explains why only during the past ~15 years epidemiological studies have started showing an association between mobile phone use and cancer (86), whereas cancer from power lines, which are several decades older than MT/WC, has been indicated long before (72).

Purpose of the present study. As aforementioned, a growing number of experimental and epidemiological/statistical findings connect man-made EMF exposure with genetic damage and cancer, and this involves the breakage of chemical/electronic bonds in molecules/atoms, in other words ionization. The human-made EMFs with frequencies up to the lower limit of infrared (0-3×10^{11} Hz) discussed in the present study cannot directly cause ionization, except for very strong field intensities (≥10^6 V/m) (141,142). Such field intensities rarely exist environmentally, apart from atmospheric discharges (lightning) or in very close proximity to high-voltage power lines and transformers. The question therefore is how human-made EMFs at environmental intensities are capable of damaging DNA and other biological molecules. Obviously they have the ability of breaking chemical bonds indirectly through the action of some primary biophysical mechanism(s) and subsequent initiation of intracellular biochemical processes.

Visible and infrared natural light cannot break chemical bonds, even though they expose us at higher frequencies and radiation intensities than human-made EMFs in daily life (143). There must be a unique property of the human-made EMFs that makes them capable of inducing

adverse biological/health effects and ionization, in contrast to natural infrared and visible light. This unique property is that human-made EMFs/radiation are totally polarized and coherent, meaning that they possess net electric and magnetic fields, apart from radiation intensity, which exert forces on any electrically charged (or polar) particle/molecule such as mobile/dissolved ions and charged macromolecules in any biological system (143).

The purpose of the present study is to suggest a realistic primary biophysical mechanism for polarized and coherent EMFs at environmentally relevant intensities, to impair cellular function and initiate plausible intracellular biochemical processes resulting in genetic damage and carcinogenesis, as reported in the aforementioned studies.

2. Biophysical action of polarized/coherent EMFs resulting in voltage-gated ion channel (VGIC) dysfunction and disruption of cell electrochemical balance

It has been shown that polarized/coherent EMFs, even at very low field intensities in the ULF and ELF bands, can cause irregular gating of electro-sensitive ion channels or VGICs on the cell membranes through the 'ion forced-oscillation mechanism' (143-146), with consequent disruption of the cell's electrochemical balance (the electrical and osmotic equilibrium maintained by specific concentrations of all dissolved/mobile ions across all cell membranes according to the Nernst equation) (144,147,148). Since, as explained, ELF/ULF components exist also in the complex WC/RF EMFs, this mechanism, which will be thoroughly reviewed next, accounts for the biological effects of the vast majority of human-made (polarized and coherent) EMFs.

The mechanism is based on molecular/physical data, and the forces on mobile ions, in the vicinity of the voltage-sensors of VGICs, exerted by an applied polarized oscillating EMF. The oscillating field will force mobile ions to oscillate on parallel planes and in phase with the field. This coordinated motion of electrically charged particles exerts electric forces on the voltage-sensors, similar to the forces exerted on them by changes in the transmembrane electric field known to physiologically gate these channels, and thus the channels are gated irregularly by the applied EMF. The forces are proportional to the amplitude of the forced-oscillation, and thus, the amplitude is a direct measure of the bioactivity of the applied EMF. It has been shown that the amplitude (bioactivity) is proportional to EMF intensity, inversely proportional to EMF frequency and doubles for pulsed EMFs. The validity of the proposed mechanism has been verified by numerical testing, while other previously suggested mechanisms have failed to pass the same test (149,150). Repeated irregular gating of electro-sensitive ion channels disrupts cellular electrochemical balance and homeostasis (147,148), leading to overproduction of ROS/free radicals as described next.

It is known from a plethora of experimental data that the most bioactive EMFs are the lower frequency ones (ELF/ULF). In numerous cases of induced biological effects by complex RF EMFs modulated by ELFs, it has been found that the modulation (ELF) and not the carrier (RF) is responsible for the recorded effects. In addition, it has been repeatedly found that pulsing RF EMFs with ELF pulse-repetition rates are more active biologically than continuous (non-pulsed) fields of identical other parameters (1-5,44,45,47,151-159). These findings are in direct agreement with the described mechanism.

Biological molecules of critical importance such as ions, water molecules, proteins, nucleic acids and lipids, among others, are either polar or carry a net electric charge (147,148). The net electric field from an infinite number of individual electric pulses of random polarization and/or random phase (as e.g. photons of natural light) tends to zero at any moment (and similarly the net magnetic field).

$$\lim_{n\to\infty}\sum_{i=1}^{n}\vec{E}_i = \quad \vec{E}_1+\vec{E}_2+\vec{E}_3+\ldots+\vec{E}_n = 0 \qquad (1)$$

Thus, non-polarised/incoherent EMFs (as e.g. light and cosmic microwaves) at any radiation intensity cannot cause any parallel/coherent oscillation of charged/polar molecules (143). On the contrary, polarized and coherent (human-made) oscillating EMFs force all charged/polar molecules in biological tissue to oscillate on planes parallel to their polarization and in phase with them. This is crucially important for understanding the mechanism described. The forced-oscillation will be most intense on the mobile ions, the smallest charged particles dissolved in large concentrations in the cytosolic and extracellular aqueous solutions in all living cells/tissues controlling practically all cellular/biological functions (147,148).

Even though all molecules move randomly with much greater velocities/displacements due to thermal energy, this has no biological effect other than increasing tissue temperature. By contrast, a polarized and coherent oscillation of much lower energy than average thermal molecular energy can initiate biological effects (143-145).

The majority of cation channels (Ca^{2+}, K^+, Na^+ and H^+, among others) on the membranes of all animal cells are voltage-gated (147,148). These ion channels convert between open and closed states when the electrostatic force on their voltage sensors, due to transmembrane voltage changes, exceeds some critical value. The voltage sensors are four symmetrically arranged, transmembrane, positively charged α-helices, each one named S4. The S4 helices occupy the 4th position in a group of 6 parallel α-helices (S1-S6). The channel consists of four identical such groups in symmetrical positions around the pore of the channel. The S5-S6 helices of the four groups form the pore walls (147,148). More specifically, the sensors are positive Lys and Arg amino acids in the S4 helices. Changes in the transmembrane voltage of the order of ~30 mV are normally required to gate electrosensitive channels (change their status from opened to closed and vice-versa) (160,161). Among the S1-S4 α-helices, the S4 helices are the closest to the pore-forming S5-S6 helices, being <1 nm in distance from the pore (162,163). Several ions may interact simultaneously at any instant with an S4 sensor from a distance of the order of 1 nm, as, except for the ion(s) that may be passing through the pore any moment or are just outside the gate ready to pass, a few more ions are bound close to the pore at specific ion-binding sites (e.g. three in potassium channels) (164,165). Proton voltage-gated channels studied more recently also contain S4 transmembrane helices with charged Arg residues as voltage-sensors, similar to the metallic cation channels (166,167).

Let us consider four identical mobile ions at distances of the order of 1 nm from the channel-sensors (S4) and an externally applied oscillating EMF. The average electric (and magnetic) force on each ion due to any non-polarized EMF is zero (Eq. 1). By contrast, the force due to a polarized field with an electrical component E, is $F=Ezq_e$, (with zq_e the electric charge of the ion).

In the most usual and simplest case of a sinusoidal alternating electric field, $E=E_o\ sin\omega t$, the motion (forced-oscillation) equation of a mobile ion is as follows (143-146):

$$m_i \frac{d^2r}{dt^2} + \beta \frac{dr}{dt} + m_i \omega_o^2 r = E_o z q_e \ sin\omega t \quad (2)$$

where m_i is the mass of the ion, r is the displacement of the ion due to the forced-oscillation, z is the valence of the ion (z=1 for K^+, Na^+ or z=2 for Ca^{2+} ions), q_e=1.6×10^{-19}C is the elementary charge, β is the damping coefficient (being within channels $\beta = \frac{E_m z q_e}{u_o} \cong 6.4z\times10^{-12}$ kg/s, with E_m (~10^7 V/m) the transmembrane electric field, and u_o=0.25 m/s the velocity of the ion through an open channel calculated from patch-clamp measurements of channel ion-currents). $\omega_o=2\pi\nu_o$ (ν_o the ion's oscillation self-frequency accepted to be equal to the recorded spontaneous intracellular ionic oscillation frequencies on the order of 0.1 Hz), $\omega=2\pi\nu$ (ν the frequency of the applied field) and E_o is the intensity amplitude of the applied oscillating field. Detailed calculations of the parameters are provided in Panagopoulos *et al* 2000 (144).

The right part of Eq. 2 is the force on the ion due to the applied E-field. The first term of the left part ($m_i\frac{d^2r}{dt^2}$) is the resultant force on the ion, the second term ($\beta\frac{dr}{dt}$) is a damping force and the third term ($m_i\ \omega_o^2\ r$) a restoration force exerted by the medium (144,145). While an oscillating ion close to the S4 sensors exerts gating forces on them, it receives zero opposite force, as the S4 charges are paired with opposite charges from adjacent helices of the channel (148). Eq. 2 is a second-order linear differential equation with constant coefficients, which is solvable once we know the values of the different parameters.

The general solution of Equation 2 (144) is:

$$r = \frac{E_o z q_e}{\beta\omega} \cos\omega t + \frac{E_o z q_e}{\beta\omega} \quad (3)$$

The constant term $\frac{E_o z q_e}{\beta\omega}$ in the solution represents a constant displacement of the ion and has no effect on the oscillating term $\frac{E_o z q_e}{\beta\omega}cos\omega t$. This constant displacement represents a jump of the whole oscillation at a distance equal to the amplitude, in other words it doubles the amplitude $\frac{E_o z q_e}{\beta\omega}$ of the oscillation at the moment when the field is applied or interrupted. For pulsed fields (such as the vast majority of human-made complex RF/microwave EMFs, especially those employed in modern WC), this interruption/repetition occurs constantly with every repeated pulse. Therefore, pulsed fields are predicted to be twice as bioactive as continuous/non-pulsed fields of the same other parameters, and this explains a plethora of experimental findings showing increased bioactivity of pulsed compared with non-pulsed RF EMFs, which were previously unexplained (44,45,154, 155,157-159).

Ignoring the constant term in Eq. 3, the amplitude of the forced-oscillation is:

$$A = \frac{E_o z q_e}{\beta\omega} \quad (4)$$

An oscillating ion of charge zq_e (whose motion is described by Eq. 3) close to the S4 helices of a voltage-gated channel exerts a force F on the effective charge q of each S4, as described by Coulomb's law: $F=\frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_o}\cdot\frac{q\cdot zq_e}{r^2}$, ($r$ here is the distance of the oscillating ion from the S4). The ion displaced by dr during its oscillation, induces an additional force dF on each S4 sensor:

$$dF = -\frac{q\cdot zq_e}{2\pi\varepsilon\varepsilon_o r^3} dr \quad (5)$$

While in the case of a random/chaotic movement of the ion due to e.g. thermal motion $\lim\sum d\vec{r} = 0$, and $\lim\sum d\vec{F} = 0$, in the case of a coordinated polarized and coherent forced-oscillation, the sum force on each S4 from all four ions, is:

$$4dF = -2\frac{q\cdot zq_e}{\pi\varepsilon\varepsilon_o r^3} dr \quad (6)$$

The effective charge of each S4 domain is found to be: q=1.7q_e (161). The force on this charge exerted by a change of 30 mV in the transmembrane voltage required normally to gate the channel, is calculated to be (144): dF=8.16×10^{-13} N.

The displacement of one single-valence ion within the channel corresponding to this minimum force, according to Eq. 5 (for z=1, $\varepsilon \cong 4$, and r ~1 nm), is: dr=4×10^{-12} m.

The dielectric constant within proteins is significantly lower than in the aqueous solutions (4/80), and ion concentration in cells is of the order of 1 ion per nm^3 (144,147,148).

For 4 single-valence ions oscillating on parallel planes and in phase with an applied polarized (and coherent) oscillating field, the minimum displacement is (according to Eq. 6) reduced to: dr=10^{-12} m. The corresponding necessary displacement for ions outside the channel would be about 20-fold higher due to the higher dielectric constant of the aqueous solutions.

Thus, a crucial finding has been reached: Any external polarized and coherent oscillating EMF (like all technical/human-made EMFs) able to force mobile ions to oscillate with amplitude

$$\frac{E_o z q_e}{\beta\omega} \geq 10^{-12} \text{ m} \quad (7)$$

is able to irregularly gate VGICs on cell membranes.

For z=1 (e.g. K^+ ions), and replacing q_e, β by their values in Condition 7, we get:

$$E_o \geq 0.25\nu\times10^{-3} \quad (8) \quad (\nu \text{ in Hz}, E_o \text{ in V/m})$$

For double-valence cations (z=2) (e.g. Ca^{2+}) the condition becomes:

$$E_o \geq 1.2\nu\times10^{-4} \quad (9) \quad (\nu \text{ in Hz}, E_o \text{ in V/m})$$

For pulsed fields (such as all MT/WC fields) the right part of Condition 9 is further divided by 2, becoming:

$$E_o \geq 0.6\nu\times10^{-4} \quad (10) \quad (\nu \text{ in Hz}, E_o \text{ in V/m})$$

It is clear that the amplitude of the forced-oscillation given by Eq. 4 is the critical parameter to determine the ability of a polarized/coherent EMF to induce biological/health effects. We shall name it 'Bioactivity of the EMF' or 'EMF-Bioactivity'. Thus:

$$\text{EMF-Bioactivity} = \frac{E_o z q_e}{\beta \omega} = k \cdot \frac{E_o}{\nu} \quad (11)$$

where $k = \frac{zq_e}{2\pi\beta} = \frac{u_o}{2\pi E_m} \cong 4\times10^{-9}$ C·s/kg is a constant quantity (depending upon the membrane electric field E_m and the velocity of the ion through an open channel u_o), E_o is the intensity amplitude and ν is the frequency of the applied electric field. We shall name k the 'bioactivity constant'.

Thus, a most reasonable and elegant result is reached, that the bioactivity of a polarized oscillating EMF is proportional to its maximum intensity (E_o) and inversely proportional to its frequency (ν), meaning that lower frequency fields are predicted to be more bioactive than higher frequency ones of the same intensity and waveform. Although this result was obtained considering the most usual/simple case of harmonically oscillating polarized EMFs, it is evident that non-harmonically oscillating polarized fields can also be approximately described in terms of their bioactivity by Eq. 11.

For pulsed EMFs with harmonically oscillating carriers, the amplitude doubles and so does the bioactivity:

$$\text{Pulsed EMF-Bioactivity} = 2k \cdot \frac{E_o}{\nu} \quad (12)$$

The same mechanism explains the biological action of polarized oscillating magnetic fields as well, if we replace in Eq. 2 the electric force $F_E=Ezq_e$, by a magnetic force:

$$F_B=B\,u\,zq_e \quad (13)$$

exerted on an ion with charge zq_e, moving with velocity u, vertically to the direction of a magnetic field of intensity B (in which case the magnetic force is maximum). In the simplest (and most usual) case of an alternating magnetic field $B=B_o sin\omega t$ with intensity amplitude B_o and based on the same reasoning as aforementioned, corresponding bioactivity conditions are obtained for an oscillating magnetic field.

For one single-valence ion moving through an open channel vertically to the direction of the applied magnetic field with $u=u_o=0.25$ m/s (the velocity calculated for ions moving through an open channel) (144) and for the case of a continuous oscillating magnetic field, the corresponding bioactivity condition is:

$$\frac{B_o u_o q_e}{\beta\omega} \geq 4\times10^{-12}\,\text{m} \quad (14) \quad (\omega \text{ in rad/s}, u \text{ in m/s}, B_o \text{ in T}),$$

from which is obtained:

$$B_o \geq 4\times10^{-3}\,\nu \quad (15) \quad (\nu \text{ in Hz}, B_o \text{ in T}), \text{ or}$$

$$B_o \geq 4\times10^{3}\,\nu \quad (16) \quad (\nu \text{ in Hz}, B_o \text{ in } \mu\text{T})$$

For double-valence ions the right part of Condition 16 is divided by 2:

$$B_o \geq 2\times10^{3}\,\nu \quad (17) \quad (\nu \text{ in Hz}, B_o \text{ in } \mu\text{T})$$

For double-valence ions and pulsing magnetic field the right part of Condition 17 is further divided by 2, and the bioactivity condition becomes:

$$B_o \geq 10^{3}\,\nu \quad (18) \quad (\nu \text{ in Hz}, B_o \text{ in } \mu\text{T})$$

It should be noted that apart from the drift velocity of the ion through the channel (u_o=0.25 m/s) that is accepted as initial velocity, the ion will acquire an additional velocity dr/dt due to the forced-oscillation. From Eq. 3, the following is obtained:

$$\frac{dr}{dt} = -\frac{E_o z q_e}{\beta}\, sin\,\omega t \quad (19)$$

(or respectively: $\frac{dr}{dt} = -\frac{B_o u_o z q_e}{\beta}\, sin\,\omega t$ for a sinusoidal magnetic field)

The corresponding magnetic force due to this additional velocity, $Bzq_e(dr/dt)$, is negligible (more than 10^8 times smaller) compared with the damping force $\beta(dr/dt)$, and thus, it is not taken into account in Eq. 2.

The maximum ($\frac{E_o z q_e}{\beta}$ or $\frac{B_o u_o z q_e}{\beta}$) of this additional velocity is independent of the frequency of the field (ω), and is much smaller for usual field intensities than the ion velocity through an open channel (u_o=0.25 m/s), which in turn is more than 10^3 times smaller than its corresponding average thermal velocity u_{kT} (168). Thus, the described ion forced-oscillation does not add to tissue temperature and this mechanism is 'non-thermal', in contrast to the known heating ability of the high intensity microwaves (128). The non-thermal nature of human-made EMF-bioeffects, including those of low power modulated/pulsing RF/microwaves, in contrast to high power microwaves, has also been discussed in previous studies (169,170).

This theory allows certain predictions for the bioactivity of some human-made EMFs widely present in the modern environment: For the sinusoidal alternating (continuous) 50-Hz E and B fields of high-voltage power lines with intensities of the order of E ~10 kV/m and B ~0.1-1 G (or ~10-100 μT) at close distances (10-20 m) from such lines the conditions 9 and 17 for double valence cations (e.g. Ca^{2+}) give: $E_o \geq 6\times10^{-3}$ V/m or $E_o \geq 6$ mV/m (which is satisfied by more than 10^6 times), and $B_o \geq 10^5$ μT, which is not satisfied, showing that the recorded effects from high-voltage power lines are due to the electric rather than the magnetic component of the resultant EMF, in contrast to what is usually considered. Thus, the electric component of power line EMFs is certainly capable of inducing biological effects in living organisms according to the mechanism presented, even for intensities down to 1-10 V/m, which exist in most homes and work places.

For the pulsing ELF E and B fields of MT/WC EMFs with a pulsing repetition frequency of ~100 Hz (3G/4G MT, DECT), E ~10 V/m and B ~1 mG (or ~0.1 μT) (30,40,54,55), the bioactivity conditions 10 and 18 respectively give: $E_o \geq 6\times10^{-3}$ V/m or $E_o \geq 6$ mV/m, which is satisfied by more than 10^3 times, and $B_o \geq 10^5$ μT, which is not satisfied for direct action, but it may be satisfied by the magnetically induced electric field, which is significant in this case due to the short rise/fall times of the pulses (143). Similar results are obtained for the 217-Hz pulsing E/B fields of 2G MT (30,40).

For Wi-Fi and Bluetooth wireless connections with a pulsing frequency of ~10 Hz, E ~1 V/m and B ~0.1 mG

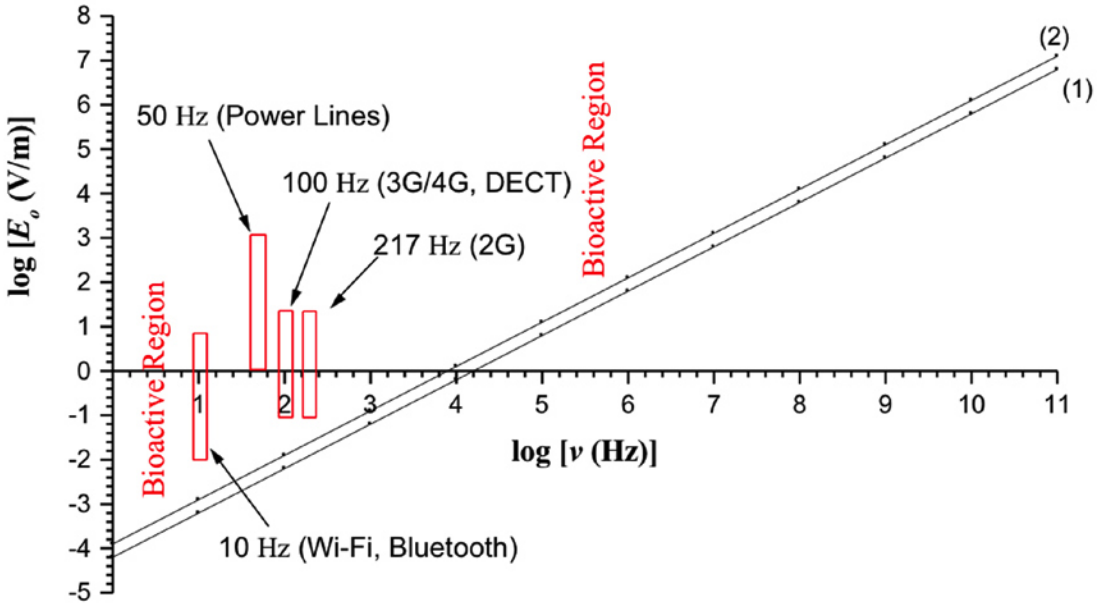


Figure 1. E-field bioactivity diagram showing the bioactive combinations of electric field intensity and frequency capable of inducing biological/health effects according to the ion forced-oscillation mechanism for dysfunction of voltage-gated ion channels in cells. The ELF electric fields of power lines, 2G/3G/4G MT, DECT, Wi-Fi and Bluetooth, are within the bioactive region (above lines 1 and 2). Line 1 refers to pulsed fields, such as the ELF pulsations of WC EMFs (Condition 10), while line 2 refers to continuous (non-pulsed) fields such as those from power lines (Condition 9).

(or ~0.01 μT) (171), the bioactivity conditions 10 and 18 respectively give: $E_o \geq 0.6 \times 10^{-3}$ V/m or $E_o \geq 0.6$ mV/m, which is satisfied by more than 10^3 times, and $B_o \geq 10^4$ μT, which is not satisfied for direct action.

The aforementioned numerical examples show that it is the electric field that seems to be the bioactive component of an EMF and not the magnetic field, in contrast to what has been considered before by health agencies (117). The magnetically induced electric field can also be bioactive in the case of ELF pulses of WC signals with short rise/fall times (143).

The bioactivity conditions 9 and 10 for continuous and pulsed electric fields respectively are depicted in Fig. 1. The region above line 1 (including the line) represents the bioactive combinations of intensity amplitude (E_o) and frequency (ν) for pulsed fields, and above line 2 (including the line) for continuous fields. The ELF electric field of power lines, 2G/3G/4G MT, DECT, WiFi and 'Bluetooth', lie within the bioactive region predicted by the presented theory.

3. Biochemical processes activated by irregular gating of VGICs, leading to DNA damage

Irregular gating of ion channels and ROS. Irregular gating of VGICs by oscillating polarized and coherent ELF EMFs as described [and originally in (143-146)] has been verified experimentally for calcium (Ca^{2+}), potassium (K^+) and sodium (Na^+) VGICs (172-174). This can alter intracellular ionic concentrations, disrupting the electrochemical balance of the cell and leading to DNA damage by OS/ROS overproduction (175-179).

Most ROS are free radicals. Free radicals are highly unstable molecules containing an unpaired electron, which is denoted by a dot ($^\bullet$), and have a tremendous tendency to chemically react with surrounding molecules and/or with each other in order to couple the unpaired electron and become stable. This is the reason why they have extremely short lifetimes. Most ROS react rapidly with surrounding biomolecules inducing chemical alterations (180). Overproduction of ROS in living cells due to EMF exposure has been reliably documented, with two important ROS found after EMF exposure being superoxide anion ($O_2^{\bullet-}$) and nitric oxide ($NO^\bullet$) (109). These may result in hydroxyl radical ($OH^\bullet$) and peroxynitrite ($ONOO^-$) correspondingly, both of which ROS are very reactive with biological molecules and specifically DNA, as discussed next. $ONOO^-$ may interact directly with DNA, as, similarly with $NO^\bullet$, it can be diffused everywhere in the cell (181). Superoxide anion radical ($O_2^{\bullet-}$) is catalyzed by superoxide dismutase enzymes in the cytosol or the mitochondria and is converted to hydrogen peroxide (H_2O_2) (109,182):

$$2O_2^{\bullet-} + 2H^+ \rightarrow H_2O_2 + O_2 \quad (20)$$

H_2O_2 is a critical molecule in oxidative damage since it can move to any intracellular site (including the nucleus), where it can be converted to the most potent $OH^\bullet$, which can damage any biological molecule, including DNA (183-187).

DNA damage by ROS leading to mutations and disease has been well studied (188,189). Pall (190), in a review of EMF-bioeffects studies with calcium channel blockers, noted a connection between voltage-gated calcium channels (VGCCs) and $NO^\bullet$/$ONOO^-$ overproduction. This verified earlier observations of EMF-induced effects on intracellular calcium concentrations, and the unique role of VGCCs (1,151-153,191,192).

It is known that the intracellular redox status can activate Ca^{2+}, Na^+ and K^+ channels in order to reinstate homeostasis (178), and inversely, activation of these channels determines the redox status and the electrochemical balance

of the cell (179). Multiple studies have found connections between the impaired function of calcium, potassium, sodium and chloride channels with the induction of OS and related pathologies (175-177). These studies provide additional evidence for the validity of the presented biophysical mechanism (143-146).

Calcium signaling and mitochondrial ROS production. Alteration of intracellular ionic concentrations will affect key cellular signaling pathways, including the Ca^{2+} signaling system, which regulates a variety of cellular functions including cell proliferation, differentiation, the ROS regulatory system and apoptosis (192-196). Impaired function of VGCCs in the plasma or in the mitochondrial membranes leading to critical changes in cytosolic or mitochondrial concentrations of Ca^{2+} ions, such as those following EMF exposure, is connected with pathogenesis and cytotoxicity (195,196).

Voltage-gated anion channels in the outer membrane of the mitochondria regulate Ca^{2+} entry into the intermembrane space and in the matrix, which is crucial for mitochondrial ROS production. Increased level of Ca^{2+} stimulates $O_2^{\bullet-}$ production by the electron transport chain in the mitochondria and/or activation of nitric oxide synthase (NOS), to generate more $NO^{\bullet}$. $NO^{\bullet}$ inhibits complex IV of the electron transport chain, triggering production of even more ROS (109,193). ROS overproduction in the mitochondria can damage DNA both in the mitochondria and the nucleus, and initiate a signaling cascade leading to apoptosis, as found in human spermatozoa after MT EMF exposure (36). Moreover, increased concentrations of $NO^{\bullet}$ in living cells due to activation of NOS at different locations of the cell may lead to formation of $ONOO^-$ (181,182).

Regulation of apoptosis is crucial for anticancer control (197). However, excessive apoptosis, induced by increased ROS levels, is connected with inflammatory diseases and cancer (198). When overproduction of ROS in a cell overloads the capacity of the antioxidant system of the cell, the cell/organism is under OS. This condition may lead to significant DNA damage with consequent genomic instability and carcinogenesis (182,183,194-198).

K^+ channels have also been shown to be involved in the activation of apoptosis (194), and voltage-gated Ca^{2+} and K^+ channels have been shown to be connected with cell proliferation and carcinogenesis (199). Thus, cytosolic concentrations of Ca^{2+} and K^+ ions play major roles in cellular function and metabolism. In addition, voltage-gated calcium and potassium channels play important roles in iron entry into the cells. Iron catalyzes the production of $OH^{\bullet}$ via the Fenton reaction and thus, impaired function of these channels can promote cellular toxicity (200-202).

NADPH oxidase and ROS production. Apart from the effect of EMFs on metallic cation voltage-gated channels (such as Ca^{2+}, Na^+ and K^+), proton (H^+) voltage-gated channels will be affected as well, as they operate in a very similar way (166,167). This in turn would affect the function of NADPH oxidase, a plasma membrane enzyme found in abundance in all cells, which normally generates ROS for the elimination of invading microorganisms (203,204). The activity of NADPH oxidase is strongly associated with H^+ channels and it may even act directly as a H^+ voltage-gated channel due to its $gp91^{phox}$ transmembrane subunit (205,206). NADPH oxidase generates an electron flux for the reduction of extracellular O_2 to $O_2^{\bullet-}$ (203,207).

NADPH oxidase is activated by cytosolic Ca^{2+} and possesses a Ca^{2+}-binding site in addition to its H^+ voltage-gated channel ($gp91^{phox}$ transmembrane region) (204). Thus, perturbation of intracellular concentrations of either H^+ or Ca^{2+}, after irregular gating of their voltage-gated channels, will affect the function of NADPH oxidase and trigger irregular ROS production.

NADPH oxidase has been reasonably suggested as a primary target of EMF exposure in living cells. In 2007, Friedman *et al* (208) found rapid ROS production in cultured cells after a few min of exposure to RF EMF emitted by a generator.

Na^+/K^+-ATPase and ROS production. Impaired function of Na^+, K^+, Mg^{2+} and Ca^{2+} voltage-gated channels may also affect the function of the Na^+/K^+ pump (ATPase) and Ca^{2+} pumps in the plasma membranes of all cells. The ion pumps (active ion transporters) across all cell membranes in coordination with the ion channels (passive ion transporters) determine the membrane voltage, the volume of the cell and the electrochemical balance (147,148). A positive-feedback amplification loop between Na^+/K^+-ATPase signaling and ROS production by the mitochondria was experimentally demonstrated in primary cultures of cardiac myocytes (209). Na^+/K^+-ATPase became a target for ROS-initiated signaling, and in turn, stimulation of Na^+/K^+-ATPase signaling function led to increased ROS production. This model can definitely be associated with dysfunction in living cells under EMF-exposure.

Therefore, it is clearly indicated that irregular gating of VGICs on plasma and intracellular membranes due to EMF-exposure will most likely trigger ROS overproduction and consequent cellular damage. Although plenty of data connecting ion channel dysfunction and the induction of cell death or cancer have been available for a long time (194,199), the connection between the dysfunction of VGICs and ROS overproduction (175-179,190-192) leading to DNA damage has not perhaps gained the attention it deserves.

Apart from action via ROS/free radicals, DNA damage may be brought about by irregular activation of DNases after alteration of intracellular ionic concentrations. Of the two forms of endonucleases implicated in the initiation of apoptosis, one of them is Ca^{2+}-dependent (DNase I). An increased level of intracellular Ca^{2+} in some cases is associated with increased apoptosis, possibly due to the activation of DNase I (210). Thus, the possible activation of DNase I by increased levels of intracellular Ca^{2+} may be an alternative way for DNA damage and related pathologies.

ROS and DNA damage. $OH^{\bullet}$ is considered the most potent oxidant of DNA. The main mechanism for $OH^{\bullet}$ production involves the iron-catalyzed conversion of H_2O_2 via the Fenton reaction (211): Fe^{2+} is oxidized by H_2O_2 to Fe^{3+}, producing an $OH^{\bullet}$ radical and a hydroxide ion (OH^-) (Eq. 21). Fe^{3+} is then reduced back to Fe^{2+} by another molecule of H_2O_2, producing a hydroperoxyl radical and a proton (Eq. 22).

$$Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + OH^{\bullet} + OH^- \quad (21)$$

$$Fe^{3+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{2+} + HOO^{\bullet} + H^{+} \quad (22)$$

The net effect is the conversion of two hydrogen peroxide molecules to produce two different oxygen-radical species, with water ($H^+ + OH^-$) as a byproduct.

$$2H_2O_2 \rightarrow OH^{\bullet} + HOO^{\bullet} + H_2O \quad (23)$$

The $OH^{\bullet}$ radical reacts with any biological molecule in its immediate environment, including DNA. For example, it can break macromolecules (R-R or R-H) or abstract atoms from them (such as the various hydrogen atoms of the deoxyribose) by breakage of covalent bonds. This results in chemical alterations of the macromolecules and production of new free radicals ($R^{\bullet}$ or $RO^{\bullet}$):

$$R\text{-}R + OH^{\bullet} \rightarrow ROH + R^{\bullet} \quad (24)$$

$$RH + OH^{\bullet} \rightarrow R^{\bullet} + H_2O \quad (25)$$

$$\text{or } RH + OH^{\bullet} \rightarrow RO^{\bullet} + H_2 \quad (26)$$

The new free radicals will further react with other molecules resulting in additional chemical alterations. Corresponding evidence for DNA damage by $ONOO^-$ is available as well (181).

In conclusion, there is a clear sequence of events starting from the irregular gating of VGICs by EMFs up to DNA damage and related pathologies, including carcinogenesis.

4. Discussion

The present study reviewed experimental and epidemiological findings connecting exposure to purely ELF, and RF (containing ELF) human-made EMFs, with DNA damage and related pathologies, including cancer. It is documented that both such types of human-made EMF-exposure can induce OS (3,34,36-39,43,45,109), DNA damage (1-55,84,85) and infertility (56-71). It is also documented that the same types of EMF-exposure are linked with increased cancer risk both in humans and experimental animals (72-83,86-98,110-114).

We attempted to provide a complete, plausible explanation of these DNA damage-related findings on a biophysical and biochemical basis. According to the ion forced-oscillation mechanism for dysfunction of VGICs (143-146), human-made (polarized and coherent) ELF/ULF EMFs or the ELF/ULF modulation/pulsing/variability components of modern RF/WC EMFs can alter intracellular ionic concentrations by irregular gating of VGICs on cell membranes. This leads to immediate OS by ROS (over)production in the cytosol and/or the mitochondria, which can damage DNA when cells are unable to reinstate electrochemical balance (normal intracellular ionic concentrations). Consequently, DNA damage can lead to reproductive disabilities, neurodegenerative diseases, aging, genetic alterations and cancer.

According to the presented biophysical mechanism, the bioactivity of a polarized/coherent EMF is proportional to its intensity, inversely proportional to its frequency and doubles for pulsed fields, meaning that the ELF/ULF EMFs and even more the pulsing RF EMFs with ELF pulsations such as all WC EMFs, are predicted to be the most bioactive. This explains the recorded effects of purely ELF EMFs (1-5,9,13-18,22,47,50,72-82,117,212) and those of modulated/pulsing/variable RF EMFs (1,3,4,6-8,19-21,23-46,48,49,51-55,57-71,84-107,109-114,118,121-126). As emphasized, all types of RF exposure from all types of antennas and WC devices (WC EMFs) necessarily combine RF carrier signals with ELF/ULF components in the form of pulsing, modulation and random variability. The RF carrier signal alone does not contain information. The information is always contained in the ELF signals that modulate the RF (4). Significant experimental evidence shows that the bioactive parameters in a complex signal are its ELF components, and that non-modulated and non-pulsed RF signals alone do not usually induce biological effects (4,44,45,151-159), apart from heating when they possess high enough frequency and intensity (128,168-170). Therefore, the present study suggests that the vast majority of non-thermal effects attributed till now to various types of RF EMF-exposure, are actually due to their ELF/ULF components.

The presented biophysical mechanism and the provided numerical examples show that it is the direct ELF electric fields (and the magnetically induced electric fields in the case of sudden pulses), not the magnetic, that are the bioactive components, in contrast to what has been considered before by health agencies (117), and in agreement with previous experimental findings (191). Although electric fields are less penetrating in living tissue than magnetic fields, penetration depends upon the inverse square root of frequency, and thus ELF electric fields are significantly penetrating. Penetration depends also upon the inverse square root of the medium conductivity (213). Even though seawater is much more conductive than living tissue, ELF electromagnetic waves (thus both the electric and the magnetic parts of the waves) are penetrating several meters into seawater, accommodating communications with submarines (214). Moreover, it is known that isolated tissues respond to externally applied pulsed or sinusoidal ELF electric fields at very low thresholds (~10^{-3} V/m) similar to those predicted by this theory (143,215-217). This evidence shows that ELF electric fields penetrate enough to induce effects into living tissue, even at very low field intensities. Finally, skin cells, nerve terminals, eyes and organs close to the surface, such as the brain and heart, are directly exposed to externally applied EMFs. For all these reasons, no distinction is made between externally applied ELF electric fields and internally induced ones.

The ion forced-oscillation mechanism/theory was described in the present study by realistic equations based on the forces exerted on mobile ions in the vicinity of the voltage-sensors of VGICs on cell membranes by externally applied human-made (polarized) EMFs. The solution of the basic Eq. 2 resulted in bioactivity conditions connecting the intensity of an applied polarized EMF with its frequency. The bioactivity conditions 8-10, and 16-18, provided the bioactive intensity-frequency combinations for continuous and pulsed electric and magnetic fields. The final numbers explain almost all the experimental and epidemiological findings connecting biological/health effects with human-made EMF-exposure.

Although the mechanism was first published in 2000 (144) based on the available data on the structure and function of the

VGICs, newer details on the roles of S1-S6 helices, channel structure, relaxation, hysteresis and gating, have not refuted but verified and extended that knowledge (162,163,165,218-221).

What is more difficult to explain is the existence of non-linear phenomena such as the increased bioactivity 'windows' reported occasionally in the EMF-bioeffects literature, where certain effects are intensified within certain values of an EMF-exposure parameter (intensity in most cases, or frequency) (1,40,151-153,222). The existence of 'windows' shows that the response of living cells/organisms to EMFs is not generally proportional to the aforementioned EMF-parameters. Non-linear responses of living cells have not been explored in depth and it will take a number of years until they are. A possible explanation of observed intensity 'windows' according to the described mechanism has been suggested as being due to an existing upper limit in the membrane gating voltage change (222). Indeed, such an upper limit seems to exist. The VGICs respond to membrane voltage changes from ~30 mV (minimum) to ~100 mV (maximum) where the conductivity of the channel saturates (218,221). Apart from this possible explanation, no other explanation for the observed 'window' effects has been provided so far.

An effect not included in the bioactivity Eqs. 11 and 12 is the increased bioactivity of highly and unpredictably varying exposure such as those from WC devices (including mobile phones and Wi-Fi) and corresponding antennas (4,121,122). The described mechanism results in accurate predictions when the applied EMFs have constant parameters (intensity and frequency, among others). When the parameters are highly and unpredictably variable, the mechanism, and any possible mechanism, can only estimate effects according to the average and maximum exposure values of the varying EMFs. Finally, the bioactivity equations include field (and tissue) parameters and not exposure variables such as exposure duration or intermittence, which are also very important (16,17,19,41,55,122). One way to include such parameters is to multiply the right parts of Eqs. 11 and 12 by certain coefficient(s), which would be estimated experimentally. This could be a subject for future development of the theory.

This theory has successfully explained for the first time the sensing of upcoming earthquakes by animals, and the sensing of upcoming thunderstorms by sensitive individuals through the action of the partially polarized natural EMFs associated with these phenomena (146,223).

Any 'mechanism' in science (particularly in physics) must be based on simple and reasonable postulates, and must necessarily be expressed quantitatively (by solvable equations and numbers). The values of the different parameters in the equations must be based on physical/molecular data. Qualitative descriptions alone or incomplete quantitative descriptions based on incomplete or unsolvable equations do not constitute a 'mechanism'. The presented biophysical mechanism (143-146) is the only one that fulfills the aforementioned criteria in the case of EMF-induced bioeffects. Previous important attempts on mechanisms focusing on ions moving inside membrane channels or other proteins (224-227) were not successful, mainly for the following reasons: i) They had not taken into account damping and restoration forces (224,226), or did not calculate them (225,227). The difficulty was not related with considering such forces, as this is standard in oscillation mechanics, but with calculating their parameters such as β and ω_o, or the maximum velocity of the ion (u_o) within a channel. ii) They did not consider coordinated motion of several ions oscillating in parallel and in phase due to polarization and coherence, exerting additive forces on channel sensors, which prevail against the greater but chaotic forces due to the random thermal motion of the ions. iii) They focused on magnetic fields and magnetically induced electric ones, and ignored externally applied electric fields, which eventually seem to be more bioactive (191). iv) They did not result in numbers for field intensity versus frequency necessary to affect cells, although some experimental reports have indicated bioactive frequencies close to those predicted by Liboff's ion cyclotron resonance (ICR) model (224,228), possibly indicating some additional/secondary resonance mechanism involving ICR phenomenon (169). v) Apart from the study by Balcavage *et al* (226), there was no focus on the gating of VGICs, which is by far a more probable event to initiate biological effects, but simply on the motion of ions within channels/proteins.

Several other suggestions on possible mechanisms also face problems on fundamental issues (229-231). What is termed by Pall 'VGCC activation mechanism' and presented as his own discovery is none other than the mechanism presented here. A commentary paper/letter to the editor was published on this major ethical issue (129). An extended review of suggested mechanisms has been written by Creasey and Goldberg (169).

It has been claimed that the ELF components of complex RF-ELF EMFs of WC need to be 'demodulated' in order to be sensed by living organisms (232). 'Demodulated' or not, the fact is that the ELF components of modulated/pulsed WC signals can be directly sensed by both ELF meters/spectrum analyzers and living organisms (40,55).

Although there have been successive publications of this mechanism since 2000 (144), the subject is of great importance and in each consecutive publication additional important aspects are elucidated and/or refined. In our previous study in 2002 (145), the mechanism was extended to include oscillating magnetic fields and the thermal noise problem was discussed in more depth, while in 2015 (143) the mechanism was applied to reveal the importance of polarization/coherence in the bioactivity of man-made EMFs. In 2017 (223) and 2020 (146), it was applied to explain the sensing of upcoming thunderstorms and earthquakes, respectively, by sensitive humans/animals. In the present study, several aspects are further refined, including: i) The distance of S4 sensors from the channel pore; ii) more details on damping coefficient β and bioactivity constant k (Eq. 11); iii) further explanation of the role of the constant term in the solution (Eq. 3); iv) the similarity of proton voltage-gated channels with the other VGICs; v) numerical examples demonstrating the ability of the pulsing ELF electric and magnetic fields of 2G/3G/4G MT, DECT, Wi-Fi, Bluetooth, and the power line ELF fields to induce biological/health effects; vi) the velocity of oscillating ions; vii) bioactivity diagram extended to intensities down to 10^{-5} V/m; and viii) discussion on other suggested mechanisms.

Moreover, the present study documented how the impaired function of VGICs on the membranes of living cells triggers (over)production of free radicals/ROS, such as the most potent

$OH^{\bullet}$ produced by H_2O_2 via the Fenton reaction, and $ONOO^-$ produced by $NO^{\bullet}$. These are considered the main damaging species for DNA and other critical biological molecules. It is estimated that approximately two-thirds of the DNA damage caused by ionizing radiation is due to $OH^{\bullet}$ (233,234). Although $OH^{\bullet}$ can only diffuse at distances comparable to the length of a macromolecule, H_2O_2 can move to any intracellular site. Thus, even though the most potent $OH^{\bullet}$ due to its high reactivity has an extremely short lifetime (of the order of 10^{-9}-10^{-4} s depending on the presence of other molecules) it can be formed by H_2O_2 at any location within the cell (including the nucleus) and act instantly upon DNA or other macromolecules (233,234). As for $NO^{\bullet}$/$ONOO^-$, they can be diffused anywhere in the cell and thus directly affect any molecule, including DNA (181). Even though the present study identified specific pathways of ROS overproduction or the release of DNases connected with disrupted ionic concentrations in EMF-exposed cells, the exact molecular mechanisms need to be further explored and elucidated.

Finally, the present study discussed how unrepaired/misrepaired DNA lesions/damage such as strand breaks, covalent bond breakage or nucleotide base damages, lead to cell senescence, cell death or mutations, and related pathologies, including cancer. Even though effective mechanisms have evolved in all animals/cells for repairing DNA damage induced by environmental stressors, it is very different when the damaging events are isolated or random (e.g. radioactive particles or γ-photons of cosmic/natural radioactivity, or sporadic x-ray diagnostic exposure), compared with persisting/repeated exposure to cytotoxic agents, even when these agents are relatively weaker. Exposure to human-made EMFs and especially to the most detrimental ones from WC antennas/devices and high-voltage transmission lines (4) has become a new reality in modern life. Billions of people are exposed to such EMFs on a daily basis. Although they are less cytotoxic than radioactivity or certain cytotoxic chemicals, they represent the most persistent daily cytotoxic stressors against which any repair mechanisms cannot be efficient enough. By contrast, previously existing cytotoxic agents expose us randomly as isolated events. When an organism is constantly under OS due to a totally new cytotoxic agent such as human-made EMFs, no protective mechanism, evolved in the billions of years of biological evolution to protect from natural (non-polarized) EMFs/radiation or isolated hazardous events, can be effective enough.

The repair capability of cells in response to DNA damage is crucial for the final outcome. The threshold of damage above which it becomes irreparable depends on cell type and the health and status of the organism. An organism with poor health and/or under stress and inflammation due to OS is expected to have decreased repair capability and increased cancer risk. Epigenetic effects such as altered gene expression may also lead to cellular dysfunction and carcinogenesis (133,235,236).

Both DNA damage and alterations in protein synthesis, especially increased levels of stress proteins, are reported to be induced similarly by both ELF and pulsing RF EMFs (237,238). However, the effects of pulsing RF were attributed to the carrier frequency, and it was not considered that perhaps in both cases (ELF and pulsing RF) the ELF components might be responsible for the effects, as suggested now by the present study.

To the best of our knowledge, the present study provides for the first time a complete and precise biophysical/biochemical picture to explain the great number of experimental and epidemiological findings connecting human-made EMF exposure with DNA damage and related pathologies such as cancer, infertility and neurodegenerative diseases.

The long-existing experimental and epidemiological findings connecting exposure to human-made EMFs and DNA damage, infertility and cancer, are now explained by the presented complete mechanism. The present study should provide a basis for further research and encourage health authorities to take measures for the protection of life on Earth against unrestricted use of human-made EMFs.

Acknowledgements

Not applicable.

Funding

The study is supported by the Special Account for Research Grants of the National and Kapodistrian University of Athens (grant number 16599).

Availability of data and materials

Not applicable.

Authors' contributions

DJP designed the study and wrote the main manuscript. AK verified all equations and calculations. IY coauthored section 3 on biochemical processes. GPC reviewed and evaluated all data. All authors have read and approved the manuscript. Data authentication is not applicable.

Ethics approval and consent to participate

Not applicable.

Patient consent for publication

Not applicable.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

References

1. Goodman EM, Greenebaum B and Marron MT: Effects of electromagnetic fields on molecules and cells. Int Rev Cytol 158: 279-338, 1995.
2. Santini MT, Ferrante A, Rainaldi G, Indovina P and Indovina PL: Extremely low frequency (ELF) magnetic fields and apoptosis: A review. Int J Radiat Biol 81: 1-11, 2005.
3. Phillips JL, Singh NP and Lai H: Electromagnetic fields and DNA damage. Pathophysiology 16: 79-88, 2009.
4. Panagopoulos DJ: Comparing DNA damage induced by mobile telephony and other types of man-made electromagnetic fields. Mutat Res Rev Mutat Res 781: 53-62, 2019.
5. Delgado JMR: Biological effects of extremely low frequency electromagnetic fields. J Bioelectricity 4: 75-92, 1985.

6. Garaj-Vrhovac V, Horvat D and Koren Z: The effect of microwave radiation on the cell genome. Mutat Res 243: 87-93, 1990.
7. Garaj-Vrhovac V, Horvat D and Koren Z: The relationship between colony-forming ability, chromosome aberrations and incidence of micronuclei in V79 Chinese hamster cells exposed to microwave radiation. Mutat Res 263: 143-149, 1991.
8. Garaj-Vrhovac V, Fucić A and Horvat D: The correlation between the frequency of micronuclei and specific chromosome aberrations in human lymphocytes exposed to microwave radiation in vitro. Mutat Res 281: 181-186, 1992.
9. Ma TH and Chu KC: Effect of the extremely low frequency (ELF) electromagnetic field (EMF) on developing embryos of the fruit fly (*Drosophila melanogaster* L.). Mutat Res 303: 35-39, 1993.
10. Sarkar S, Ali S and Behari J: Effect of low power microwave on the mouse genome: A direct DNA analysis. Mutat Res 320: 141-147, 1994.
11. Lai H and Singh NP: Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells. Bioelectromagnetics 16: 207-210, 1995.
12. Lai H and Singh NP: Single- and double-strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation. Int J Radiat Biol 69: 513-521, 1996.
13. Lai H and Singh NP: Acute exposure to a 60 Hz magnetic field increases DNA strand breaks in rat brain cells. Bioelectromagnetics 18: 156-165, 1997.
14. Svedenstål BM, Johanson KJ and Mild KH: DNA damage induced in brain cells of CBA mice exposed to magnetic fields. In Vivo 13: 551-552, 1999.
15. Koana T, Okada MO, Takashima Y, Ikehata M and Miyakoshi J: Involvement of eddy currents in the mutagenicity of ELF magnetic fields. Mutat Res 476: 55-62, 2001.
16. Ivancsits S, Diem E, Pilger A, Rüdiger HW and Jahn O: Induction of DNA strand breaks by intermittent exposure to extremely-low-frequency electromagnetic fields in human diploid fibroblasts. Mutat Res 519: 1-13, 2002.
17. Ivancsits S, Diem E, Jahn O and Rüdiger HW: Intermittent extremely low frequency electromagnetic fields cause DNA damage in a dose-dependent way. Int Arch Occup Environ Health 76: 431-436, 2003.
18. Winker R, Ivancsits S, Pilger A, Adlkofer F and Rüdiger HW: Chromosomal damage in human diploid fibroblasts by intermittent exposure to extremely low-frequency electromagnetic fields. Mutat Res 585: 43-49, 2005.
19. Diem E, Schwarz C, Adlkofer F, Jahn O and Rüdiger H: Non-thermal DNA breakage by mobile-phone radiation (1800 MHz) in human fibroblasts and in transformed GFSH-R17 rat granulosa cells in vitro. Mutat Res 583: 178-183, 2005.
20. Mausset-Bonnefont AL, Hirbec H, Bonnefont X, Privat A, Vignon J and de Sèze R: Acute exposure to GSM 900-MHz electromagnetic fields induces glial reactivity and biochemical modifications in the rat brain. Neurobiol Dis 17: 445-454, 2004.
21. Ji S, Oh E, Sul D, Choi JW, Park H and Lee E: DNA damage of lymphocytes in volunteers after 4 h use of mobile phone. J Prev Med Public Health 37: 373-380, 2004.
22. Hong R, Zhang Y, Liu Y and Weng EQ: Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on DNA of testicular cells and sperm chromatin structure in mice. Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi 23: 414-417, 2005 (In Chinese).
23. Belyaev IY, Hillert L, Protopopova M, Tamm C, Malmgren LO, Persson BR, Selivanova G and Harms-Ringdahl M: 915 MHz microwaves and 50 Hz magnetic field affect chromatin conformation and 53BP1 foci in human lymphocytes from hypersensitive and healthy persons. Bioelectromagnetics 26: 173-184, 2005.
24. Markovà E, Hillert L, Malmgren L, Persson BR and Belyaev IY: Microwaves from GSM mobile telephones affect 53BP1 and gamma-H2AX foci in human lymphocytes from hypersensitive and healthy persons. Environ Health Perspect 113: 1172-1177, 2005.
25. Aitken RJ, Bennetts LE, Sawyer D, Wiklendt AM and King BV: Impact of radio frequency electromagnetic radiation on DNA integrity in the male germline. Int J Androl 28: 171-179, 2005.
26. Nikolova T, Czyz J, Rolletschek A, Blyszczuk P, Fuchs J, Jovtchev G, Schuderer J, Kuster N and Wobus AM: Electromagnetic fields affect transcript levels of apoptosis-related genes in embryonic stem cell-derived neural progenitor cells. FASEB J 19: 1686-1688, 2005.
27. Zhang DY, Xu ZP, Chiang H, Lu DQ and Zeng QL: Effects of GSM 1800 MHz radiofrequency electromagnetic fields on DNA damage in Chinese hamster lung cells. Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi 40: 149-152, 2006 (In Chinese).
28. Lixia S, Yao K, Kaijun W, Deqiang L, Huajun H, Xiangwei G, Baohong W, Wei Z, Jianling L and Wei W: Effects of 1.8 GHz radiofrequency field on DNA damage and expression of heat shock protein 70 in human lens epithelial cells. Mutat Res 602: 135-142, 2006.
29. Ferreira AR, Knakievicz T, Pasquali MA, Gelain DP, Dal-Pizzol F, Fernández CE, de Salles AA, Ferreira HB and Moreira JC: Ultra high frequency-electromagnetic field irradiation during pregnancy leads to an increase in erythrocytes micronuclei incidence in rat offspring. Life Sci 80: 43-50, 2006.
30. Panagopoulos DJ, Chavdoula ED, Nezis IP and Margaritis LH: Cell death induced by GSM 900-MHz and DCS 1800-MHz mobile telephony radiation. Mutat Res 626: 69-78, 2007.
31. Yan JG, Agresti M, Bruce T, Yan YH, Granlund A and Matloub HS: Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats. Fertil Steril 88: 957-964, 2007.
32. Yao K, Wu W, Wang K, Ni S, Ye P, Yu Y, Ye J and Sun L: Electromagnetic noise inhibits radiofrequency radiation-induced DNA damage and reactive oxygen species increase in human lens epithelial cells. Mol Vis 14: 964-969, 2008.
33. Yadav AS and Sharma MK: Increased frequency of micronucleated exfoliated cells among humans exposed in vivo to mobile telephone radiations. Mutat Res 650: 175-180, 2008.
34. Sokolovic D, Djindjic B, Nikolic J, Bjelakovic G, Pavlovic D, Kocic G, Krstic D, Cvetkovic T and Pavlovic V: Melatonin reduces oxidative stress induced by chronic exposure of microwave radiation from mobile phones in rat brain. J Radiat Res 49: 579-586, 2008.
35. Lee KS, Choi JS, Hong SY, Son TH and Yu K: Mobile phone electromagnetic radiation activates MAPK signaling and regulates viability in *Drosophila*. Bioelectromagnetics 29: 371-379, 2008.
36. De Iuliis GN, Newey RJ, King BV and Aitken RJ: Mobile phone radiation induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa in vitro. PLoS One 4: e6446, 2009.
37. Agarwal A, Desai NR, Makker K, Varghese A, Mouradi R, Sabanegh E and Sharma R: Effects of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMW) from cellular phones on human ejaculated semen: An in vitro pilot study. Fertil Steril 92: 1318-1325, 2009.
38. Mailankot M, Kunnath AP, Jayalekshmi H, Koduru B and Valsalan R: Radio frequency electromagnetic radiation (RF-EMR) from GSM (0.9/1.8 GHz) mobile phones induces oxidative stress and reduces sperm motility in rats. Clinics (Sao Paulo) 64: 561-565, 2009.
39. Luukkonen J, Hakulinen P, Mäki-Paakkanen J, Juutilainen J and Naarala J: Enhancement of chemically induced reactive oxygen species production and DNA damage in human SH-SY5Y neuroblastoma cells by 872 MHz radiofrequency radiation. Mutat Res 662: 54-58, 2009.
40. Panagopoulos DJ, Chavdoula ED and Margaritis LH: Bioeffects of mobile telephony radiation in relation to its intensity or distance from the antenna. Int J Radiat Biol 86: 345-357, 2010.
41. Chavdoula ED, Panagopoulos DJ and Margaritis LH: Comparison of biological effects between continuous and intermittent exposure to GSM-900-MHz mobile phone radiation. Detection of apoptotic cell death features. Mutat Res 700: 51-61, 2010.
42. Guler G, Tomruk A, Ozgur E and Seyhan N: The effect of radiofrequency radiation on DNA and lipid damage in non-pregnant and pregnant rabbits and their newborns. Gen Physiol Biophys 29: 59-66, 2010.
43. Tomruk A, Guler G and Dincel AS: The influence of 1800 MHz GSM-like signals on hepatic oxidative DNA and lipid damage in nonpregnant, pregnant, and newly born rabbits. Cell Biochem Biophys 56: 39-47, 2010.
44. Franzellitti S, Valbonesi P, Ciancaglini N, Biondi C, Contin A, Bersani F and Fabbri E: Transient DNA damage induced by high-frequency electromagnetic fields (GSM 1.8 GHz) in the human trophoblast HTR-8/SVneo cell line evaluated with the alkaline comet assay. Mutat Res 683: 35-42, 2010.
45. Campisi A, Gulino M, Acquaviva R, Bellia P, Raciti G, Grasso R, Musumeci F, Vanella A and Triglia A: Reactive oxygen species levels and DNA fragmentation on astrocytes in primary culture after acute exposure to low intensity microwave electromagnetic field. Neurosci Lett 473: 52-55, 2010.

46. Panagopoulos DJ: Effect of microwave exposure on the ovarian development of *Drosophila melanogaster*. Cell Biochem Biophys 63: 121-132, 2012.
47. Panagopoulos DJ, Karabarbounis A and Lioliousis C: ELF alternating magnetic field decreases reproduction by DNA damage induction. Cell Biochem Biophys 67: 703-716, 2013.
48. Liu C, Gao P, Xu SC, Wang Y, Chen CH, He MD, Yu ZP, Zhang L and Zhou Z: Mobile phone radiation induces mode-dependent DNA damage in a mouse spermatocyte-derived cell line: A protective role of melatonin. Int J Radiat Biol 89: 993-1001, 2013.
49. Pesnya DS and Romanovsky AV: Comparison of cytotoxic and genotoxic effects of plutonium-239 alpha particles and mobile phone GSM 900 radiation in the *Allium cepa* test. Mutat Res 750: 27-33, 2013.
50. Mihai CT, Rotinberg P, Brinza F and Vochita G: Extremely low-frequency electromagnetic fields cause DNA strand breaks in normal cells. J Environ Health Sci Eng 12: 15, 2014.
51. Daroit NB, Visioli F, Magnusson AS, Vieira GR and Rados PV: Cell phone radiation effects on cytogenetic abnormalities of oral mucosal cells. Braz Oral Res 29: 1-8, 2015.
52. Banerjee S, Singh NN, Sreedhar G and Mukherjee S: Analysis of the genotoxic effects of mobile phone radiation using buccal micronucleus assay: A comparative evaluation. J Clin Diagn Res 10: ZC82-ZC85, 2016.
53. D'Silva MH, Swer RT, Anbalagan J and Rajesh B: Effect of radiofrequency radiation emitted from 2G and 3G cell phone on developing liver of chick embryo-a comparative study. J Clin Diagn Res 11: AC05-AC09, 2017.
54. Panagopoulos DJ: Chromosome damage in human cells induced by UMTS mobile telephony radiation. Gen Physiol Biophys 38: 445-454, 2019.
55. Panagopoulos DJ: Comparing chromosome damage induced by mobile telephony radiation and a high caffeine dose: Effect of combination and exposure duration. Gen Physiol Biophys 39: 531-544, 2020.
56. Magras IN and Xenos TD: RF radiation-induced changes in the prenatal development of mice. Bioelectromagnetics 18: 455-461, 1997.
57. Panagopoulos DJ, Karabarbounis A and Margaritis LH: Effect of GSM 900-MHz mobile phone radiation on the reproductive capacity of *Drosophila melanogaster*. Electromagn Biol Med 23: 29-43, 2004.
58. Panagopoulos DJ, Chavdoula ED, Karabarbounis A and Margaritis LH: Comparison of bioactivity between GSM 900 MHz and DCS 1800 MHz mobile telephony radiation. Electromagn Biol Med 26: 33-44, 2007.
59. Wdowiak A, Wdowiak L and Wiktor H: Evaluation of the effect of using mobile phones on male fertility. Ann Agric Environ Med 14: 169-172, 2007.
60. Agarwal A, Deepinder F, Sharma RK, Ranga G and Li J: Effect of cell phone usage on semen analysis in men attending infertility clinic: An observational study. Fertil Steril 89: 124-128, 2008.
61. Batellier F, Couty I, Picard D and Brillard JP: Effects of exposing chicken eggs to a cell phone in 'call' position over the entire incubation period. Theriogenology 69: 737-745, 2008.
62. Gul A, Celebi H and Uğraş S: The effects of microwave emitted by cellular phones on ovarian follicles in rats. Arch Gynecol Obstet 280: 729-733, 2009.
63. Sharma VP and Kumar NR: Changes in honey bee behaviour and biology under the influence of cell phone radiations. Curr Sci 98: 1376-1378, 2010.
64. La Vignera S, Condorelli RA, Vicardi E, D'Agata R and Calogero AE: Effects of the exposure to mobile phones on male reproduction: A review of the literature. J Androl 33: 350-356, 2012.
65. Balmori A: Possible effects of electromagnetic fields from phone masts on a population of white stork (*Ciconia ciconia*). Electromagn Biol Med 24: 109-119, 2005.
66. Balmori A and Hallberg O: The urban decline of the house sparrow (*Passer domesticus*): A possible link with electromagnetic radiation. Electromagn Biol Med 26: 141-151, 2007.
67. Everaert J and Bauwens D: A possible effect of electromagnetic radiation from mobile phone base stations on the number of breeding house sparrows (*Passer domesticus*). Electromagn Biol Med 26: 63-72, 2007.
68. Bacandritsos N, Granato A, Budge G, Papanastasiou I, Roinioti E, Caldon M, Falcaro C, Gallina A and Mutinelli F: Sudden deaths and colony population decline in Greek honey bee colonies. J Invertebr Pathol 105: 335-340, 2010.
69. Cucurachi S, Tamis WL, Vijver MG, Peijnenburg WJ, Bolte JF and de Snoo GR: A review of the ecological effects of radiofrequency electromagnetic fields (RF-EMF). Environ Int 51: 116-140, 2013.
70. Balmori A: The incidence of electromagnetic pollution on the amphibian decline: Is this an important piece of the puzzle? Toxicol Environ Chem 88: 287-299, 2006.
71. Balmori A: Mobile phone mast effects on common frog (*Rana temporaria*) tadpoles: The city turned into a laboratory. Electromagn Biol Med 29: 31-35, 2010.
72. Wertheimer N and Leeper E: Electrical wiring configurations and childhood cancer. Am J Epidemiol 109: 273-284, 1979.
73. Savitz DA, Wachtel H, Barnes F, John EM and Tvrdik JG: Case-control study of childhood cancer and exposure to 60-Hz magnetic fields. Am J Epidemiol 128: 21-38, 1988.
74. Coleman MP, Bell CM, Taylor HL and Primic-Zakelj M: Leukaemia and residence near electricity transmission equipment: A case-control study. Br J Cancer 60: 793-798, 1989.
75. Feychting M and Ahlbom A: Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines. Am J Epidemiol 138: 467-481, 1993.
76. Feychting M and Ahlbom A: Magnetic fields, leukemia, and central nervous system tumors in Swedish adults residing near high-voltage power lines. Epidemiology 5: 501-509, 1994.
77. Feychting M and Ahlbom A: Childhood leukemia and residential exposure to weak extremely low frequency magnetic fields. Environ Health Perspect 103 (Suppl 2): S59-S62, 1995.
78. Coghill RW, Steward J and Philips A: Extra low frequency electric and magnetic fields in the bed place of children diagnosed with leukaemia: A case-control study. Eur J Cancer Prev 5: 153-158, 1996.
79. Ahlbom A, Day N, Feychting M, Roman E, Skinner J, Dockerty J, Linet M, McBride M, Michaelis J, Olsen JH, *et al*: A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. Br J Cancer 83: 692-698, 2000.
80. Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, Poole C and Kelsh MA: A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. Childhood leukemia-EMF study group. Epidemiology 11: 624-634, 2000.
81. Draper G, Vincent T, Kroll ME and Swanson J: Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: A case-control study. BMJ 330: 1290, 2005.
82. Kheifets L, Ahlbom A, Crespi CM, Draper G, Hagihara J, Lowenthal RM, Mezei G, Oksuzyan S, Schüz J, Swanson J, *et al*: Pooled analysis of recent studies on magnetic fields and childhood leukaemia. Br J Cancer 103: 1128-1135, 2010.
83. Hallberg O and Johansson O: Melanoma incidence and frequency modulation (FM) broadcasting. Arch Environ Health 57: 32-40, 2002.
84. Gulati S, Yadav A, Kumar N, Kanupriya, Aggarwal NK, Kumar R and Gupta R: Effect of GSTM1 and GSTT1 polymorphisms on genetic damage in humans populations exposed to radiation from mobile towers. Arch Environ Contam Toxicol 70: 615-625, 2016.
85. Zothansiama, Zosangzuali M, Lalramdinpuii M and Jagetia GC: Impact of radiofrequency radiation on DNA damage and antioxidants in peripheral blood lymphocytes of humans residing in the vicinity of mobile phone base stations. Electromagn Biol Med 36: 295-305, 2017.
86. Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, Mild KH and Morgan LL: Long-term use of cellular phones and brain tumours: Increased risk associated with use for > or =10 years. Occup Environ Med 64: 626-632, 2007.
87. Hardell L, Carlberg M and Hansson Mild K: Epidemiological evidence for an association between use of wireless phones and tumor diseases. Pathophysiology 16: 113-122, 2009.
88. Khurana VG, Teo C, Kundi M, Hardell L and Carlberg M: Cell phones and brain tumors: A review including the long-term epidemiologic data. Surg Neurol 72: 205-214, 2009.
89. Hardell L and Carlberg M: Mobile phones, cordless phones and the risk for brain tumours. Int J Oncol 35: 5-17, 2009.
90. Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F and Mild KH: Pooled analysis of case-control studies on acoustic neuroma diagnosed 1997-2003 and 2007-2009 and use of mobile and cordless phones. Int J Oncol 43: 1036-1044, 2013.
91. Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F and Mild KH: Case-control study of the association between malignant brain tumours diagnosed between 2007 and 2009 and mobile and cordless phone use. Int J Oncol 43: 1833-1845, 2013.

92. Hardell L, Carlberg M and Hansson Mild K: Use of mobile phones and cordless phones is associated with increased risk for glioma and acoustic neuroma. Pathophysiology 20: 85-110, 2013.
93. Wang Y and Guo X: Meta-analysis of association between mobile phone use and glioma risk. J Cancer Res Ther 12 (Suppl): C298-C300, 2016.
94. Carlberg M and Hardell L: Evaluation of mobile phone and cordless phone use and glioma risk using the bradford hill viewpoints from 1965 on association or causation. Biomed Res Int 2017: 9218486, 2017.
95. Hardell L: Effects of mobile phones on children's and adolescents' health: A commentary. Child Dev 89: 137-140, 2018.
96. Momoli F, Siemiatycki J, McBride ML, Parent MÉ, Richardson L, Bedard D, Platt R, Vrijheid M, Cardis E and Krewski D: Probabilistic multiple-bias modelling applied to the Canadian data from the INTERPHONE study of mobile phone use and risk of glioma, meningioma, acoustic neuroma, and parotid gland tumors. Am J Epidemiol 186: 885-893, 2017.
97. Miller AB, Morgan LL, Udasin I and Davis DL: Cancer epidemiology update, following the 2011 IARC evaluation of radiofrequency electromagnetic fields (Monograph 102). Environ Res 167: 673-683, 2018.
98. Miller AB, Sears ME, Morgan LL, Davis DL, Hardell L, Oremus M and Soskolne CL: Risks to health and well-being from radio-frequency radiation emitted by cell phones and other wireless devices. Front Public Health 7: 223, 2019.
99. Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P and Seigne M: Study of the health of people living in the vicinity of mobile phone base stations: I. Influences of distance and sex. Pathol Biol 50: 369-373, 2002.
100. Navarro A, Garcia JS, Portoles M and Gómez-Perretta G: The microwave syndrome: A preliminary study in Spain. Electromagn Biol Med 22: 161-169, 2003.
101. Salama OE and Abou El Naga RM: Cellular phones: Are they detrimental? J Egypt Public Health Assoc 79: 197-223, 2004.
102. Hutter HP, Moshammer H, Wallner P and Kundi M: Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. Occup Environ Med 63: 307-313, 2006.
103. Abdel-Rassoul G, El-Fateh OA, Salem MA, Michael A, Farahat F, El-Batanouny M and Salem E: Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. Neurotoxicology 28: 434-440, 2007.
104. Blettner M, Schlehofer B, Breckenkamp J, Kowall B, Schmiedel S, Reis U, Potthoff P, Schüz J and Berg-Beckhoff G: Mobile phone base stations and adverse health effects: Phase 1 of a population-based, cross-sectional study in Germany. Occup Environ Med 66: 118-123, 2009.
105. Viel JF, Clerc S, Barrera C, Rymzhanova R, Moissonnier M, Hours M and Cardis E: Residential exposure to radiofrequency fields from mobile phone base stations, and broadcast transmitters: A population-based survey with personal meter. Occup Environ Med 66: 550-556, 2009.
106. Kundi M and Hutter HP: Mobile phone base stations-effects on wellbeing and health. Pathophysiology 16: 123-135, 2009.
107. Shahbazi-Gahrouei D, Karbalae M, Moradi HA and Baradaran-Ghahfarokhi M: Health effects of living near mobile phone base transceiver station (BTS) antennae: A report from Isfahan, Iran. Electromagn Biol Med 33: 206-210, 2014.
108. Irigaray P, Caccamo D and Belpomme D: Oxidative stress in electrohypersensitivity self-reporting patients: Results of a prospective *in vivo* investigation with comprehensive molecular analysis. Int J Mol Med 42: 1885-1898, 2018.
109. Yakymenko I, Tsybulin O, Sidorik E, Henshel D, Kyrylenko O and Kyrylenko S: Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation. Electromagn Biol Med 35: 186-202, 2016.
110. Tillmann T, Ernst H, Streckert J, Zhou Y, Taugner F, Hansen V and Dasenbrock C: Indication of cocarcinogenic potential of chronic UMTS-modulated radiofrequency exposure in an ethylnitrosourea mouse model. Int J Radiat Biol 86: 529-541, 2010.
111. Lerchl A, Klose M, Grote K, Wilhelm AF, Spathmann O, Fiedler T, Streckert J, Hansen V and Clemens M: Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans. Biochem Biophys Res Commun 459: 585-590, 2015.
112. National Toxicology Program: Toxicology and carcinogenesis studies in Sprague Dawley (Hsd:Sprague Dawley SD) rats exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. Natl Toxicol Program Tech Rep Ser: NTP-TR-595, 2018.
113. Smith-Roe SL, Wyde ME, Stout MD, Winters JW, Hobbs CA, Shepard KG, Green AS, Kissling GE, Shockley KR, Tice RR, *et al*: Evaluation of the genotoxicity of cell phone radiofrequency radiation in male and female rats and mice following subchronic exposure. Environ Mol Mutagen 61: 276-290, 2020.
114. Falcioni L, Bua L, Tibaldi E, Lauriola M, De Angelis L, Gnudi F, Mandrioli D, Manservigi M, Manservisi F, Manzoli I, *et al*: Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station environmental emission. Environ Res 165: 496-503, 2018.
115. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). Health Phys 99: 818-836, 2010.
116. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz). Health Phys 118; 483-524, 2020.
117. IARC: Non-ionizing radiation, part 1: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. Vol. 80. World Health Organization. IARC Press, Lyon, 2002.
118. IARC: Non-Ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields. Vol. 102. IARC Press, Lyon, 2013.
119. Baan R, Grosse Y, Lauby-Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Islami F, Galichet L and Straif K; WHO International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group: Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. Lancet Oncol 12: 624-626, 2011.
120. Verschaeve L: Misleading scientific papers on health effects from wireless communication devices. In: Microwave Effects on DNA and Proteins. Geddes CD (ed). Springer, Cham, pp159-233, 2017.
121. Panagopoulos DJ, Johansson O and Carlo GL: Real versus simulated mobile phone exposures in experimental studies. Biomed Res Int 2015: 607053, 2015.
122. Panagopoulos DJ: Mobile telephony radiation effects on insect ovarian cells. The necessity for real exposures bioactivity assessment. The key role of polarization, and the 'ion forced-oscillation mechanism'. In: Microwave Effects on DNA and Proteins. Geddes CD (ed). Springer, Cham, pp1-48, 2017.
123. Manna D and Ghosh R: Effect of radiofrequency radiation in cultured mammalian cells: A review. Electromagn Biol Med 35: 265-301, 2016.
124. Leach V, Weller S and Redmayne M: A novel database of bio-effects from non-ionizing radiation. Rev Environ Health 33: 273-280, 2018.
125. Karipidis K, Mate R, Urban D, Tinker R and Wood A: 5G mobile networks and health-a state-of-the-science review of the research into low-level RF fields above 6 GHz. J Expo Sci Environ Epidemiol 31: 585-605, 2021.
126. Hardell L and Nyberg R: Appeals that matter or not on a moratorium on the deployment of the fifth generation, 5G, for microwave radiation. Mol Clin Oncol 12: 247-257, 2020.
127. Hardell L and Carlberg M: Health risks from radiofrequency radiation, including 5G, should be assessed by experts with no conflicts of interest. Oncol Lett 20: 15, 2020.
128. Metaxas AC: Microwave heating. Power Eng 5: 237-247, 1991.
129. Panagopoulos DJ: Comments on Pall's 'Millimeter (MM) wave and microwave frequency radiation produce deeply penetrating effects: The biology and the physics'. Rev Environ Health: Jul 12, 2021 (Epub ahead of print). doi: https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0090.
130. Ames BN: Endogenous DNA damage as related to cancer and aging. Mutat Res 214: 41-46, 1989.
131. Lieber MR: Pathological and physiological double-strand breaks: Roles in cancer, aging, and the immune system. Am J Pathol 153: 1323-1332, 1998.
132. Helleday T, Loc J, van Gentd DC and Engelward BP: DNA double-strand break repair: From mechanistic understanding to cancer treatment. DNA Repair (Amst) 6: 923-935, 2007.
133. Lahtz C and Pfeifer GP: Epigenetic changes of DNA repair genes in cancer. J Mol Cell Biol 3: 51-58, 2011.
134. Yao Y and Dai W: Genomic instability and cancer. J Carcinog Mutagen 5: 1000165, 2014.
135. Bernstein C, Prasad AR, Nfonsam V and Bernstein H: DNA damage, DNA repair and cancer. In: New Research Directions in DNA Repair. Clarc C (ed). InTech, Rijeka, pp413-465, 2013.
136. Basu AK: DNA damage, mutagenesis and cancer. Int J Mol Sci 19: 970, 2018.

137. von Zglinicki T, Saretzki G, Ladhoff J, d'Adda di Fagagna F and Jackson SP: Human cell senescence as a DNA damage response. Mech Ageing Dev 126: 111-117, 2005.
138. Shah DJ, Sachs RK and Wilson DJ: Radiation-induced cancer: A modern view. Br J Radiol 85: e1166-e1173, 2012.
139. Rodgers K and McVey M: Error-prone repair of DNA double-strand breaks. J Cell Physiol 231: 15-24, 2016.
140. Nadler DL and Zurbenko IG: Estimating cancer latency times using a weibull model. Adv Epidemiol 2014: 746769, 2014.
141. Francis G: Ionization Phenomena in Gases. Butterworths Scientific Publications, London, 1960.
142. Gomer R: Field Emission and Field Ionization. Harvard University Press, Cambridge, 1961.
143. Panagopoulos DJ, Johansson O and Carlo GL: Polarization: A key difference between man-made and natural electromagnetic fields, in regard to biological activity. Sci Rep 5: 14914, 2015.
144. Panagopoulos DJ, Messini N, Karabarbounis A, Filippetis AL and Margaritis LH: A mechanism for action of oscillating electric fields on cells. Biochem Biophys Res Commun 272: 634-640, 2000.
145. Panagopoulos DJ, Karabarbounis A and Margaritis LH: Mechanism for action of electromagnetic fields on cells. Biochem Biophys Res Commun 298: 95-102, 2002.
146. Panagopoulos DJ, Balmori A and Chrousos GP: On the biophysical mechanism of sensing upcoming earthquakes by animals. Sci Total Environ 717: 136989, 2020.
147. Alberts B, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K and Walter P: Molecular Biology of the Cell. Garland Publishing, Inc., New York, 1994.
148. Stryer L: Biochemistry. 4th edition. Freeman WH (ed). Freeman and Company, New York, NY, 1995.
149. Halgamuge MN and Abeyrathne CD: Behavior of charged particles in a biological cell exposed to AC-DC electromagnetic fields. Environ Eng Sci 28: 1-10, 2001.
150. Panagopoulos DJ and Karabarbounis A: Comments on study of charged particle's behavior in a biological cell exposed to AC-DC electromagnetic fields, and on comparison between two models of interaction between electric and magnetic fields and proteins in cell membranes. Environ Eng Sci 28: 749-751, 2011.
151. Bawin SM, Kaczmarek LK and Adey WR: Effects of modulated VHF fields, on the central nervous system. Ann N Y Acad Sci 247: 74-81, 1975.
152. Bawin SM, Adey WR and Sabbot IM: Ionic factors in release of $^{45}Ca^{2+}$ from chicken cerebral tissue by electromagnetic fields. Proc Natl Acad Sci USA 75: 6314-6318, 1978.
153. Blackman CF, Benane SG, Elder JA, House DE, Lampe JA and Faulk JM: Induction of calcium-ion efflux from brain tissue by radiofrequency radiation: Effect of sample number and modulation frequency on the power density window. Bioelectromagnetics 1: 35-43, 1980.
154. Frei M, Jauchem J and Heinmets F: Physiological effects of 2.8 GHz radio-frequency radiation: A comparison of pulsed and continuous-wave radiation. J Microw Power Electromagn Energy 23: 85-93, 1988.
155. Bolshakov MA and Alekseev SI: Bursting responses of Lymnea neurons to microwave radiation. Bioelectromagnetics 13: 119-129, 1992.
156. Penafiel LM, Litovitz T, Krause D, Desta A and Mullins JM: Role of modulation on the effect of microwaves on ornithine decarboxylase activity in L929 cells. Bioelectromagnetics 18: 132-141, 1997.
157. Huber R, Treyer V, Borbély AA, Schuderer J, Gottselig JM, Landolt HP, Werth E, Berthold T, Kuster N, Buck A and Achermann P: Electromagnetic fields, such as those from mobile phones, alter regional cerebral blood flow and sleep and waking EEG. J Sleep Res 11: 289-295, 2002.
158. Höytö A, Luukkonen J, Juutilainen J and Naarala J: Proliferation, oxidative stress and cell death in cells exposed to 872 MHz radiofrequency radiation and oxidants. Radiat Res 170: 235-243, 2008.
159. Mohammed HS, Fahmy HM, Radwan NM and Elsayed AA: Non-thermal continuous and modulated electromagnetic radiation fields effects on sleep EEG of rats. J Adv Res 4: 181-187, 2013.
160. Noda M, Ikeda T, Kayano T, Suzuki H, Takeshima H, Kurasaki M, Takahashi H and Numa S: Existence of distinct sodium channel messenger RNAs in rat brain. Nature 320: 188-192, 1986.
161. Liman ER, Hess P, Weaver F and Koren G: Voltage-sensing residues in the S4 region of a mammalian K^+ channel. Nature 353: 752-756, 1991.
162. Tombola F, Pathak MM and Isacoff EY: How does voltage open an ion channel? Annu Rev Cell Dev Biol 22: 23-52, 2006.
163. Schmidt WF and Thomas CG: More precise model of α-helix and transmembrane α-helical peptide backbone structure. J Biophy Chem 3: 295-303, 2012.
164. Miller C: An overview of the potassium channel family. Genome Biol 1: REVIEWS0004, 2000.
165. Zhang XC, Yang H, Liu Z and Sun F: Thermodynamics of voltage-gated ion channels. Biophys Rep 4: 300-319, 2018.
166. DeCoursey TE: Interactions between NADPH oxidase and voltage-gated proton channels: Why electron transport depends on proton transport. FEBS Lett 555: 57-61, 2003.
167. Seredenina T, Demaurex N and Krause KH: Voltage-gated proton channels as novel drug targets: From NADPH oxidase regulation to sperm biology. Antioxid Redox Sign 23: 490-513, 2015.
168. Panagopoulos DJ, Johansson O and Carlo GL: Evaluation of specific absorption rate as a dosimetric quantity for electromagnetic fields bioeffects. PLoS One 8: e62663, 2013.
169. Creasey WA and Goldberg RB: A new twist on an old mechanism for EMF bioeffects? EMF Health Rep 9: 1-11, 2001.
170. Belyaev IY: Non-thermal biological effects of microwaves. Microw Rev 11: 13-29, 2005.
171. Zhou R, Xiong Y, Xing G, Sun L and Ma J: ZiFi: Wireless LAN discovery via ZigBee interference signatures. MobiCom'10, September 20-24, Chicago, Illinois, USA, 2010. Proceedings of the 16th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking. doi: 10.1145/1859995.1860002.
172. Piacentini R, Ripoli C, Mezzogori D, Azzena GB and Grassi C: Extremely low-frequency electromagnetic fields promote in vitro neurogenesis via upregulation of Ca(v)1-channel activity. J Cell Physiol 215: 129-139, 2008.
173. Cecchetto C, Maschietto M, Boccaccio P and Vassanelli S: Electromagnetic field affects the voltage-dependent potassium channel Kv1.3. Electromagn Biol Med 39: 316-322, 2020.
174. Zheng Y, Xia P, Dong L, Tian L and Xiong C: Effects of modulation on sodium and potassium channel currents by extremely low frequency electromagnetic fields stimulation on hippocampal CA1 pyramidal cells. Electromagn Biol Med 40: 274-285, 2021.
175. Batcioglu K, Uyumlu AB, Satilmis B, Yildirim B, Yucel N, Demirtas H, Onkal R, Guzel RM and Djamgoz MB: Oxidative stress in the in vivo DMBA rat model of breast cancer: Suppression by a voltage-gated sodium channel inhibitor (RS100642). Basic Clin Pharmacol Toxicol 111: 137-141, 2012.
176. Ramírez A, Vázquez-Sánchez AY, Carrión-Robalino N and Camacho J: Ion channels and oxidative stress as a potential link for the diagnosis or treatment of liver diseases. Oxid Med Cell Longev 2016: 3928714, 2016.
177. O'Hare Doig RL, Chiha W, Giacci MK, Yates NJ, Bartlett CA, Smith NM, Hodgetts SI, Harvey AR and Fitzgerald M: Specific ion channels contribute to key elements of pathology during secondary degeneration following neurotrauma. BMC Neurosci 18: 62, 2017.
178. Akbarali HI: Oxidative stress and ion channels. In: Systems Biology of Free Radicals and Antioxidants. Lahers I (ed). Springer, Berlin, Heidelberg, pp355-373, 2014.
179. Kourie JI: Interaction of reactive oxygen species with ion transport mechanisms. Am J Physiol 275: C1-C24, 1998.
180. Lushchak VI: Free radicals, reactive oxygen species, oxidative stress and its classification. Chem Biol Interact 224: 164-175, 2014.
181. Pacher P, Beckman JS and Liaudet L: Nitric oxide and peroxynitrite in health and disease. Physiol Rev 87: 315-424, 2007.
182. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MT, Mazur M and Telser J: Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. Int J Biochem Cell Biol 39: 44-84, 2007.
183. Halliwell B: Biochemistry of oxidative stress. Biochem Soc Trans 35: 1147-1150, 2007.
184. Balasubramanian B, Pogozelski WK and Tullius TD: DNA strand breaking by the hydroxyl radical is governed by the accessible surface areas of the hydrogen atoms of the DNA backbone. Proc Natl Acad Sci USA 95: 9738-9743, 1998.
185. Cadet J, Delatour T, Douki T, Gasparutto D, Pouget JP, Ravanat JL and Sauvaigo S: Hydroxyl radicals and DNA base damage. Mutat Res 1424: 9-21, 1999.
186. Cadet J and Wagner JR: DNA base damage by reactive oxygen species, oxidizing agents, and UV radiation. Cold Spring Harb Perspect Biol 5: a012559, 2013.
187. Tsunoda M, Sakaue T, Naito S, Sunami T, Abe N, Ueno Y, Matsuda A and Takénaka A: Insights into the structures of DNA damaged by hydroxyl radical: Crystal structures of DNA duplexes containing 5-formyluracil. J Nucleic Acids 2010: 107289, 2010.

188. Cooke MS, Evans MD, Dizdaroglu M and Lunec J: Oxidative DNA damage: Mechanisms, mutation, and disease. FASEB J 17: 1195-1214, 2003.
189. Barzilai A and Yamamoto K: DNA damage responses to oxidative stress. DNA Repair (Amst) 3: 1109-1115, 2004.
190. Pall ML: Electromagnetic fields act via activation of voltage-gated calcium channels to produce beneficial or adverse effects. J Cell Mol Med 17: 958-965, 2013.
191. Liburdy RP: Calcium signaling in lymphocytes and ELF fields. Evidence for an electric field metric and a site of interaction involving the calcium ion channel. FEBS Lett 301: 53-59, 1992.
192. Walleczek J: Electromagnetic field effects on cells of the immune system: The role of calcium signaling. FASEB J 6: 3177-3185, 1992.
193. Brookes PS, Yoon Y, Robotham JL, Anders MW and Sheu SS: Calcium, ATP, and ROS: A mitochondrial love-hate triangle. Am J Physiol Cell Physiol 287: C817-C833, 2004.
194. Lang F, Föller M, Lang KS, Lang PA, Ritter M, Gulbins E, Vereninov A and Huber SM: Ion channels in cell proliferation and apoptotic cell death. J Membr Biol 205: 147-157, 2005.
195. Görlach A, Bertram K, Hudecova S and Krizanova O: Calcium and ROS: A mutual interplay. Redox Biol 6: 260-271, 2015.
196. Lombardi AA, Gibb AA, Arif E, Kolmetzky DW, Tomar D, Luongo TS, Jadiya P, Murray EK, Lorkiewicz PK, Hajnóczky G, *et al*: Mitochondrial calcium exchange links metabolism with the epigenome to control cellular differentiation. Nat Commun 10: 4509, 2019.
197. Lowe SW and Lin AW: Apoptosis in cancer. Carcinogenesis 21: 485-495, 2000.
198. Ikwegbue PC, Masamba P, Oyinloye BE and Kappo AP: Roles of heat shock proteins in apoptosis, oxidative stress, human inflammatory diseases, and cancer. Pharmaceuticals (Basel) 11: 2, 2017.
199. Becchetti A: Ion channels and transporters in cancer. 1. Ion channels and cell proliferation in cancer. Am J Physiol Cell Physiol 301: C255-C265, 2011.
200. Gaasch JA, Geldenhuys WJ, Lockman PR, Allen DD and Van der Schyf CJ: Voltage-gated calcium channels provide an alternate route for iron uptake in neuronal cell cultures. Neurochem Res 32: 1686-1693, 2007.
201. Chattipakorn N, Kumfu S, Fucharoen S and Chattipakorn S: Calcium channels and iron uptake into the heart. World J Cardiol 3: 215-218, 2011.
202. Salsbury G, Cambridge EL, McIntyre Z, Arends MJ, Karp NA, Isherwood C, Shannon C, Hooks Y; Sanger Mouse Genetics Project, Ramirez-Solis R, *et al*: Disruption of the potassium channel regulatory subunit KCNE2 causes iron-deficient anemia. Exp Hematol 42: 1053-1058.e1, 2014.
203. Gamaley I, Augsten K and Berg H: Electrostimulation of macrophage NADPH oxidase by modulated high-frequency electromagnetic fields. Bioelectrochem Bioenerg 38: 415-418, 1995.
204. Panday A, Sahoo MK, Osorio D and Batra S: NADPH oxidases: An overview from structure to innate immunity-associated pathologies. Cell Mol Immunol 12: 5-23, 2015.
205. Henderson LM: NADPH oxidase subunit gp91phox: A proton pathway. Protoplasma 217: 37-42, 2001.
206. Musset B, Cherny VV, Morgan D and DeCoursey TE: The intimate and mysterious relationship between proton channels and NADPH oxidase. FEBS Lett 583: 7-12, 2009.
207. DeCoursey T, Morgan D and Cherny V: The voltage dependence of NADPH oxidase reveals why phagocytes need proton channels. Nature 422: 531-534, 2003.
208. Friedman J, Kraus S, Hauptman Y, Schiff Y and Seger R: Mechanism of short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies. Biochem J 405: 559-568, 2007.
209. Pratt RD, Brickman CR, Cottrill CL, Shapiro JI and Liu J: The Na/K-ATPase signaling: from specific ligands to general reactive oxygen species. Int J Mol Sci 19: 2600, 2018.
210. Nitahara JA, Cheng W, Liu Y, Li B, Leri A, Li P, Mogul D, Gambert SR, Kajstura J and Anversa P: Intracellular calcium, DNase activity and myocyte apoptosis in aging Fischer 344 rats. J Mol Cell Cardiol 30: 519-535, 1998.
211. Fenton HJH: Oxidation of tartaric acid in presence of iron. J Chem Soc Trans 65: 899-911, 1894.
212. Bawin SM and Adey WR: Sensitivity of calcium binding in cerebral tissue to weak environmental electric fields oscillating at low frequency. Proc Natl Acad Sci USA 73 1999-2003, 1976.
213. Jackson JD: Classical Electrodynamics. 2nd edition. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, 1975.
214. Barr R, Llanwyn Jones D and Rodger CJ: ELF and VLF radio waves. J Atmos Sol-Terr Phys 62: 1689-1718, 2000.
215. McLeod KJ, Lee RC and Ehrlich HP: Frequency dependence of electric field modulation of fibroblast protein synthesis. Science 236: 1465-1469, 1987.
216. Cleary SF, Liu LM, Graham R and Diegelmann RF: Modulation of tendon fibroplasia by exogenous electric currents. Bioelectromagnetics 9: 183-194, 1988.
217. Lee RC, Canaday DJ and Doong H: A review of the biophysical basis for the clinical application of electric fields in soft-tissue repair. J Burn Care Rehabil 14: 319-335, 1993.
218. Sandipan C and Baron C: Basic mechanisms of voltage sensing. In: Handbook of Ion Channels. Zheng J and Trudeau MC (eds), CRC Press, London, 25-39, 2015.
219. Groome JR and Bayless-Edwards L: Roles for countercharge in the voltage sensor domain of ion channels. Front Pharmacol 11: 160, 2020.
220. Shi YP, Thouta S and Claydon TW: Modulation of hERG K^+ channel deactivation by voltage sensor relaxation. Front Pharmacol 11: 139, 2020.
221. Villalba-Galea CA and Chiem AT: Hysteretic behavior in voltage-gated channels. Front Pharmacol 11: 579596, 2020.
222. Panagopoulos DJ and Margaritis LH: The identification of an intensity 'window' on the bioeffects of mobile telephony radiation. Int J Radiat Biol 86: 358-366, 2010.
223. Panagopoulos DJ and Balmori A: On the biophysical mechanism of sensing atmospheric discharges by living organisms. Sci Total Environ 599-600: 2026-2034, 2017.
224. Liboff AR: Cyclotron resonance in membrane transport. In: Interactions between Electromagnetic Fields and Cells. Chiabrera A, Nicolini C and Schwan HP (eds). Plenum Press, London, pp281-296 1985.
225. Bianco B, Chiabrera A, Morro A and Parodi M: Effects of magnetic exposure on ions in electric fields. Ferroelectrics 86: 159-168, 1988.
226. Balcavage WX, Alvager T, Swez J, Goff CW, Fox MT, Abdullyava S and King MW: A mechanism for action of extremely low frequency electromagnetic fields on biological systems. Biochem Biophys Res Commun 222: 374-378, 1996.
227. Zhadin MN: Combined action of static and alternating magnetic fields on ion motion in a macromolecule: Theoretical aspects. Bioelectromagnetics 19: 279-292, 1998.
228. Liboff AR: Ion cyclotron resonance in biological systems: Experimental evidence. In: Biological Effects of Electromagnetic Fields. Stavroulakis P (ed). Springer, Berlin, pp76-113, 2003.
229. Lednev VV: Possible mechanism for the influence of weak magnetic fields on biological systems. Bioelectromagnetics 12: 71-75, 1991.
230. Kirschvink JL: Magnetite biomineralization and geomagnetic sensitivity in higher animals: An update and recommendations for future study. Bioelectromagnetics 10: 239-259, 1989.
231. Brocklehurst B and McLauchlan KA: Free radical mechanism for the effects of environmental electromagnetic fields on biological systems. Int J Radiat Biol 69: 3-24, 1996.
232. Sheppard AR, Swicord ML and Balzano Q: Quantitative evaluations of mechanisms of radiofrequency interactions with biological molecules and processes. Health Phys 93: 365-396, 2008.
233. Hall EJ and Giaccia AJ: Radiobiology for the Radiologist. 6th edition. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA, 2006.
234. Coggle JE: Biological Effects of Radiation. Taylor & Francis, 1983.
235. Hanahan D and Weinberg RA: The hallmarks of cancer. Cell 100: 57-70, 2000.
236. Hanahan D and Weinberg RA: Hallmarks of cancer: The next generation. Cell 144: 646-674, 2011.
237. Blank M and Goodman R: Electromagnetic fields stress living cells. Pathophysiology 16: 71-78, 2009.
238. Blank M and Goodman R: DNA is a fractal antenna in electromagnetic fields. Int J Radiat Biol 87: 409-415, 2011.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0) License.

Review Article

Dariusz Leszczynski*

Review of the scientific evidence on the individual sensitivity to electromagnetic fields (EHS)

https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0038
Received March 18, 2021; accepted June 11, 2021;
published online July 6, 2021

Abstract: Part of the population considers themselves as sensitive to the man-made electromagnetic radiation (EMF) emitted by powerlines, electric wiring, electric home appliance and the wireless communication devices and networks. Sensitivity is characterized by a broad variety of non-specific symptoms that the sensitive people claim to experience when exposed to EMF. While the experienced symptoms are currently considered as a real life impairment, the factor causing these symptoms remains unclear. So far, scientists were unable to find causality link between symptoms experienced by sensitive persons and the exposures to EMF. However, as presented in this review, the executed to-date scientific studies, examining sensitivity to EMF, are of poor quality to find the link between EMF exposures and sensitivity symptoms of some people. It is logical to consider that the sensitivity to EMF exists but the scientific methodology used to find it is of insufficient quality. It is time to drop out psychology driven provocation studies that ask about feelings-based non-specific symptoms experienced by volunteers under EMF exposure. Such research approach produces only subjective and therefore highly unreliable data that is insufficient to prove, or to disprove, causality link between EHS and EMF. There is a need for a new direction in studying sensitivity to EMF. The basis for it is the notion of a commonly known phenomenon of individual sensitivity, where individuals' responses to EMF depend on the genetic and epigenetic properties of the individual. It is proposed here that new studies, combining provocation approach, where volunteers are exposed to EMF, and high-throughput technologies of transcriptomics and proteomics are used to generate objective data, detecting molecular level biochemical responses of human body to EMF.

Keywords: electromagnetic hyper-sensitivity; ELF-EMF; RF-EMF; survey studies; provocation studies.

Introduction

Phenomenon of sensitivity to electromagnetic radiation, like radiation emitted by e.g. electric wiring, electric appliances, power lines, wireless communication devices and networks, is commonly, and historically, known as electromagnetic (hyper)-sensitivity (EHS) or, with its newer scientific term, idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF) [1]. Persons claiming to be EHS are commonly more concerned with the exposures to radiation emitted by base stations and Wi-Fi devices because the radiation exposure is involuntary, not possible to regulate by the unwillingly exposed person and it is continuous in the environment, lasting 24/7. Exposures of the EHS persons to cell phone handsets are often, mistakenly, of lesser concern to EHS persons because the user can decide how and when the radiation-emitting phone handset is used. The scientifically correct argument that the majority of radiation exposure received by the people comes from the phone handset [2] is often mistakenly overlooked. Scientific research of EHS consists of three types of studies:

- Survey studies, where examined persons are not exposed experimentally to EMF. Surveys examine the prevalence of the self-diagnosed EHS persons in the whole population and attempts to determine whether there is any link between EHS symptoms and the environmental or personal exposures to various sources of EMF.
- Provocation studies, where the self-diagnosed EHS or control volunteers are experimentally exposed to a single particular type of EMF, at well-known and monitored quantity. During or soon after the end of exposure the study subjects are being asked whether they feel any of the EHS symptoms to be induced

Article note: The numbering of references within the text citations includes all references in tables of supplementary materials.

***Corresponding author: Dariusz Leszczynski**, PhD, DSc, Adjunct Professor of Biochemistry, University of Helsinki, Helsinki, Finland, E-mail: blogBRHP@gmail.com

Open Access. © 2021 Dariusz Leszczynski, published by De Gruyter. This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License.

during experimental exposure or sham exposure and whether they are able to recognize when the radiation source is emitting EMF and when it is not.
– Biochemical and physiological studies, are looking for biochemical markers of EHS that are expressed in self-diagnosed EHS persons. The markers, selected for examination, are known to be likely associated with the symptoms in self-diagnosed EHS persons. Currently, in the biochemical studies, the examined self-diagnosed EHS persons are not exposed experimentally to EMF but they provide scientists with detailed information on what kind of EMF sources they believe cause their symptoms and what kind of physiological symptoms. Researchers in such studies attempt to determine whether any particular biochemical marker is expressed more or less prominently in the self-diagnosed EHS persons.

The above listed three types of studies have one overarching problem that is not addressed at all in EHS research. It is that the researchers analyze solely effects of exposures to EMF and do not address simultaneously occurring in real life exposures to other environmental pollutants, e.g. chemicals, particulate matter, radiations other than EMF. These environmental pollutants might act in concert with the EMF exposures what might lead in some cases to additive or even synergistic effects.

This review summarizes results of the to-date performed research on EHS, critically analyzes the obtained data and suggests the future directions for research.

Literature search

The following science databases were searched: PubMed (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed), EMF-Portal (https://www.emf-portal.org/) and ORSAA (https://www.orsaa.org/orsaa-database.html).

The following terms used in searches: electromagnetic (hyper)-sensitivity (EHS), idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF), provocation studies, ELF-EMF, RF-EMF.

Only peer-reviewed original experimental studies published in the English language until March, 2021 were considered.

Survey studies

The first approach, to find the prevalence of EHS, was to perform questionnaire surveys of the population. This approach has some major problems. The first one is that not all persons approached by scientists with questionnaire about health and EMF exposures, respond and return the questionnaire. Thus, even if scientists selected the most representative subset of population the results will be skewed because only the persons most interested in the research topic will respond to scientists' inquiries. Those with less interest or those not affected personally by EMF exposures might not respond, simply because of the lack of interest or lack of time. This, in turn skews results as the final population sample may significantly differ from the originally selected representative group, and EHS persons might be overrepresented in the examined population. Any estimates of EHS prevalence or potential impact of EMF on the prevalence of EHS become less representative of the population.

Another problem of surveys is that this approach was doable in the past. Currently it is more difficult to perform because of the omnipresence of devices emitting man-made ELF-EMF and RF-EMF in the living environment. The omnipresence of the EMF-emitting devices causes the difficulty to find a suitable control populations that could be compared with the exposed populations and with the self-diagnosed EHS sub-populations.

When reviewing survey studies, it is necessary to keep in mind that all survey studies claiming to examine prevalence of EHS in response to a certain type of EMF exposure are misleading because of the ubiquity of ELF and RF exposures in living environment. All persons examined in surveys are exposed to the particular EMF examined in survey but, also, exposed to a multitude of other EMF sources that might, or might not, have synergistic or additive effect on EHS symptoms.

ELF-EMF survey studies on general population and on EHS persons

Table 1 (see supplementary materials) presents ELF-EMF survey studies [3–35] published from 1985 till the present. Studies published in 1980s examined the effects of exposures to visual display terminals (VDT) and complaints of the VDT operators of e.g. headache, vision problems muscular discomfort or skin rashes. Several of the VDT studies found no excess of symptoms in VDT operators group vs. controls [26, 30, 32, 33], but other VDT studies found some correlation between the occupational-time spent in front of VDT and number of health complaints [29, 34]. There were also studies that have found differences in the occurrence of skin symptoms in VDT operators but, according to the study authors, these differences were related not to VDT-emitted radiation but rather to psychological differences between persons [24, 25, 27]. Overall, it remained unclear whether any of the health complaints of the VDT operators were due to the

VDT-emitted radiation or whether the health problems were caused by the long work hours in ergonomically inconvenient positions.

One of the VDT studies has examined a hypothesis that antioxidants (vitamins C and E and selenium) could alleviate symptoms of EHS in persons occupationally exposed to VDT [21]. Study has examined not only subjective self-reported symptoms but also objective, serum levels of uric acid and diphenylpycrylhydrazyl. Serum levels of these two biochemical markers did not show correlation with the self-reported EHS symptoms. The study concluded that the antioxidant therapy had no alleviating impact on the EHS symptoms.

Several studies examined, cancer-unrelated, effects of exposures to residential powerlines [28, 31] as well as occupational exposures of persons working at electrical power plants and transmission stations [3, 7, 8, 23, 28].

The study of 120 households in close proximity to powerlines and 120 control households were examined with questionnaire on symptoms like headache, migraine, depression and number of sick leave days and the distance from the powerline. The authors found that the health problems were more frequent in those living close to powerlines. However, the authors did not have any other objective measure except for the number of sick leave days [31].

Study of 152 women living in close proximity to electric transmission lines examined impact of the proximity to electric transmission line on the general health problems and on the worry associated with the proximity. It appears that the split between worried and not worried persons was 45–55%, respectively. Among the persons living farther from the electric transmission lines the prevalence of health problems was lower than in persons living in close proximity. However, as authors stated, there were several limiting factors that lessen the value of this study, such as recall bias, social desirability or the not examined at all hypochondriasis [28].

Studies of the occupational exposures of persons working in power plants or power transmission facilities used questionnaires asking for the number of the subjective self-reported symptoms like sleep problems, stress, depression, anxiety and general health. Study of 287 workers of electrical power transmission and distribution stations demonstrated no significant correlation between ELF exposures and health [35]. A small study of 40 workers of power substation in Iran has shown that, compared with control workers not exposed to ELF, the exposed workers had more problems with sleep and with general health [12]. The study of 854 workers of power plant in China has shown that occupational exposure to EMF was correlated with poor sleep quality and duration. However, there was no association with the overall duration of the occupational exposure or with the use of mobile phone [7]. Another study of 275 power plant workers has suggested that long-term occupational exposure to ELF MF may lead to depression, anxiety and poor sleep quality [3].

A French study has examined effects of occupational exposure to EMF generated by transformers [23] on the blood and blood cells' properties. The study found that occupational exposure for 8 h daily for 1–5 years to 50 Hz radiation has led to a decline in blood lymphocytes in general and to a specific decline of subsets of lymphocytes CD4, CD3 and CD2 with the concomitant increase in the number of NK cells. It also appeared that physiological changes were reversed when the exposure was terminated and re-appeared after the re-exposure. Unfortunately, the size of this study (13 exposed + 13 controls) is too small to draw any more generalized conclusions.

A number of studies used questionnaires to examine residential and personal exposures to multitude types of EMF (ELF and RF) that are present in nowadays human environment [4, 5, 9–11, 13–17]. Overall, as expected, the self-diagnosed EHS persons had significantly more health and quality of life complaints than the non-EHS persons. There was a tendency that women had more frequently the self-diagnosed EHS and more of the EHS associated non-specific health symptoms. The lack of objective metrics for EHS and relying solely on the subjective self-diagnosis of EHS made it problematic to correlate EHS symptoms with EMF exposures.

Two potentially meaningful, EHS survey studies were performed in Taiwan. Data collection for both of the studies was separated by the 5 years' time period. The first Taiwanese study, published in 2011 [14], has determined the prevalence of EHS in Taiwan to be 13.3%. The study performed 5 years later and published in 2018 [4] has shown a decline in EHS prevalence to 4.6% of the examined population. The study subjects of the research published in 2011 were only men whereas the study subjects of the research published in 2018 were both, men and women. Therefore, because the populations examined in both Taiwanese studies were this much different, the final result of the decline of EHS in Taiwan population from 13.3 to 4.6% is uncertain as it might have been caused by the differences between examined populations.

Overall, EHS surveys had relatively small sample size what diminished their scientific value. The exceptionally large group of examined subjects consisted of 10,605 persons [20]. Only few surveys had several thousands of participants [4, 5, 9, 14, 16, 19, 30], and the majority of studies had only few tens to few hundreds of participants.

The majority of the studied endpoints were non-specific and subjective symptoms, in some studies the list of symptoms was long, listing 43 [13] or even 68 [11] symptoms examined by a questionnaire. However, no matter how long was the list of non-specific symptoms, the problem was that these symptoms were subject to personal feelings and thinking of the study subjects. Thus, results of such EHS survey studies are difficult to judge and compare because the data in every study comes from different population and is subjective, not objective. The data might be subject to the particular set of participants, especially in the small studies, what might affect the conclusions of the study. Reliability of such studies is difficult to assess when the data, provided either directly by the study subjects or collected by the trained interviewing personnel, however, remains subjective and depending on the personal feelings and attitudes of the examined person at the time of examination.

Only two of the studies, listed in Table 1, have collected, besides the list of subjective non-specific symptoms, also physiological samples for biochemical evaluation [21, 23]. This is real problem because the vast majority of research on ELF effects on human physiology is not using objective measures of effects but is based nearly exclusively on subjective self-reported of health problems.

Unfortunately, there are also published studies that had a very small number of subjects what prevented reliable statistical analysis, even when there appeared to be some likelihood of correlation between ELF MF exposures and the non-specific symptoms [6, 8].

RF-EMF survey studies on general population

Table 2 (see supplementary materials) presents survey-type studies [4, 5, 9, 14, 16, 17, 36–50, 51–70, 71–97, 102–117], published from 1996 till the present, examining the possibility of causality link between RF-EMF exposures and the non-specific health symptoms experienced by the members of the general public. These survey studies have examined persons of different age, from 0 to over 80 years, but designations of children, adolescents and adults varied. In this review is used United Nations definition of age: children 0–10 years, adolescents 10–19 years and adults over 19 years.

One of the problems in evaluation of the data obtained in RF-EMF surveys is the long list of examined non-specific symptoms. These symptoms might be caused by a variety of stimuli and not solely the RF-EMF. The list of some over 70 symptoms, examined to a varying extent in the majority of the RF-EMF survey studies (alphabetical order):

> allergy, arrhythmia, back pain, bloated feeling in abdomen, blurred vision, bodily pain, chest pain, compulsive/obsessive behaviour, concentration capacity, concentration difficulties, conduct problems, dementia, depressive symptoms, discomfort during calls, dizziness, dryness of the throat, ear symptoms, emotional disorders, emotional problems, emotional role functioning, fainting, fatigue, flushing, forgetfulness, general health perceptions, headaches, hearing difficulties, heart palpitations, hostility, hyperactivity, hypertension, inattention, interpersonal sensitivity, irritability, lack of energy, loss of appetite, memory problems, mental health, migraine, muscular pain, nausea, neck or shoulder symptoms, neck pain, nervousness, numbness in the heed or face, pain abdomen, palpitations, paranoid ideation, peer relationship problems, phobic anxiety, physical functioning, physical ill-being, prickling in the ear, pro-social behavior, psychosocial well-being, psychoticism, salivary problems, sensitivity towards sounds, shortness of breath, skin symptoms, sleep – insomnia, sleep adequacy, sleep disturbance, sleep latency, social role functioning, sweating, tight feeling in chest, tingling fingers, tinnitus, tiredness, tremor, visual disturbances, vitality, warming of the ear.

All the symptoms lack precise definitions and are prone to individual interpretation by the study subjects. This long list of symptoms, examined in different combinations in different studies, shows how unspecific the survey inquiries were and how very subjective is the data collected in the to-date executed research on the RF-EMF effects on healthy or self-diagnosed EHS persons.

Several cohort studies examined effects of RF-EMF exposures on health. Possibly the largest cohort study that examined risk of nervous disease among Danish mobile phone subscribers, was based on the data from the Danish Cohort [97]. The study found small but significant increase in hospitalizations for migraine and vertigo and concluded that this finding should be further studied. The problem with the Danish Cohort studies on mobile phones is not only the lack of radiation exposure data but the use as a substitute the mobile phone subscription records. The RF-EMF exposure substitute data of Danish Cohort is of lesser quality than in the studies that used minutes of calling as a surrogate of radiation exposure [98, 99]. The COSMOS Cohort, has published to-date two studies based on the parts of the total cohort from Sweden and Finland. The Swedish/Finnish part of the COSMOS Cohort consisted of total 24,169 participants where 21,049 were from Sweden and 3,120 from Finland. The first study has examined headache, hearing problems and tinnitus [37] and the second study has examined sleep and sleep problems [36]. Both studies reported lack of correlation between operator-recorded mobile phone use and end-points examined in the study. However, there might be some concerns about the reliability of the results of these published already COSMOS Cohort studies [36, 37] as well as the future

publications from the COSMOS Cohort. The reason is the fact that of paramount importance for the correct evaluation of data is the correct data on exposure to RF-EMF. Unfortunately, while there is some progress in the quality of the exposure data in COSMOS cohort study, as compared with e.g. Danish cohort study [100] or INRERPHONE case-control study [101], this progress is still insufficient to assure the reliability of the final conclusions because none of the used surrogates of radiation exposure is of satisfactory quality. INTERPHONE study used as surrogate of RF-EMF exposure minutes of calling, provided by the cases and controls from their own memory. This of course caused possible recall bias and especially the persons who developed brain cancer might have been recalling higher phone use than it was in reality. To avoid the recall bias, COSMOS cohort relies on the calling information from the network operators who provide the minutes of phone use by cohort participants. This removes some of the recall bias present in the INTREPHONE study [102]. However, it does not improve much the reliability of data analysis. In both, INTERPHONE and COSMOS, the surrogate of radiation exposure are minutes of calling by the participants. This information is insufficient to estimate the real radiation exposure of person. Mobile phones are designed to emit radiation depending on how far or how close the phone is to the nearest base station. Mobile phone being in close proximity to base station emits less radiation than the mobile phone being far away from base station (Figure 1). This means that two persons using mobile phone for the same length of time will be exposed to different doses of radiation, depending on their proximity to the base station. This means that in both, INTERPHONE and COSMOS studies, persons exposed to different levels of radiation are placed in the same exposure group for the statistical analysis because they used mobile phone for the same number of minutes. This likely leads to an underestimation of the effects (dilution of the effects) of radiation exposure in INTERPHONE and COSMOS studies. A relatively in small size, prospective cohort study on 3,396 adult students from China has examined the effects of using mobile phone, for over 4 h per day, on sleep parameters [39]. Conclusion of the study was that use of mobile phone for over 4 h per day caused sleep disturbance and that lessening the use of the mobile phone ameliorated the sleep problem. Another cohort study, the Dutch AMIGO cohort, was used to analyze whether perceived exposures to mobile phone RF-EMF, noise and air pollution have impact on appearance of non-specific symptoms. The cohort was sizable, 14,829 persons, and has shown that the perceived exposures were associated with higher scores on non-specific symptoms [43]. A South Korean study examined the correlation between the length of mobile phone calls (in minutes, self-reported) and occurrence of non-specific symptoms [48]. Increase/decline in the average length of phone call correlated directly with an increase/decline in headaches in women. The length of the call had no impact on e.g. stress, sleep, cognition or depression. A very similar results were obtained in earlier study from the same research team in South Korea [52]. Headache and related back pain was examined in small group (1,270) of persons that were part of the Dutch AMIGO cohort. It appeared that persons with perceived exposure to mobile phone base station, the perceived risk and health problems scored higher on the analysis of the non-specific symptoms caused by the base stations. It also appeared that female sex, young age and high education led to more concerns over the safety of base stations [41]. The Dutch AMIGO cohort was also used to examine effects of mobile phone base station on variety of non-specific health symptoms. Interestingly, analysis of 222 follow-up participants has determined that an increase in exposure did not correlate with ill health. However, perceived higher exposure was associated with higher symptoms reporting, what suggests that the radiation emitted by the base station was not the cause of the symptoms [47].

Several studies examined distance-dependency, from the nearest mobile phone base station, on the non-specific health symptoms [55, 58, 63]. These studies have examined only a very small number of persons living in close proximity to mobile phone base stations. The obtained results suggested that the distance from the base station might correlate with the frequency of the non-specific health symptoms. However, there were significant differences in the distance from base station to the dwelling that appeared to correlate with lesser impact on health symptoms: over 50 m [63], over 300 m [58], over 1 km [55].

An interesting, but small, study of the impact of mobile phone use and exposure to mobile phone base stations was published from Poland [40]. The obtained data suggested that exposures to base stations contributed to the occurrence of depression and that the conversations, using mobile phone, decreased the feeling of depression. This curious finding may suggest that the problem of depression and amelioration of it by talking on mobile phone is likely not caused by the radiation exposure.

Numbers of adult participants, in many survey studies examining effects of mobile phones and mobile phone base stations on induction of non-specific symptoms in healthy persons, were relatively small (below 1,000 persons) or very small (below 500 persons). These small group sizes, in combination with the broad array of non-specific symptoms, and the complete lack of real radiation exposure data

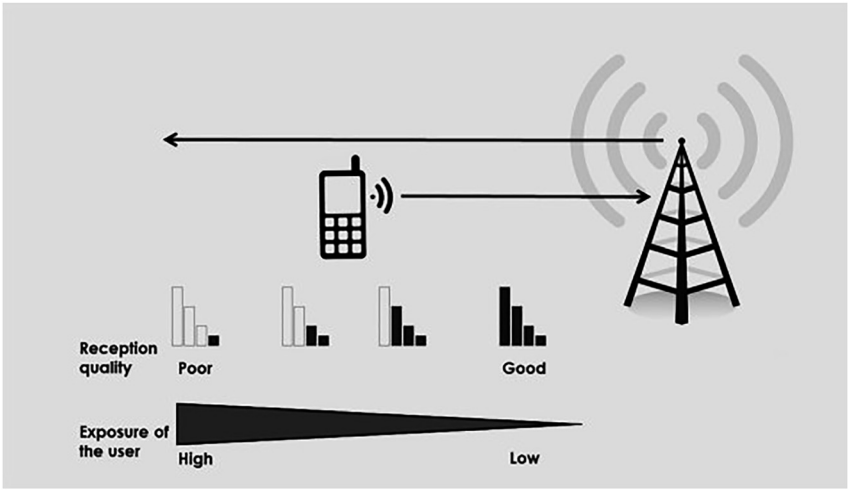


Figure 1: Correlation between the distance of the mobile phone user from the base station and the quality of reception and the level of radiation emitted by the mobile phone. The farther user is from the base station, the more radiation is emitted by mobile phone and exposure of the user to RF-EMF increases. Users in close proximity to base station are less exposed than the users located far from the base station.

makes it very difficult to draw reliable conclusions for the broader population [17, 40, 42, 44, 48, 52, 56, 58, 62–64, 66–68, 73, 75, 78, 79, 84, 85, 89, 95, 96, 102–113, 116].

The insufficient number of the participants in the survey studies becomes apparent in the meta-analysis study where results of 17 research studies were pooled together [74]. Combining survey participants from the 17 various studies led to analysis of total 1,174 cases, what means an average of only 69 cases per study [118–134]. Such a small size of the studies practically precludes drawing reliable population-related conclusions of effects or lack of these. It is also uncertain whether combining statistically non-significant data from 17 studies into one meta-analysis, will achieve statistically more reliable outcome.

An interesting study was performed in India but, unfortunately because of the very small sample size (178 adult persons) it is difficult to assess the significance of the results [50]. What is different from other studies is that usually persons that are selected for the studies are of good health. However, the study in India has selected persons with epilepsy and examined whether use of mobile phone will have effect on the frequency of seizures. Results indicated that over the one year of follow-up there was no significant impact of mobile phone use on the frequency of seizures. However, the usage of mobile phone by the persons with epilepsy was very low and this, not radiation exposures per se, might have contributed to the final result of no effect on seizure frequency. However, it is advisable that studies would use not only healthy volunteers but also persons with significant health problems. Such studies would provide evidence on whether the current safety limits protect users with health problems.

Children and adolescents were examined in several survey studies examining the effects of mobile phone and base stations emitted radiation [38, 46, 49, 53–55, 59–61, 65, 70–72, 77, 81, 83, 88, 94]. In general, these studies concluded that the various problems with sleep, behavior and learning correlate well with the years of use of mobile phone and with the daily length of mobile phone use but not necessarily with the exposure to RF-EMF radiation emitted by these devices.

There are also studies with unfulfilled expectations, possibly due to design or execution problems. Large study of 18,935 children, examined potential loss of hearing in small children, age up to 7 years, had inconclusive outcome due to, as stated by the authors, a variety of biases that were not accounted for [70]. A South Korean study that examined correlation between the attention deficit-hyperactivity disorder (ADHD), mobile phone use and lead exposure was also inconclusive as it was not possible to determine whether the ADHD occurred due to mobile phone use or due to the concurrently happening lead exposure [71]. Another inconclusive study in children came from Denmark, examined was correlation between mobile phone use and headache/migraine. Unfortunately, list of unexamined confounders, like watching TV, playing video games and use of computers, prevented scientists from making any reliable conclusions [72]. A series of studies from Germany, has specifically pointed out that the RF-EMF exposures in their studies were below the ICNIRP guidelines and that the observed symptoms, like fatigue, rather occurred by chance and were not caused by the radiation exposures [81, 83, 88]. Study from Sweden [95] has found out that girls use much more DECT phones than boys and that the most frequent symptoms

correlated with mobile phone use are asthmatic symptoms, difficulties in concentration and headaches. However, the results are of little use as this study was solely explorative in nature and, as stated by the authors, unaccounted for many bias and confounding. An important opinion was expressed in an Iranian study in children. The results indicated a correlation between mobile phone use and several non-specific symptoms like: headache, myalgia, palpitation, fatigue, tinnitus, concentration problems, attention problems and nervousness. However the authors wrote: "*Imprecise definitions of the symptoms might have affected responses*" [77]. This lack of precise definitions for a number of non-specific symptoms is a larger problem because not only study subjects but also scientists might have collected data that is very subjective and prone to varying misinterpretations when there is lack of precise and commonly accepted definitions of what given symptom means and how it should be recognized. Of course, on top of the lack of precise definitions come problems with the measurments of the strength of the symptom. E.g. pain, that is a common part of the non-specific symptoms, has no method to measure it strength objectively. Every person is likely to have subjective and differing threshold for what they consider a strong or a weak pain.

RF-EMF survey studies of EHS persons

Table 3 (see supplementary materials) briefly presents survey studies [10, 11, 13, 15, 74, 135–146] examining causality link between RF-EMF exposures and non-specific symptoms in EHS persons. These studies attempted to find out what sources of RF-EMF (mobile phone, mobile phone base station, Wi-Fi), in what order of causality-importance and what type of symptoms, induce in persons claiming to be EHS. One of the problems with relating the symptoms with particular exposures is the fact that all study-participants lived in environments full of exposures to variety of man-made EMF sources. Singling out a particular radiation source, without detailed measurement of radiation from this and other sources, prevents making reliable conclusions on how the particular source of RF-EMF affects given EHS person. Another problem of exposures is that even when the radiation from a particular source is measured, still it is unknown how other concurrent EMF exposures affect, or not, the symptoms experienced by the study subjects, especially in subjects that are very EMF sensitive by own admission.

It has been known, and recently it has been confirmed by a research study [2] that the majority of RF-EMF exposure comes from the own mobile phone. Exposures from the mobile phone base stations and Wi-Fi are, in comparison, very small. Therefore, any studies on the effects of mobile phone base stations performed on study-subjects are likely to be biased or misinterpreted because of the concurrent exposures to mobile phones. While the scientists try to estimate levels of mobile phone base station's radiation output, they collect data where mobile phone radiation has, to various degree in different persons, affected the occurrence of non-specific symptoms.

One of the problems experienced by EHS persons is not only lack of tools to diagnose EHS but also lack of understanding, from health professionals, of what EHS is. A Dutch study attempted to examine how many EHS persons end up looking for advice from health professionals [51]. Study has shown that the majority of health professionals complain of being inadequately informed about EHS and, in general, on health effects of EMF. This might be one of the reasons why only a third of the occupational health professionals has ever been contacted by EHS sufferers.

Recently, has been published a new methodological approach to study responses of self-diagnosed EHS persons to RF-EMF exposures in regular daily life [137, 138]. EHS volunteers were equipped with exposimeter and electronic diaries. Exposimeters recorded, continuously, exposures to a broad spectrum of EMF in city environment and the occurrence of symptoms was recorded by EHS persons in electronic diary at the time of occurrence. This permitted to look for any time-correlation between exposure and symptoms. In the first very small study with 7 participants were found some correlations between perceived and occurred exposure and some correlations in respect of strength of the symptoms [138]. In the second study with 57 participants there was no correlation, on the group level, between exposures and symptoms. Only in one particular participant the correlation between exposure and symptoms was found [137]. This pilot approach might be the best way to proceed with evaluating correlation between symptoms and exposures. However, currently, the use of this method is limited by the size of the exposimeter (backpack-size) and by the cost of it. It would be very helpful if the rapid progress in miniaturization of the equipment could lead to speeding up of future studies where symptoms and exposures would be recorded concurrently and each EHS persons would be evaluated individually for his/her responses to specific exposures.

An interesting observation was made on differences between the self-diagnosed EHS persons recruited to experiments from the general population via Internet and recruited via Non-Governmental Organization [10]. It appeared that the persons recruited by the NGO had much stronger EHS symptoms than persons recruited as sensitive through the Internet call. This difference might cause bias affecting results in studies where researchers used different ways to recruit EHS volunteers.

Study executed in Finland, with a long list of 68 examined symptoms, and population sample of 194 EHS volunteers, has found that before the onset of EHS the most common health complaint were allergies [11]. However, after the onset of EHS the dominant health problems were nervous system related. The most of complaints were recorded for mobile phones and VDT. Avoidance of these devices provided the best help in alleviation of EHS symptoms. The other ways to alleviate symptoms were dietary change, nutritional supplements and exercise. Psychotherapy and medications were not helpful in alleviation of health symptoms. The possible bias towards the stronger health complaints was potentially caused by the sex composition of the participants, 37 men and 157 women, since women are known to more readily admit health problems than men.

Another study of self-diagnosed EHS persons came to the conclusion that in order to perform good quality study it is necessary to have a versatile interdisciplinary team of researchers [146]. Scientists measured the exposures of volunteers in their homes and found that while the radiation levels were within the current safety standards, in some participants (8 of 25) some of the reported health symptoms correlated with EMF exposure. In order to perform EHS studies correctly, team of psychology and psychiatry experts supplemented with experts in dosimetry was required. Such composition of research teams is, unfortunately, not the case in the majority of the published EHS research.

Another problem, besides the often lack of interdisciplinary approach, is the small number of EHS persons examined in surveys. Studies listed in Table 3 had at most less than 100 self-diagnosed EHS volunteers what caused problems in achieving statistical significance admitted by many authors. The proposed recently approach of examining individual cases seems to be the best way to resolve the problem of the low number of volunteers willing to participate in research studies.

Provocation studies of EHS persons

Research using provocation studies is dominated by the psychology-related approach and psychology methods. In such studies volunteers, either healthy controls or persons with self-diagnosed EHS, are exposed in a controlled setting to a particular type of EMF and asked what kind of symptoms of EHS they felt during and shortly after the exposure and whether they can recognize when the EMF exposure is on and when it is off.

The majority of to-date research on EHS that forms the basis for the WHO and ICNIRP opinions on sensitivity to EMF, are the provocation studies. Reliability of these studies, similarly to survey studies, is hampered by the subjectivity of the data. Both, the surveys and the provocations, rely on what the study subjects/volunteers said to feel when exposed to EMF or to sham exposures. Preformed personal opinions on EHS and subjective feelings of study subjects about the EHS and about the research team performing the study might have a direct influence on the subjective responses given to the scientists. This is a serious subjective-data-reliability problem that is not sufficiently addressed when determining the existence and the prevalence of EHS.

For tens of years people were complaining about health symptoms they experience in response to EMF. First there were powerlines and electric wiring at home and at work, then came computer screens (VDU) and most recently came mobile phones, mobile phone base stations and Wi-Fi. As shown elegantly by Dieudonne [140], the symptoms of EHS appear before the subjects start questioning effects of EMF on their health. Dieudonne has listed 7 stages how persons, experiencing non-specific symptoms which source clinicians are unable to determine and are unable to treat, are arriving at self-diagnosis of EHS: (1) onset of symptoms; (2) failure to find a solution; (3) discovery of EHS; (4) gathering of information about EHS; (5) implicit appearance of conviction; (6) self-experimentation; (7) conscious acceptance of conviction that the experienced symptoms are EHS caused by EMF exposures [140].

ELF-EMF provocation studies

Table 4 (see supplementary materials) presents ELF-EMF provocation studies [147–171]. The problem of this evidence are too small, for reliable statistics, groups of self-diagnosed EHS persons or healthy volunteers used as stand-alone experimental group or as controls for the EHS volunteers. The size of studies ranges from a single case study to studies of groups of slightly over 100 persons. Data obtained in studies with such small numbers of cases are insufficient for reliable statistical analysis. In some cases scientists themselves admitted that the low numbers affected sensitivity of the experiments [159].

As seen in Table 4, exposure conditions in all studies are very different in respect of devices providing exposure, the quality and quantity of exposure and the time-frame of exposure (length, continuous or on/off) as well as time-

frame of post-exposure inquiries about symptoms and perceiving of the exposure. This large variability of experimental conditions makes direct comparisons between the studies as well as meta-analyses very difficult if not impossible statistically.

Examined endpoints were mostly subjective feelings and health symptoms self-described by the volunteers. Only very few studies included in their evaluations also objective measures of the effects as, e.g. EKG or EEG, histopathology or biochemical markers. Both, objective and subjective endpoints appeared to have mostly no correlation with ELF exposures. Also, one result appears to be common for all studies. The subjects, no matter whether self-diagnosed EHS or healthy controls, were not able to recognize when the exposure was on and when it was off.

However, even though the ELF provocation studies showed largely no correlation between the examined battery of symptoms and ELF exposures, it might be that the studies were in some ways insufficiently sensitive and accurate to detect effects of ELF exposure. It is possible that when examining group of cases the statistical analysis shows overall no effect but some of the individual cases might in fact respond to ELF. Some of the case-studies have shown a possibility that some persons might respond to ELF exposure.

A single case study executed in USA by the team of Andrew A. Marino [155] observed effect of 60 Hz electric field on self-diagnosed female physician. In a double-blind study, subject experienced temporal pain, headache, muscles' twitching and skipped heartbeats. The symptoms were caused not by continuous exposure but by the field transitions (off–on, on–off). However, like in other provocation studies, the subject was not able to feel the ELF field consciously but only through the experienced symptoms.

However, not always the single cases, claiming to be affected by ELF exposures, are indeed affected in blinded experiment. In a single-case study in Sweden, a plumber complaining of severe EHS was examined in blinded provocation studies [169]. The whole-body exposures to electromagnetic coil using random mix of sham, 34 μT or 100 μT did not cause any EHS symptoms or were not recognized when field was on or off. Interestingly and importantly, after the plumber was informed about the outcome of the experiment, he was able to return to his work. The author suggested that this kind of examinations might help some EHS persons to understand that sometimes EMF exposures might not be the cause of their particular health problem.

In a case study, performed on two persons complaining of skin-related effects from occupational exposures to video terminal unit (VDU), scientists examined the presence of the mast cells in skin biopsies [170]. It was possible to correlate the disappearance of the somatostatin positive mast cells with the end of exposure to VDU. The authors concluded that it is likely that the decline in the number of mast cells in skin biopsies is due to the disappearance of the somatostatin positive mast cells. This might explain the lessening of the clinical skin symptoms such as itch, pain, edema and erythema upon termination of exposure to VDU. It appears that in these particular two EHS cases it was possible to correlate the VDU exposure with the objective data from the histological and physiological examination of the skin.

However, a double blind provocation VDU study on 12 EHS persons and 12 matching controls has shown lack of effect on mast cells and inflammatory mediators [163]. Blood samples were analyzed for number of stress biomarkers like melatonin, prolactin, adrenocorticotrophic hormone, neuropeptide Y, and growth hormone, and the expression of different peptides, cellular markers, and cytokines (somatostatin, CD1, factor XIIIa, and tumor necrosis factor-alpha). Skin biopsies were also analyzed for the occurrence of mast cells. The outcome of the study was negative. Study subjects were not able to recognize when the exposure was on and when it was off. Also, there was no significant differences in examined biomarkers of stress. Similar lack of effect of ELF exposure on blood stress markers was observed in double blind provocation study on 17 EHS persons [168]. Blood analysis for the presence of prolactin, cortisol, dehydro-epiandrosterone, and cholesterol levels has shown lack of any effect from the ELF exposure.

The opposing results obtained by the studies that examined the same marker of the stress – presence of mast cells in skin biopsies following exposure to VDU – suggest that the single case evaluations might be a better way to find sensitive persons. Analyses of larger groups of EHS persons might mask the presence of a single sensitive person within the group [163, 168, 170].

Some of the old and some of the newer studies that examined biochemical markers of stress have come to no-effect conclusions. A study of effects of VDT on stress markers in group of 36 women and one man (students) has observed lack of the effect of exposure on the levels of biochemical markers, 8-hydroxy-2-deoxyguanosine and chromogranin A. The study concluded that while the work with VDT leads to mental fatigue, it is not a health effect per se [158]. The study on men working on powerlines lines has examined series of blood hormones, thyroid stimulating hormone, luteinizing hormone, follicle stimulating hormone, prolactin, cortisol, neopterin, testosterone, and found no effect of exposure [171].

One of the ELF provocation studies has examined impact of nocebo on the appearance and experiencing of EHS. Experiments performed on 40 university students have indicated that the psycho-social factors may play a dominant role in becoming an EHS person, through an enhanced risk perception and expectations, self-monitoring, somatization and somatosensory amplification [156].

Taken together, the majority of the ELF-EMF provocation studies have not found correlation between effects of exposures and the examined subjective endpoints. Examination of the objective endpoints, like various biomarkers of stress in blood samples, provided mixed evidence of the effects. It might be reasonable to continue research looking for single cases that clearly respond with subjective and objective endpoints. Analyses of groups of EHS, no matter how well set up, might miss the single cases in the "crowd" of non-responders.

RF-EMF provocation studies

Table 5 (see supplementary materials) presents a number of provocation studies where volunteers were exposed to RF-EMF at the levels of mobile phone or mobile phone base station, Wi-Fi or TETRA radio [122, 124–129, 131, 132, 134, 150, 170, 172–190, 191–210, 211–231]. Additionally, in recent years, a number of studies have examined whether nocebo effect might be responsible for the onset of EHS symptoms.

Provocation studies examined causality link between RF-EMF exposure and symptoms of EHS by exposing volunteers to RF-EMF in controlled conditions. Radiation exposures lasted from few seconds or minutes to few hours and were, with a few exceptions, of the power level that was in compliance with the international safety guidelines. Study subjects were asked of their feelings and symptoms and whether they are able to determine when the radiation is on and when it is off. The majority of such provocation studies have not found causality link between symptoms of EHS and exposures to RF-EMF. Also, commonly, the study subjects were unable to correctly recognize when the radiation exposure is on and when it is off.

The majority of the provocation studies were performed in research laboratory. However, some of the studies attempted to improve radiation exposure conditions by performing experiments in subjects' home setting. Only a few studies have measured biochemical endpoints to provide objective experimental data.

Studies performed at home of the volunteers attempted to mimic as closely as possible real everyday exposures of the volunteers. Leitgeb and co-workers [209] performed study on 43 subjects, who were deeply convinced that RF-EMF exposures cause their sleep problems. Experiments were performed at homes of the study subjects under a real environmental conditions. The study did not found any EMF-dependent sleep disturbances and volunteer-specific analysis of data did not show any significant effects of exposure. Similar approach of exposing volunteers at home was used in recent Australian study, co-authored by an international team of EHS experts [179]. The study was performed using only three subjects because of the recruitment problems. Severity of symptoms experienced by the study subjects was assessed with a visual analog scale. Additionally, study subjects were asked about the RF-EMF field perception. Obtained data did not show significant difference between exposure and sham conditions. Volunteers were also unable to correctly recognize when the exposure was on and when it was off. Furthermore, the belief that exposure was on has correlated with the severity of symptom scoring on analog scale.

The same Australian team attempted to elucidate the mechanism regulating alpha EEG activity in persons exposed to RF-EMF [176]. Besides the measurement of EEG, researchers measured skin temperature in 8 different sites. Exposures were performed at SAR of 1 and 2 W/kg. In both exposure conditions there was a small increase in temperature of the finger's skin. This made the researchers to propose that the RF-EMF exposure-induced change in EEG is a thermal effect. It also was suggested that this small thermal effect is ameliorated by the radiation safety guidelines that should protect against thermal effects of exposures. Unfortunately, this explanation might be premature. First of all, SAR levels that were used in experiments might cause small temperature increases of 0.1–0.3 °C. Thus, the small increase in temperature of the finger's skin is not surprising. Safety guidelines protect from the thermal effects but it relates to much stronger increases of temperature by more than 1 °C. Australian team observed the increase of the temperature in the range of 0.1 °C, what means that this kind of small increase is not being alleviated by the current international safety guidelines.

On the other hand, the lack of effect of RF-EMF exposure on EEG was observed in study of healthy volunteers treated by a variety of exposure protocols at 1,800 MHz [221]. The authors did not observe any effects on EEG and subjects did not report any remarkable sensations during the exposure. It was also concluded that there was no evidence for athermic (non-thermal) effects of the exposure.

Another study has examined changes in the skin temperature in response to EMF exposure to TETRA field [188]. In this blinded study, using healthy volunteers, exposures at SAR of 1.5 W/kg had no effect on skin

temperature. Exposures at high SAR of 6 W/kg have increased skin temperature by 0.8 °C, but this increase of the skin temperature was not recognized, felt, by the study subjects.

Only few studies had examined objective endpoints, of the response to RF-EMF, by measuring biochemical markers. Hillert and co-workers [125] have performed biochemical blood analysis and determined the values of erythrocyte sedimentation rate, white blood cell count, electrolytes, glucose, liver function enzymes, thyroid stimulating hormone, creatinine, cortisol, prolactin, and hemoglobin. There was no significant difference between exposed and non-exposed groups in examined biochemical markers. It was also observed that the belief that RF-EMF exposure was active led study subjects to experience skin symptoms. In another study [213], has been found difference, between the unexposed cases and controls, in the presence of such biochemical markers as substance P, TNF R1 and brain derived neurotrophic factor BDNF. However, exposure to RF-EMF had no effect on the examined biomarkers.

A case-study from Australia [228] has demonstrated that, if determined correctly, analysis of a single person-case might provide reliable evidence to support the existence of EHS. In this single case study, has been examined a 34 years old female journalist complaining of dysaesthesiae, an abnormal unpleasant sensation felt when touched skin, caused by damage to peripheral nerves. During experiment, the subject spoke on the phone wrapped in a thin layer of polystyrene, to avoid heating effects. The symptoms of dysaesthesiae appeared after ca. 7 min of the mobile phone use. The authors concluded that there might be neurological basis for some cases of the dysaesthesiae, and that dysaesthesiae in some of the cases might be associated with the use of mobile phone. The cause of the dysaesthesiae appeared to be non-thermal. The study by Hocking and Westerman [228] suggests that evaluation of groups of healthy or EHS volunteers might hide effects experienced by single cases within the group. Finding and examining such single cases, consistently responding to EMF exposures, might help in search for the proof of EHS existence and for the causality link between EHS and EMF exposures.

As the provocation studies were unable to find causality link between symptoms of EHS and exposures to EMF, scientists begun to look for other, radiation unrelated, explanations for the symptoms experienced by self-diagnosed EHS persons. A number of studies have examined possibility of a link between a nocebo and EHS symptoms [172, 174, 175, 178, 181, 192]. In such studies, healthy volunteers were shown either movies presenting dangers of EMF exposures or neutral films. Afterwards, when exposed to sham EMF, persons that saw film on dangers of EMF exposures have experienced more frequently non-specific symptoms, like these experienced by the self-diagnosed EHS persons. This outcome has been used as an argument that there is no link between EMF exposures and EHS symptoms but that the alarmist presentations in the news media may cause some people to develop non-specific symptoms of EHS.

Biochemical and physiological approach studies of EHS persons

With very few exceptions, the majority of research on EHS has examined a diverse variety of subjective endpoints, based on the feelings experienced by study subjects during or after exposure. Experimental data collected in such studies is likely biased because of the strong individual-dependent subjectivity of responses provided by each study subject. Relying solely on such subjective database of effects might lead to bias in evaluation of the results of the studies and cause dismissal of the EHS because the feelings-based data is too diverse and has too much of internal variability to provide statistically significant results.

In order to acquire objective data from the examination of the EHS subjects it is necessary to complement the feelings-based non-specific and subjective data with the objective data from examining biochemical changes in response to EMF exposures.

As shown in Tables 1–5, only a very few studies of EHS have examined biochemical markers [21, 23, 125, 163, 168, 170, 204, 213]. This data lacks systematic approach and, because of its scarcity, is still insufficient to provide scientifically reliable data on the biochemistry and physiology of EHS.

A study from Sweden has examined whether RF-EMF affects human blood-brain barrier and blood-cerebrospinal fluid barrier. As markers of leakage were measured blood levels of transthyretin and S100B protein [232]. The obtained results were not statistically significant with the exception of the transthyretin sample analyzed 1 h after end of exposure. Overall, scientists were unable to explain whether the observation had any clinical or diagnostic significance.

Levels of salivary and urinary markers in 30 EHS and 25 controls were analyzed by Andrianome and co-workers [233]. Quantified were cortisol in saliva and urine, alpha-amylase (sAA), immunoglobulin A and C Reactive Protein levels in saliva and neopterin in urine (uNeopterin). Only

saliva alpha-amylase was found to be significantly higher ($p<0.005$) in the EHS group, what suggests that the sympathetic adrenal medullar system might be activated. Balakrishnan and co-workers [234] examined blood samples of heavy users of mobile phones and determined that the serum levels of C-reactive protein and Hsp70 as well as the gene expression of hsp70 were significantly increased as compared with controls. Dahmen and co-workers analyzed blood samples of EHS patients and found significantly lower TSH and higher alanine transaminase – and aspartate aminotransferase. Some EHS had also elevated levels of C-reactive protein. Authors concluded that EHS might not be a single disorder but rather a complex mixture of different etiology [235]. Markova and co-workers have examined effects of mobile phone radiation, *in vitro*, on lymphocytes from EHS persons. RF-EMF appeared to affect chromatin conformation and 53BP1/gamma-H2AX foci in way similar to thermal shock. However, there was no difference in responses of leukocytes from control and EHS patients [236]. The clinical and/or diagnostic significance of these biochemical observations remains still unknown.

The largest effort to determine biochemical changes in EHS persons was performed by the team of Belpomme and co-workers [237–239]. However, the French team did not examine effects of EMF exposures per se because the study subjects were not exposed experimentally to EMF. Assumption that EMF, was the cause of the non-specific EHS symptoms, was based entirely on the self-diagnosis stories of the EHS persons, provided to the research team. The French team, using biochemistry/physiology approach, has claimed that not only EHS is proven to be caused by EMF exposures but they claimed to identify biochemical markers of EHS, that could be used in clinical diagnosis of the EHS.

The first experimental study by the French team was published in 2015 [237]. The authors indicated that the collection of physiological samples and interviews with the self-diagnosed EHS persons begun in 2009. The cohort consisted of 1,216 persons of whom, for not explained reasons, only 727 were analyzed in this study. Remaining, the unanalyzed persons, were excluded by some not precisely described criteria, including unspecified pathologies discovered after their enrollment in the study. According to the authors, the cohort consisted of persons from different European countries (not specified in detail) as well as from the USA, Canada, Australia, Russia, China, Middle East and Africa. Selection of EHS persons for the study was claimed to be done in face-to-face interview, using a validated pre-established questionnaire. However, the questionnaire as well as its validation method were not presented in the article. French team has used several criteria to exclude/include cases for the research shown in Table 6, with some critical comments. Considering large geographical dispersion of the cohort, the authors did not explain how the biological samples were collected, stored and analyzed while preventing the potential degradation of the sensitive biological material. There is also lack of explanation whether the cohort members themselves approached scientists or whether they were, in a balanced way, pre-selected by the research team using some, unspecified in the article, criteria. The way of collecting the cohort is of importance. The authors claim that the females are more susceptible to develop EHS. As proof of this claim they stated that for this reason the cohort has more females than males (495 women vs. 232 men). The claim of the higher susceptibility of women, in this particular study, might be questionable because the higher number of participating women might be just a selection bias. It might be caused by the higher number of self-enrolling women to the cohort.

The working hypothesis of the French team was that environmental factors, such as EMFs and/or chemicals, induce neuro-inflammation and oxidative stress in the brain, leading to disruption of the blood-brain barrier (BBB). While there are experimental studies in animals [240–242] and *in vitro* [243] suggesting that BBB might be affected by the EMF exposures, none of the studies has shown it to occur in humans. In agreement with the working hypothesis the health status of the participants was analyzed with battery of physiological tests for which there is lack of information to assure reliable quality of sample collection and analysis, especially in the context of the geographical spread of the cohort. Biochemical tests analyzed the following endpoints, thought to fit well the working hypothesis presented above: high-sensitivity C reactive protein (hs-CRP), Vitamin D2-D3, histamine, IgE, protein S100B, nitrotyrosine (NTT), heat shock protein 70 (HSP70), heat shock protein 27 (HSP27), Aati-O-myelin autoantibodies, hydroxy-melatonin sulfate (6-Ω), and 6-Ω/creatinine. In addition to the biochemical tests, the authors analyzed blood flow in the temporal lobes and determined the pulsometric index (PI) using a non-invasive method of ultrasonic tomosphygmography.

The changes in expression of the examined biochemical markers did not occur in the majority of the patients but only in a relatively small proportion of persons with self-diagnosed EHS, multiple chemical sensitivity (MCS), or persons with both ailments (EHS + MCS). The proportion of examined persons with the increased expression of the biochemical marker has been used by the authors to claim that the statistical significance of the change in examined

Table 6: Criteria used by French team [237] and comments [author of this review] concerning the validity and applicability of the criteria for the selection of EHS persons for the study.

French team's criteria	Comment
Absence of known pathology accounting for the observed clinical symptoms	Potential cause of selection bias. Some diseases and ailments might predispose patients to be more, or less, sensitive to EMF exposures
Reproducibility of symptom occurrence under the influence of EMFs and/or multiple chemicals whatever their incriminated source	Claim of reproducibility of the symptoms, whenever the exposure happens, is based solely on the opinion of the volunteer. Subjective claim, not confirmed by the scientists
Regression or disappearance of symptoms in the case of EMF and/or multiple chemical avoidance	Claim of regression and of disappearance of symptoms is based solely on the opinion of the volunteer. Subjective claim, not confirmed by the scientists
Chronic evolution	Claim of the chronic evolution of symptoms in the presence of exposure is based solely on the opinion of volunteer. Subjective claim, not confirmed by the scientists
Symptoms such as headache, superficial and/or deep sensibility abnormalities, skin lesions, sympathetic nerve dysfunction, reduced cognitive ability including loss of immediate memory and attention and/or concentration deficiencies, insomnia, chronic fatigue and depressive tendency, all main clinical symptoms reported as non-specific symptoms in the scientific literature, but which when grouped together may evoke clinically the diagnosis of EHS (data not shown)	Variety of symptoms listed but without any data support. The scientists specifically mentioned that "data not shown"
No serious pre-existing pathology such as atherosclerosis, diabetes, cancer; and/or neurodegenerative or psychiatric diseases which have been associated with EHS and/or MCS in the past or at the inclusion time but would render difficult the interpretation of clinical symptoms and biomarker data (see Section "EHS/MCS as a possible sentinel pathological disorder")	Potential selection bias. Some pathologies might predispose person for EHS. Such volunteers should be used in studies but analyzed separately from other EHS volunteers
For each patient written informed consent. Study of this large cohort of patients was not a case-control study neither a randomized study so there was no specific control group	Lack of controls leads to lack of baseline of the effects observed in EHS persons and makes the size of the observed effects unverifiable

markers is a possible clinical detection of EHS. For example, the authors presented claim that histamine is the key molecular marker of EHS. However, only 40% of self-diagnosed EHS persons had an increase of histamine level. None of the remaining stress factors was highly prevalent in EHS persons: hs-CRP increased in 15% of EHS, vitamin D2–D3 declined in 23.2% of EHS, histamine increased in 40% of EHS, IgE increased in 22% of EHS, protein S100B increased in 15.5% of EHS, nitrotyrosin (NTT) increased in 29% of EHS, Hsp27, Hsp70 detected in 7–19% of EHS, antibody to O-myelin detected in 17–29% of EHS, melatonin to creatinine ratio declined in EHS but the variation was too large to provide a specific number for the ratio, pulsatility declined in 50.5% of EHS, but data for the pulsatility were not shown by the authors in the published study. Furthermore, the authors did not specify whether there was any overlap in the changes of the expression of different markers and whether there was any EHS person that expressed majority or even all of the examined biochemical markers. Most importantly, there was not presented evidence that any of the markers was induced by EMF exposure or affected by EMF exposure

The French team concluded that EHS and MCS were both associated with the same abnormalities, based on the analyses of biochemical factors. Furthermore, the French team suggested that both pathologies, EHS and MCS, share a common pathophysiological mechanism. It might be so, but it remains unproven based on the provided evidence. It also might be that the groups of self-diagnosed EHS patients and self-diagnosed MCS patients are cross-contaminated because of the possible incorrect self-diagnoses. Thus the claim of common pathophysiological mechanism is uncertain, at the best, and it requires a better supportive evidence.

The French team has proposed pathophysiological model for the development of EHS (Table 7; with critical comments). However, without the evidence linking EMF exposures with the occurrence of non-specific symptoms and biochemical markers, claimed to be manifestations of EHS, this proposed model of mechanism remains unproven.

Table 7: The proposed pathophysiological model for the development of EHS [237] with comments [author of the review].

Steps of the proposed mechanism of EHS	Comment
Under the influence of EMF, a cerebral hypoperfusion/hypoxia-related neuro-inflammation may occur	The authors did not demonstrate that EMF exposures lead to cerebral hypoperfusion or neuro-inflammation. This link is claimed only because of the self-diagnosis of EHS persons. If self-diagnosis is incorrect the whole mechanism collapses
Due to the release of histamine and other mediators the blood-brain barrier stability is disrupted and an increase in permeability may result from the oxidative and/or nitrosative stress	The authors did not examine impact on BBB. Only 40% of the self-diagnosed EHS had an increased blood level of histamine. The other 60% did not have increased histamine levels. Possibility that they might have local release of histamine is only speculation, not supported by the data
Circulating inflammatory cells could pass through BBB and enter the brain to initiate a vicious circle which may considerably amplify the neuro-inflammation process	No evidence presented
Because of oxidative and nitrosative stress and subsequent decreased melatonin bioavailability and autoimmune response, physiological defense mechanisms are weakened making EHS and/or MCS patients to be potentially at risk of developing chronic neurodegenerative diseases and cancer	No evidence presented

The second experimental study from the French team was published in 2018 [238]. In this study has been presented evidence to support the establishment of the diagnostic criteria for distinguishing the EHS persons from the non-EHS persons. The French team has examined the list of 23 symptoms that might distinguish an EHS from a non-EHS person. The data was presented solely as a percentage of persons having the examined EHS symptoms. For the majority of symptoms in non-EHS persons (14 out of 23) the percentage equaled 0%. For each symptom, the authors claimed the p-value was calculated. Unfortunately, from the presented data it was not possible to determine the reliability of the presented p-values, because the occurrence of symptoms was presented only as a single percentage number. For example, for the symptom of headache, the value for EHS persons was 88% but for non-EHS controls it was 0%, as if non-EHS persons would not suffer of headache at all. But, puzzlingly, the p-value presented for the headache is shown as highly statistically significant of $p<0.0001$, which claim is not verifiable due to the lack of data. The same goes for the claim that the pulsatility index of brain's front lobes declines in EHS persons. French team did not present any evidence linking changes of pulsatility with past EMF exposures. The claim that anyone having a decline in pulsatility index suffers of EHS has not been proven.

In the diagnosis of EHS, French team has relied solely on the self-statements of the self-diagnosed EHS persons [238]. Interestingly, the patients claimed to get symptoms of EHS during exposures to EMF and the symptoms subsided when avoiding exposures. Acceptance of this claim as such, without any objective evidence, would mean that the French team has found several hundreds of persons that are able to feel EMF exposures. However, French team did not present any experimental evidence that would validate this claim. Furthermore, this claim is in clear contradiction with the results of the majority of the psychologic provocation studies where EHS persons were unable to recognize active EMF exposure.

The third experimental study from the French team was published in 2018 [239]. In this study, as the inclusion criteria for study subjects were the self-diagnosed EHS combined with the pulsatility index and with the four markers of the oxidative stress: plasma histamine, serum protein S100B, serum Hsp70 and serum Hsp27. The study subjects were not exposed to EMF but the causality link of EHS with EMF was based solely on the self-diagnosis of EHS. The study presented a very long speculation of how the oxidative stress may influence normal physiology. However, there was not presented any evidence that would demonstrate that the oxidative stress is caused in the self-diagnosed EHS persons by the past EMF exposures, or that the oxidative stress induced by exposures affects overall physiology of EHS persons. The same applies to the pulsatility index – it has not been shown that pulsatility index is in any way affected/connected to EMF exposures. It remains unknown what has caused the decline in the pulsatility index observed in the self-diagnosed EHS persons.

Recently published review article on use of the ultrasonic tomosphygmography in detection of EHS does not produce any evidence to back up claim that EHS is detectable by ultrasonic tomosphygmography detected

changes in pulsatility of the brain's front lobes [244]. The author, of this review, solely refers to the opinions presented in articles of the French team [237–239], claiming that pulsatility and oxidative stress were proven to be markers of EHS. They were not.

In summary, research studies examining different biomarkers in EHS persons have the problem of the lack of evidence showing correlation between the EMF exposures and the biomarkers considered as the biomarkers of EHS. The selection of the study subjects has relied solely on the opinion presented by the self-diagnosed EHS person. The scientists do not have knowledge whether the self-diagnoses of EHS are correct or not. The scientists do not know whether the EHS group is contaminated by the incorrectly self-diagnosed EHS persons, and, if so, to what degree. As proposed by Dahmen and co-workers, EHS might not be a single disorder but rather a complex mixture of different etiology [235]. Because of that, it is important to determine whether any of the examined biomarkers is in any way correlating with past or present EMF exposures. Without this knowledge, it might be very difficult to study EHS biomarkers when scientists examine simultaneously several different etiologies.

Does EHS exist?

Collectively, the to-date executed studies were unable to prove causal link between EHS and EMF exposures. However, there are several indicators suggesting that individual sensitivity to EMF might exist. There is a well-known, and scientifically well-established, phenomenon of the individual sensitivity [245]. Individual sensitivity means that, because of the genetic and the epigenetic differences between people, different persons may have different sensitivity to the same agent, whether it is natural or man-made, radiation or chemical. The phenomenon of the individual sensitivity to radiation is well known for ionizing radiation [246, 247], for non-ionizing ultraviolet radiation [248, 249] and for ultrasound [250].

In respect of the EMF exposures, several studies have shown that individual differences might led to individual sensitivity to EMF. Epidemiological case-control study, Interphone, has shown that only some of the persons in the highest exposed to mobile phone radiation group have developed brain cancer. The recent study from the National Toxicology Program (NTP) in USA has shown that in the highest exposure group, where radiation dose received by animals (rats) was very high only few rats from this highly exposed group have developed cancer. There are also laboratory studies on *in vitro* exposed cells showing that different cell types may have different sensitivity to EMF exposures [251–253]. Therefore, it is scientifically justified to suspect (assume) that the individual sensitivity maight also exist for the EMF exposures. However, the essential, but still unanswered questions are:

- what are the levels of EMF that are tolerated without adverse health effects by the majority of the population and,
- what are the physiological pre-conditions (e.g. health status) for the occurrence of the higher sensitivity to EMF and,
- what counter-measures need to be considered to protect those more sensitive and vulnerable to EMF exposures.

Therefore, there is discrepancy between the probability of EHS existence and the outcomes of the EHS research studies. If the logical argument supporting existence of EHS is correct then there might be problems with the quality of the design of the EHS research studies.

Quality of the EHS research

As presented above, there are several common problems with the to-date executed EHS studies. These problems are:

- the majority of research data is subjective and describes non-specific symptoms
- lack of objective markers of EMF effects
- low numbers of EHS volunteers participating in the studies what might cause selection bias
- very large diversity of EMF exposure protocols
- acquiring data, either during the exposure or soon afterwards, precludes look at the late or chronic effects.

In 2019 a review study analyzed methodological limitations of the to-date performed psychological provocation studies [254]. It has presented an extensive list of 13 possible biases and errors in psychological provocation studies. However, some important potential biases were not considered by the authors of the review.

The list of bias presented in Schmiedchen and co-workers [254] was as follows:

(1) Was the level of EMF exposure and method of blinding appropriate?
(2) Were individuals excluded whose symptoms may be explained by somatic diseases or mental disorders?
(3) Was the contrast in the severity of symptoms between situations with/without exposure verified?

(4) Were EMF exposures (type of exposure source, frequency range and exposure level) applied that individuals associate with their symptoms?
(5) Were exposure durations and assessment times applied that matched the time scales for the symptoms to appear?
(6) Were the symptoms registered in the trials matched with those experienced in everyday exposure situations?
(7) Was the background exposure level controlled and minimized?
(8) Was the exposure level controlled?
(9) Were the intervals between exposure sessions sufficiently long to allow for recovery and to avoid carry-over effects?
(10) Were biases related to sequence and period of the exposure conditions minimized (for studies with cross-over design)?
(11) Were biases related to confounders and cofactors minimized (for studies comparing parallel groups of IEI-EMF participants with different exposure conditions)?
(12) Were biases minimized that are related to attrition and to incomplete data included in the analysis?
(13) Was bias related to selective outcome reporting minimized?

Only 28 of the to-date published EHS psychological provocation studies was considered by the review authors to be of sufficient quality for the inclusion in the review. These 28 studies were considered to be methodically sound. As stated by the authors, these methodically sound studies indicated that an effect of exposure is unlikely. The authors speculated that, even if the physical effect exists, it must be either very weak or affects only small number of individuals.

This review [254] shows how very imperfect is the research on EHS because of the identified 845 studies only 28 were selected as of eligible quality, after fulfilling the 13 criteria. However, after all, these 28 studies that passed the 13 quality criteria were not of good quality as judged by the authors of the review:

> Seven (25%) studies included in this review reported elevated or reduced symptom levels upon exposure to EMF, while the majority of the studies (n=21, 75%) did not find evidence for exposure-related effects in IEI-EMF individuals. Study outcomes, i.e., positive or negative results, were not restricted to specific types or frequency ranges of exposure.

It means that only 7 studies have shown either positive or negative effect. Such extremely limited evidence is insufficient to claim that EHS exists or that EHS does not exist. It is also far too little of the data to speculate about lack of restrictions towards any specific frequency ranges of exposure. The final recommendation of this review was that further experimental studies should be performed preferably at the individual level and not like it was mostly done till now, on group level where small effects might have remind hidden when examining larger group of EHS individuals together. This recommendations strengthens the notion that it is very likely that the groups of self-diagnosed EHS volunteers are contaminated, to the unknown degree, by the falsely self-diagnosed EHS persons that suffer of the non-specific symptoms that are caused by other than EMF exposures.

The major quality and reliability problems of the to-date performed EHS studies (surveys, provocations and biochemical studies) that were not included in the review by Schmiedchen and co-workers [254] is that the obtained experimental data is mostly subjective and not objective information.

Recent review of the hypotheses explaining occurrence of EHS has examined three types of hypotheses examined in studies of EHS [255]:

(1) The electromagnetic hypothesis – EMF exposures cause EHS, in particular, the non-thermal effects induced by EMF
(2) The cognitive hypothesis – false assumption that EMF causes symptoms of EHS that assumption is potentiated by the nocebo effect
(3) The attributive hypothesis – symptoms are being explained by EHS to cope with the symptoms of unknown and unexplainable origin

It was suggested that all three hypotheses might be correct and that several sub-groups of EHS sufferers might exist:

- those that respond to EMF exposures from some of the EMF-emitting devices and have EMF-induced health problems
- those that believe in harm caused by EMF devices and this belief causes their health symptoms
- those that have health problem that medical doctors fail to identify its source and persons attribute it to EMF exposures to cope with the problem (avoidance of EMF).

However, no hypothesis could be considered satisfactory. All of the hypotheses and research studies performed to examine these hypotheses, rely solely on the self-diagnosis of EHS by the study subjects. Many, or even majority, of self-diagnoses might be false. This leads to contamination of the experimental group and to the dilution of the observed, if any, EHS effects.

Ledent and co-workers [255] have stated that the best suited for isolating effects of EMF are provocation studies but number of innovations should be included in protocols, such as: the involvement of people with EHS in the development of the protocol, the attenuation of the anxiogenic nature of the tests, the individualization of the protocol, the validation of the neutral or normal reactivity state before the test, and the use of a cocktail of real, rather than artificially generated, sources.

Unfortunately, the unlimited trust in provocation studies, as the best suited to find out an explanation for the cause(s) of EHS, is worrisome as it might lead to further delays in finding answers about the causes of EHS. The involvement of EHS persons in the process of developing improved exposure protocol, the co-development, is laudable but similar approach was tried in the past and with no advance in research outcomes.

However, no matter how the experiments were prepared, several major problems remain:

(1) Did co-designing experiments, where researchers and EHS volunteers collaborated closely, in any meaningful way alleviated distrust of the volunteers?
(2) Are the self-diagnoses of EHS correct when done in collaboration with research team?
(3) Are the exposures sufficient enough to cause symptoms?
(4) Are the lag-times after exposure long enough to allow development of delayed symptoms?
(5) Responses provided by the volunteers remain subjective.
(6) No objective way to assure that exposure protocol and symptoms have causality link.

There is a number of drawbacks in the design of all of the to-date executed EHS studies that were not mentioned but that will prevent making any far reaching conclusions on the existence and on the causes of the EHS. The drawbacks [as proposed by D. Leszczynski] are as follows:

– Drawback #1: It is not known whether the volunteers are indeed suffering of EHS. This means that the experimental groups of self-diagnosed EHS persons might be contaminated by the misdiagnosed EHS persons. In extreme cases it might happen that none of the self-diagnosed EHS volunteers is indeed and EHS sufferer. They might experience non-specific symptoms caused by non-EMF environmental exposures.
– Drawback #2: There are two types of selection bias in the to-date executed EHS studies. The first one is introduced by the scientists who exclude persons with any pre-existing health problems. Scientists do not know whether pre-existing health problems might predispose a person to develop EHS. Exclusion of persons with pre-existing health problems is incorrect at this discovery stage. Persons with pre-existing health problems should be included, though they could/should be analyzed separately. The second selection bias is introduced by the volunteers who either fail to volunteer or who initially agree to participate in a study but later withdraw their consent because of either becoming afraid of potential health risk from exposures or because of the distrust in the scientific team.
– Drawback #3: Psychological methods of inquiry, used in psychological provocation studies, were not examined and not proven for their suitability to detect EHS. Assuming that the EHS exists, none of the experimental methods of psychology, used in the to-date executed psychological provocation studies, has been demonstrated to be able to detect physiological outcomes of the EHS stemming from the exposures to EMF. Furthermore, all psychological provocation studies were designed to examine acute occurrences of EHS symptoms and might be unsuitable to detect delayed or chronic EHS symptoms.
– Drawback #4: Conclusions of the provocation studies performed using psychology methods might be affected and/or even invalidated because of the existence of the *placebo* and *nocebo* phenomena. *Placebo* and *nocebo* indicate the ability of the human mind to affect physiology of human body [256, 257]. There is a well-known phenomenon among medical students of the "medical students' disease". It is a condition frequently reported in medical students, who perceive themselves to be experiencing the symptoms of a disease that they are currently studying. The condition is associated with the fear of contracting the disease in question. The same is likely happening when researchers show to study subjects' films presenting dangers of EMF exposures. It is obvious and expected that some persons will afterwards "experience" some of the symptoms presented in the film. Furthermore, volunteers participating in such studies have preconceived opinions on EMF and health. Thus, claims that news media reports cause rise in the occurrence of EHS is incorrect. Also, the responses of the self-diagnosed EHS persons given during the provocation experiments are likely influenced by their pre-existing opinions about EHS. Thus, the data collected in the psychological provocation studies is not only unobjective but it is affected by the pre-existing opinions.

The way how EHS persons arrive at own self-diagnosis of EHS was elegantly presented by Dieudonné [140] and it is

in agreement with the drawback #4 by D. Leszczynski. Claiming that the subjective data of the to-date executed provocation studies is scientifically reliable to diagnose EHS is incorrect. Subjective data from the psychological provocation studies does not prove, as some claim, that EHS is caused solely by a worry and not by EMF exposures. The above-listed drawbacks suggest/indicate that the scientific data obtained in the to-date executed survey studies, the psychological provocation studies and the biochemical EHS studies is unreliable and insufficient to prove, or to disprove, the existence of EHS.

The future of the research on EHS

The psychological approach of surveys and provocation studies has to be supplemented with physiological and biochemical measurements, examining the individual's molecular level responses to EMF exposures [258]. The future studies should have part of provocation study where individuals, not groups of individuals, would be examined with questions about what and when they feel in response to exposure. The other part of the same research should be the collection of samples for biochemical analysis of whether the exposure causes changes in expression of biochemical markers and whether it will be possible to find biochemical markers that will be universally altered by the exposures. The studies should have double-blind set up and both healthy and EHS persons should be analyzed together and only after the analysis is completed, the health status of volunteers should be revealed. Furthermore, the problem of the lag between the exposure and the appearance of symptoms is an important one but not easy to resolve. The supplementation of the subjective psychology data with the objective biochemistry data will help to establish whether the acute EHS responses take place. Once the acute EHS is established, a remedy to the lag problem might be considered. It will be likely very costly as it might require sequestering volunteers, for some period of time (days–weeks) in environmental isolation from environmental EMF exposures, to perform psychological inquiries and biochemical samplings at different times after exposure to examined EMF exposure.

The current diminished interest in studying EHS is fueled by the misconception that the provocation studies alone, using psychology approach and asking about feelings, were enough to prove that EHS is not caused by EMF exposures. This is absolutely incorrect. Only combination of provocation study with biochemical examination will resolve the EHS enigma. However, the idea of examining biochemistry of EMF exposed persons is being opposed by many researchers of bioelectromagnetics. Thus, for comparison, it is good to look elsewhere, where transcriptomics and proteomics approaches are being used to resolve and explain health problems.

Pain is one of the non-specific symptoms experienced, among others, by the EHS sufferers. Feeling of pain is very individual and there is no objective scale to measure pain. Pain is considered to be multidimensional and adaptive. Individual expectations, moods or attention affect how the pain is handled by the brain and how it is, in the end, felt by the individual. In some cases to relieve pain is necessary surgical or chemical intervention. However, many cases of pain is possible to relieve without surgery or drugs, just by psychological intervention [259, 260]. In understanding the pain, and in research towards controlling it, is important to know where from the pain comes. Chronic pain is classified into three categories, nociceptive pain caused by tissue damage, neuropathic pain caused by nerve damage and pain of unknown source, the idiopathic pain. For example stress and sleep problems disturb mechanisms that regulate feeling of pain. The positive expectation that a drug will help in relieving pain were shown to increase efficacy of the drug [261]. Furthermore, MRI images have shown that different areas of the brain differently respond to the same drug when it is associated with positive or with negative expectations. If the source of the pain is unknown then the methods to alleviate this pain might fail. Chronic pain develops in some 20% of people experiencing pain. Women are more susceptible to develop chronic pain. Other factors that help to develop chronic pain are age, stressful experiences and prone to catastrophic-thinking nature of the patient.

Scientists are now looking for objective measurements of pain because all current methods of relieving pain are based on subjective information received from the patient. This is insufficient. The problem is that currently there are no methods to detect pain and strength of it from e.g. blood test. However, methods using biomarkers, genetics and epigenetics are considered to be of paramount importance in the future of developing objective tests for pain [262].

Patients' subjective description of symptoms combined with the biomarker objective information is considered the future for developing pain control. The same approach should be taken to resolve the problem of sensitivity to exposures from EMF. Physiological studies of responses to EMF exposures will generate data useful for developing diagnostic tools for the detection of EMF sensitive persons and to, potentially, develop methods to mitigate the physiological effects of EMF exposures without the necessity of avoidance of EMF exposures. This biochemical approach has been shown to be able to

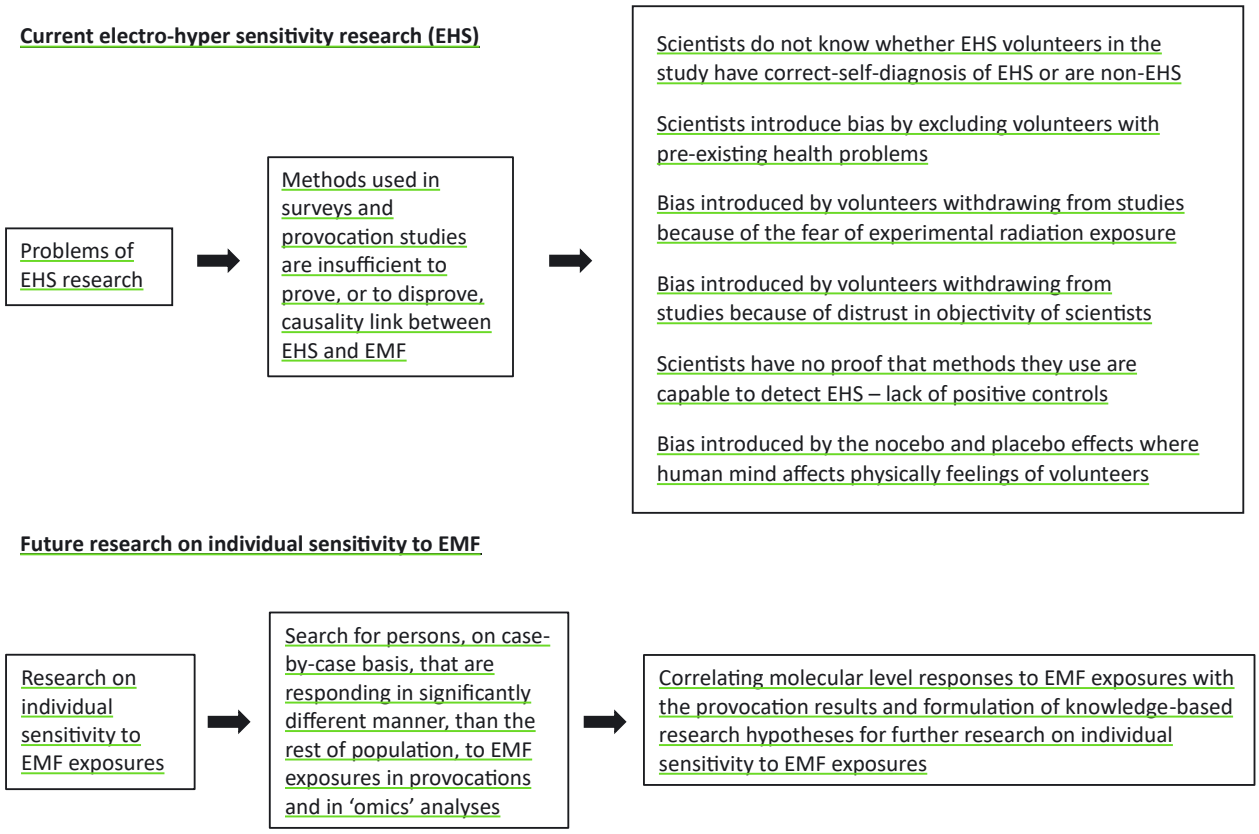


Figure 2: Problems of the current EHS studies and need for introduction of combination of provocation approach and 'omics' techniques approach to research on EHS.

experimentally generate data on EMF-exposure affected proteins or genes [263]. In the coming era of 5G technology and the already being developed 6G technology, avoidance of EMF exposures will become virtually impossible for any person wishing to remain function and prosper in the society.

Final conclusions

- Problems and solutions for EHS research are summarized in Figure 2.
- Over the last 30 years, a sizable number of research studies has examined causality link between EMF exposures and EHS symptoms.
- The majority of the studies did not find any link between EMF and EHS.
- The EHS studies have examined acute effects but did not have capability to examine delayed EMF responses.
- The major problem is that scientists do not know whether EHS volunteers have indeed correct self-diagnosis of EHS or whether the diagnosis is incorrect and experimental groups are contaminated, to unknown degree, by non-EHS persons. In extreme situation, the small group of volunteers used in research study might have no EHS persons at all.
- Recently, research on EHS has drifted into direction of *nocebo* as the cause of EHS, what is incorrect.
- Instead of studying obvious impact of *nocebo*, or likes of *medical students' disease*, research should focus on finding suitable biochemical and biophysical markers that could be used, in combination with single-individual-focused provocation studies, to determine the sources of the EHS symptoms.
- The opinion that there is no causality link between EHS and EMF is unproven. This opinion, expressed by the World Health Organization EMF Project, the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, International Committee on Electromagnetic Safety and numerous governmental organizations, should be revised because the scientific research data is of insufficient quality to be used as a proof of the lack of causality.

Research funding: The Finnish Electrosensitivity Foundation (Sähköherkkyyssäätiö), Helsinki, Finland.
Author contributions: Not applicable (single author).
Competing interests: Author declares no conflict of interest.
Ethical approval: Not applicable.
Informed consent: Not applicable.

References

1. Baliatsas C, Van Kamp I, Lebret E, Rubin GJ. Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF): a systematic review of identifying criteria. BMC Publ Health 2012;12:643.
2. van Wel L, Liorni I, Huss A, Thielens A, Wiart J, Joseph W, et al. Radio-frequency electromagnetic field exposure and contribution of sources in the general population: an organ-specific integrative exposure assessment. J Expo Sci Environ Epidemiol 2021. https://doi.org/10.1038/s41370-021-00287-8. [Epub ahead of print].
3. Hosseinabadi MB, Khanjani N, Ebrahimi MH, Haji B, Abdolahfard M. The effect of chronic exposure to extremely low-frequency electromagnetic fields on sleep quality, stress, depression and anxiety. Electromagn Biol Med 2019;38:96–101.
4. Huang PC, Cheng MT, Guo HR. Representative survey on idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields in Taiwan and comparison with the international literature. Environ Health 2018;17:5.
5. Baliatsas C, Bolte J, Yzermans J, Kelfkens G, Hooiveld M, Lebret E, et al. Actual and perceived exposure to electromagnetic fields and non-specific physical symptoms: an epidemiological study based on self-reported data and electronic medical records. Int J Hyg Environ Health 2015;218:331–44.
6. Bolte JF, Baliatsas C, Eikelboom T, van Kamp I. Everyday exposure to power frequency magnetic fields and associations with non-specific physical symptoms. Environ Pollut 2014;196:224–9.
7. Liu H, Chen G, Pan Y, Chen Z, Jin W, Sun C, et al. Occupational electromagnetic field exposures associated with sleep quality: a cross-sectional study. PLoS One 2014;9:e110825.
8. Monazzam MR, Hosseini M, Matin LF, Aghaei HA, Khosroabadi H, Hesami A. Sleep quality and general health status of employees exposed to extremely low frequency magnetic fields in a petrochemical complex. J Environ Health Sci Eng 2014;12:78.
9. Baliatsas C, van Kamp I, Hooiveld M, Yzermans J, Lebret E. Comparing non-specific physical symptoms in environmentally sensitive patients: prevalence, duration, functional status and illness behavior. J Psychosom Res 2014;76:405–13.
10. van Dongen D, Smid T, Timmermans DR. Symptom attribution and risk perception in individuals with idiopathic environmental intolerance to electromagnetic fields and in the general population. Perspect Publ Health 2014;134:160–8.
11. Hagström M, Auranen J, Ekman R. Electromagnetic hypersensitive Finns: symptoms, perceived sources and treatments, a questionnaire study. Pathophysiology 2013;20:117–22.
12. Barsam T, Monazzam MR, Haghdoost AA, Ghotbi MR, Dehghan SF. Effect of extremely low frequency electromagnetic field exposure on sleep quality in high voltage substations. Iran J Environ Health Sci Eng 2012;9:15.
13. Kato Y, Johansson O. Reported functional impairments of electrohypersensitive Japanese: a questionnaire survey. Pathophysiology 2012;19:95–100.
14. Tseng MMC, Lin YP, Cheng TJ. Prevalence and psychiatric comorbidity of self-reported electromagnetic field sensitivity in Taiwan: a population-based study. J Formos Med Assoc 2011;110: 634–41.
15. Johansson A, Nordin S, Heiden M, Sandstrom M. Symptoms, personality traits, and stress in people with mobile phone-related symptoms and electromagnetic hypersensitivity. J Psychosom Res 2010;68:37–45.
16. Schreier N, Huss A, Röösli M. The prevalence of symptoms attributed to electromagnetic field exposure: a cross-sectional representative survey in Switzerland. Soz Praventivmed 2006;51: 202–9.
17. Schüz J, Petters C, Egle UT, Jansen B, Kimbel R, Letzel S, et al. The "Mainzer EMF-Wachhund": results from a watchdog project on self-reported health complaints attributed to exposure to electromagnetic fields. Bioelectromagnetics 2006;27:280–7.
18. Maisch D, Podd J, Rapley B. Changes in health status in a group of CFS and CF patients following removal of excessive 50 Hz magnetic field exposure. ACNEM J 2002;21:15–9.
19. Li CY, Chen PC, Sung FC, Lin RS. Residential exposure to power frequency magnetic field and sleep disorders among women in an urban community of northern Taiwan. Sleep 2002;25:428–32.
20. Hillert L, Berglind N, Arnetz BB, Bellander T. Prevalence of self-reported hypersensitivity to electric or magnetic fields in a population-based questionnaire survey. Scand J Work Environ Health 2002;28:33–41.
21. Hillert L, Kolmodin-Hedman B, Eneroth P, Arnetz BB. The effect of supplementary antioxidant therapy in patients who report hypersensitivity to electricity: a randomized controlled trial. Med Gen Med 2001;3:11.
22. Prasad SK, Vyas S. Health problems among workers of iron welding machines: an effect of electromagnetic fields. J Environ Biol 2001;22:129–32.
23. Bonhomme-Faivre L, Marion S, Bezie Y, Auclair H, Fredj G, Hommeau C. Study of human neurovegetative and hematologic effects of environmental low-frequency (50-Hz) electromagnetic fields produced by transformers. Arch Environ Health 1998;53: 87–92.
24. Eriksson N, Hoog J, Sandström M, Stenberg B. Facial skin symptoms in office workers. A five-year follow-up study. J Occup Environ Med 1997;39:108–18.
25. Bergdahl J. Psychologic aspects of patients with symptoms presumed to be caused by electricity or visual display units. Acta Odontol Scand 1995;53:304–10.
26. Sandström M, Hansson Mild K, Stenberg B, Wall S. Skin symptoms among VDT workers and electromagnetic fields – a case report. Indoor Air 1995;5:29–37.
27. Stenberg B, Eriksson N, Hansson Mild K, Hoog J, Sandström M, Sundell J, et al. Facial skin symptoms in visual display terminal (VDT) workers. A case-referent study of personal, psychosocial, building – and VDT-related risk indicators. Int J Epidemiol 1995; 24:796–803.
28. McMahan S, Meyer J. Symptom prevalence and worry about high voltage transmission lines. Environ Res 1995;70:114–8.
29. Goldoni J, Bobic J, Saric M. Psychological and ergonomic aspects of work with video display terminals. Arh Hig Rada Toksikol 1992; 43:219–26.

30. Liden S, Berg M. Skin problems in users of video display terminals. Discrepancy between subjective symptoms and objective signs. Acta Derm Venereol Suppl (Stockh) 1991;156: 18–22.
31. Dowson DI, Lewith GT, Campbell M, Mullee MA, Brewster LA. Overhead high-voltage cables and recurrent headache and depressions. Practitioner 1988;232:435–6.
32. Knave BG, Wibom RI, Voss M, Hedstrom LD, Bergqvist UO. Work with video display terminals among office employees. I. Subjective symptoms and discomfort. Scand J Work Environ Health 1985;11:457–66.
33. Boos SR, Calissendorff BM, Knave BG, Nyman KG, Voss M. Work with video display terminals among office employees. III. Ophthalmologic factors. Scand J Work Environ Health 1985;11: 475–81.
34. Knave BG, Wibom RI, Bergqvist UO, Carlsson LL, Levin MI, Nylen PR. Work with video display terminals among office employees. II. Physical exposure factors. Scand J Work Environ Health 1985;11: 467–74.
35. Broadbent DE, Broadbent MH, Male JC, Jones MR. Health of workers exposed to electric fields. Br J Ind Med 1985;42:75–84.
36. Tettamanti G, Auvinen A, Åkerstedt T, Kojo K, Ahlbom A, Heinävaara S, et al. Long-term effect of mobile phone use on sleep quality: results from the cohort study of mobile phone use and health (COSMOS). Environ Int 2020;140:105687.
37. Auvinen A, Feychting M, Ahlbom A, Hillert L, Elliott P, Schüz J, et al. Headache, tinnitus and hearing loss in the international Cohort study of mobile phone use and health (COSMOS) in Sweden and Finland. Int J Epidemiol 2019;48:1567–79.
38. Cabré-Riera A, Torrent M, Donaire-Gonzalez D, Vrijheid M, Cardis E, Guxens M. Telecommunication devices use, screen time and sleep in adolescents. Environ Res 2019;171:341–47.
39. Liu S, Wing YK, Hao Y, Li W, Zhang J, Zhang B. The associations of long-time mobile phone use with sleep disturbances and mental distress in technical college students: a prospective cohort study. Sleep 2019;42:1–10.
40. Wdowiak A, Błachnio A, Raczkiewicz D, Misztal-Okońska P, Iwanowicz-Palus G, Bień A, et al. The influence of electromagnetic fields generated by wireless connectivity systems on the occurrence of emotional disorders in women: a preliminary report. Neuroendocrinol Lett 2018;39:550–60.
41. Martens AL, Slottje P, Smid T, Kromhout H, Vermeulen RCH, Timmermans DRM. Longitudinal associations between risk appraisal of base stations for mobile phones, radio or television and non-specific symptoms. J Psychosom Res 2018;112:81–9.
42. Višnjić A, Veličković V, Sokolović D, Stanković M, Mijatović K, Stojanović M, et al. Relationship between the manner of mobile phone use and depression, anxiety, and stress in university students. Int J Environ Res Publ Health 2018;15:697.
43. Martens AL, Reedijk M, Smid T, Huss A, Timmermans D, Strak M, et al. Modeled and perceived RF-EMF, noise and air pollution and symptoms in a population cohort. Is perception key in predicting symptoms? Sci Total Environ 2018;639:75–83.
44. Sagiv D, Migirov L, Madgar O, Nakache G, Wolf M, Shapira Y. Mobile phone usage does not affect sudden sensorineural hearing loss. J Laryngol Otol 2018;132:29–32.
45. Claeson AS, Palmquist E, Nordin S. Physical and chemical trigger factors in environmental intolerance. Int J Hyg Environ Health 2018;221:586–92.
46. Durusoy R, Hassoy H, Özkurt A, Karababa AO. Mobile phone use, school electromagnetic field levels and related symptoms: a cross-sectional survey among 2150 high school students in Izmir. Environ Health 2017;16:51.
47. Martens AL, Slottje P, Timmermans DR, Kromhout H, Reedijk M, Vermeulen RC, et al. Modeled and perceived exposure to radiofrequency electromagnetic fields from mobile-phone base stations and the development of symptoms over time in a general population cohort. Am J Epidemiol 2017;186:210–9.
48. Cho YM, Lim HJ, Jang H, Kim K, Choi JW, Shin C, et al. A follow-up study of the association between mobile phone use and symptoms of ill health. Environ Health Toxicol 2017;32:e2017001.
49. Schoeni A, Roser K, Röösli M. Symptoms and the use of wireless communication devices: a prospective cohort study in Swiss adolescents. Environ Res 2017;154:275–83.
50. Nagarjunakonda S, Amalakanti S, Uppala V, Gajula RK, Tata RS, Bolla HB, et al. Mobile phones and seizures: drug-resistant epilepsy is less common in mobile-phone-using patients. Postgrad Med J 2017;93:25–8.
51. Slottje P, van Moorselaar I, van Strien R, Vermeulen R, Kromhout H, Huss A. Electromagnetic hypersensitivity (EHS) in occupational and primary health care: a nation-wide survey among general practitioners, occupational physicians and hygienists in The Netherlands. Int J Hyg Environ Health 2017;220: 395–400.
52. Cho YM, Lim HJ, Jang H, Kim K, Choi JW, Shin C, et al. A cross-sectional study of the association between mobile phone use and symptoms of ill health. Environ Health Toxicol 2016;31:e2016022.
53. Roser K, Schoeni A, Röösli M. Mobile phone use, behavioural problems and concentration capacity in adolescents: a prospective study. Int J Hyg Environ Health 2016;219:759–69.
54. Schoeni A, Roser K, Bürgi A, Röösli M. Symptoms in Swiss adolescents in relation to exposure from fixed site transmitters: a prospective cohort study. Environ Health 2016;15:77.
55. Singh K, Nagaraj A, Yousuf A, Ganta S, Pareek S, Vishnani P. Effect of electromagnetic radiations from mobile phone base stations on general health and salivary function. J Int Soc Prev Community Dent 2016;6:54–9.
56. Eyvazlou M, Zarei E, Rahimi A, Abazari M. Association between overuse of mobile phones on quality of sleep and general health among occupational health and safety students. Chronobiol Int 2016;33:293–300.
57. Stalin P, Abraham SB, Kanimozhy K, Prasad RV, Singh Z, Purty AJ. Mobile phone usage and its health effects among adults in a semi-urban area of southern India. J Clin Diagn Res 2016;10: LC14–6.
58. Silva DF, Barros WR, Almeida MD, Rego MA. Exposure to non-ionizing electromagnetic radiation from mobile telephony and the association with psychiatric symptoms. Cad Saúde Pública 2015;31:2110–26.
59. Huss A, van Eijsden M, Guxens M, Beekhuizen J, van Strien R, Kromhout H, et al. Environmental radiofrequency electromagnetic fields exposure at home, mobile and Cordless phone use, and sleep problems in 7-year-old Children. PLoS One 2015;10:e0139869.
60. Zheng F, Gao P, He M, Li M, Tan J, Chen D, et al. Association between mobile phone use and self-reported well-being in children: a questionnaire-based cross-sectional study in Chongqing, China. BMJ Open 2015;5:e007302.

61. Chiu CT, Chang YH, Chen CC, Ko MC, Li CY. Mobile phone use and health symptoms in children. J Formos Med Assoc 2015;114: 598–604.
62. Islam SM. Awareness and self-reported health hazards of electromagnetic waves from mobile phone towers in Dhaka, Bangladesh: a pilot study. Adv Public Health 2014:952832.
63. Pachuau L, Sailo L, Pachuau Z, Lalngneia PC. RF radiation from mobile phone towers and their effects on human body. Indian J Radio Space Phys 2014;43:186–9.
64. Saxena Y, Shrivastava A, Priyanka S. Mobile usage and sleep patterns among medical students. Indian J Physiol Pharmacol 2014;58:100–3.
65. Zheng F, Gao P, He M, Li M, Wang C, Zeng Q, et al. Association between mobile phone use and inattention in 7102 Chinese adolescents: a population-based cross-sectional study. BMC Publ Health 2014;14:1–7.
66. Suleiman A, Gee TT, Krishnapillai AD, Khalil AM, Hamid MWA, Mustapa M. Electromagnetic radiation health effects in exposed and non-exposed residents in Penang. J Geosci Environ Protect 2014;2:77–83.
67. Szyjkowska A, Gadzicka E, Szymczak W, Bortkiewicz A. The risk of subjective symptoms in mobile phone users in Poland – an epidemiological study. Int J Occup Med Environ Health 2014;27: 293–303.
68. Kücer N, Pamukcu T. Self-reported symptoms associated with exposure to electromagnetic fields: a questionnaire study. Electromagn Biol Med 2014;33:15–7.
69. Gomez-Perretta C, Navarro EA, Segura J, Portoles M. Subjective symptoms related to GSM radiation from mobile phone base stations: a cross-sectional study. BMJ Open 2013;3:e003836.
70. Sudan M, Kheifets L, Arah OA, Olsen J. Cell phone exposures and hearing loss in children in the Danish National Birth Cohort. Paediatr Perinat Epidemiol 2013;27:247–57.
71. Byun YH, Ha M, Kwon HJ, Hong YC, Leem JH, Sakong J, et al. Mobile phone use, blood lead levels, and attention deficit hyperactivity symptoms in children: a longitudinal study. PLoS One 2013;8: e59742.
72. Sudan M, Kheifets L, Arah O, Olsen J, Zeltzer L. Prenatal and postnatal cell phone exposures and headaches in children. Open Pediatr Med J 2012;6:46–52.
73. Mohler E, Frei P, Fröhlich J, Braun-Fahrländer C, Röösli M, QUALIFEX-team. Exposure to radiofrequency electromagnetic fields and sleep quality: a prospective Cohort study. PLoS One 2012;7:e37455.
74. Augner C, Gnambs T, Winker R, Barth A. Acute effects of electromagnetic fields emitted by GSM mobile phones on subjective well-being and physiological reactions: a meta-analysis. Sci Total Environ 2012;424:11–5.
75. Bortkiewicz A, Gadzicka E, Szyjkowska A, Politanski P, Mamrot P, Szymczak W, et al. Subjective complaints of people living near mobile phone base stations in Poland. Int J Occup Med Environ Health 2012;25:31–40.
76. Frei P, Mohler E, Braun-Fahrländer C, Fröhlich J, Neubauer G, Röösli M, QUALIFEX-team. Cohort study on the effects of everyday life radio frequency electromagnetic field exposure on non-specific symptoms and tinnitus. Environ Int 2012;38:29–36.
77. Mortazavi SM, Atefi M, KholghiF. The pattern of mobile phone use and prevalence of self-reported symptoms in elementary and junior high school students in Shiraz, Iran. Iran J Med Sci 2011;36: 96–103.
78. Alazawi SA. Mobile phone base stations health effects. Diyala J Med 2011;1:44–52.
79. Chu MK, Song HG, Kim C, Lee BC. Clinical features of headache associated with mobile phone use: a cross-sectional study in university students. BMC Neurol 2011;11:115.
80. Baliatsas C, van Kamp I, Kelfkens G, Schipper M, Bolte J, Yzermans J, et al. Non-specific physical symptoms in relation to actual and perceived proximity to mobile phone base stations and powerlines. BMC Publ Health 2011;11:421.
81. Heinrich S, Thomas S, Heumann C, von Kries R, Radon K. The impact of exposure to radio frequency electromagnetic fields on chronic well-being in young people – a cross-sectional study based on personal dosimetry. Environ Int 2011;37:26–30.
82. Röösli M, Mohler E, Frei P. Sense and sensibility in the context of radiofrequency electromagnetic field exposure. CR physique 2010;11:576–84.
83. Heinrich S, Thomas S, Heumann C, von Kries R, Radon K. Association between exposure to radiofrequency electromagnetic fields assessed by dosimetry and acute symptoms in children and adolescents: a population based cross-sectional study. Environ Health 2010;9:1–9.
84. Eger H, Jahn M. Specific symptoms and radiation from mobile basis stations in Selbitz, Bavaria, Germany: evidence for a dose-effect relationship. Umwelt-Medizin-Gesellschaft 2010;23: 130–9.
85. Hutter HP, Moshammer H, Wallner P, Cartellieri M, Denk-Linnert DM, Katzinger M, et al. Tinnitus and mobile phone use. Occup Environ Med 2010;67:804–8.
86. Breckenkamp J, Blettner M, Kowall B, Schüz J, Schlehofer B, Schmiedel S, et al. Results of a cross-sectional study on the association of electromagnetic fields emitted from mobile phone base stations and health complaints. Umweltmed Forsch Prax 2010;15:159–66.
87. Mohler E, Frei P, Braun-Fahrländer C, Fröhlich J, Neubauer G, Röösli M. Effects of everyday radiofrequency electromagnetic-field exposure on sleep quality: a cross-sectional study. Radiat Res 2010;174:347–56.
88. Milde-Busch A, von Kries R, Thomas S, Heinrich S, Straube A, Radon K. The association between use of electronic media and prevalence of headache in adolescents: results from a population-based cross-sectional study. BMC Neurol 2010; 10:12.
89. Augner C, Hacker GW. Are people living next to mobile phone base stations more strained? Relationship of health concerns, self-estimated distance to base station, and psychological parameters. Indian J Occup Environ Med 2009;13:141–5.
90. Korpinen LH, Pääkkönen R. Self-report of physical symptoms associated with using mobile phones and other electrical devices. Bioelectromagnetics 2009;30:431–7.
91. Berg-Beckhoff G, Blettner M, Kowall B, Breckenkamp J, Schlehofer B, Schmiedel S, et al. Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 2 of a cross-sectional study with measured radio frequency electromagnetic fields. Occup Environ Med 2009;66:124–30.
92. Blettner M, Schlehofer B, Breckenkamp J, Kowall B, Schmiedel S, Reis U. Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 1 of a population-based, cross-sectional study in Germany. Occup Environ Med 2009;66:118–23.
93. Khan MM. Adverse effects of excessive mobile phone use. Int J Occup Med Environ Health 2008;21:289–93.

94. Söderqvist F, Carlberg M, Hardell L. Use of wireless telephones and self-reported health symptoms: a population-based study among Swedish adolescents aged 15–19 years. Environ Health 2008;7:1–10.
95. Thomas S, Kühnlein A, Heinrich S, Praml G, Nowak D, von Kries R, et al. Personal exposure to mobile phone frequencies and well-being in adults: a cross-sectional study based on dosimetry. Bioelectromagnetics 2008;29:463–70.
96. Davidson HC, Lutman ME. Survey of mobile phone use and their chronic effects on the hearing of a student population. Int J Audiol 2007;46:113–8.
97. Schüz J, Waldemar G, Olsen J, Johansen C. Risks for central nervous system diseases among mobile phone subscribers: a Danish retrospective cohort study. PLoS One 2007;2:e4389.
98. Leszczynski D. Rapid response to: use of mobile phones and risk of brain tumours: update of Danish cohort study. The BMJ 2011. https://www.bmj.com/rapid-response/2011/12/03/re-use-mobile-phones-and-risk-brain-tumours-update-danish-cohort-study.
99. Leszczynski D. Opinion: scientific peer review in crisis. The case of the Danish Cohort. The Scientist, Feb. 25, 2013, https://www.the-scientist.com/news-opinion/opinion-scientific-peer-review-in-crisis-39728.
100. Frei P, Poulsen AH, Johansen C, Olsen JH, Steding-Jessen M, Schüz J. Use of mobile phones and risk of brain tumours: update of Danish cohort study. BMJ 2011;343:d6387.
101. Cardis E, Richardson L, Deltour I, Armstrong B, Feychting M, Johansen C, et al. The INTERPHONE study: design, epidemiological methods, and description of the study population. Eur J Epidemiol 2007;22:647–64.
102. Vrijheid M, Armstrong BK, Bédard D, Brown J, Deltour I, Iavarone I, et al. Recall bias in the assessment of exposure to mobile phones. J Expo Sci Environ Epidemiol 2009;19:369–81.
103. Mortazavi SM, Ahmadi J, Shariati M. Prevalence of subjective poor health symptoms associated with exposure to electromagnetic fields among university students. Bioelectromagnetics 2007;28:326–30.
104. Hutter HP, Moshammer H, Wallner P, Kundi M. Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. Occup Environ Med 2006;63:307–13.
105. Herr C, Nieden A, Lindenstruth M, Stilianakis N, Seitz H, Eikmann T. Relating use of mobile phones to reported sleep quality. Somnologie (Somnology) 2005;9:199–202.
106. Meo SA, Al-Drees AM. Mobile phone related-hazards and subjective hearing and vision symptoms in the Saudi population. Int J Occup Med Environ Health 2005;18:53–7.
107. Meo SA, Al-Drees AM. Do mobile phones cause hearing and vision complaints? A preliminary report. Saudi Med J 2005;26:882–3.
108. Balik HH, Turgut-Balik D, Balikci K, Ozcan IC. Some ocular symptoms and sensations experienced by long term users of mobile phones. Pathol Biol (Paris) 2005;53:88–91.
109. Balikci K, Cem Ozcan I, Turgut-Balik D, Balik HH. A survey study on some neurological symptoms and sensations experienced by long term users of mobile phones. Pathol Biol (Paris) 2005;53:30–4.
110. Salama OE, Abou El Naga RM. Cellular phones: are they detrimental? J Egypt Public Health Assoc 2004;79:197–223.
111. Al-Khlaiwi T, Meo SA. Association of mobile phone radiation with fatigue, headache, dizziness, tension and sleep disturbance in Saudi population. Saudi Med J 2004;25:732–36.
112. Navarro EA, Segura J, Portoles M, Gomez-Perretta C. The Microwave Syndrome: a preliminary study in Spain. Electromagn Biol Med 2003;22:161–9.
113. Santini R, Santini P, Le Ruz P, Danze JM, Seigne M. Survey study of people living in the vicinity of cellular phone base stations. Electromagn Biol Med 2003;22:41–9.
114. Santini R, Seigne M, Bonhomme-Faivre L, Bouffet S, Defrasne E, Sage M. Symptoms experienced by users of digital cellular phones: a study of a French engineering school. Electromagn Biol Med 2002;21:81–8.
115. Sandström M, Wilen J, Oftedal G, Hansson Mild K. Mobile phone use and subjective symptoms. Comparison of symptoms experienced by users of analogue and digital mobile phones. Occup Med (Lond) 2001;51:25–35.
116. Oftedal G, Wilen J, Sandström M, Hansson Mild K. Symptoms experienced in connection with mobile phone use. Occup Med (Lond) 2000;50:237–45.
117. Hocking B. Preliminary report: symptoms associated with mobile phone use. Occup Med (Lond) 1998;48:357–60.
118. Ahamed VI, Karthick NG, Joseph PK. Effect of mobile phone radiation on heart rate variability. Comput Biol Med 2008;38:709–12.
119. Andrzejak R, Poreba R, Poreba M, Derkacz A, Skalik R, Gac P, et al. The influence of the call with a mobile phone on heart rate variability parameters in healthy volunteers. Ind Health 2008;46:409–17.
120. Atlasz T, Kellenyi L, Kovacs P, Babai N, Thuroczy G, Hejjel L, et al. The application of surface plethysmography for heart rate variability analysis after GSM radiofrequency exposure. Biochem Biophys Methods 2006;69:233–6.
121. Bamiou DE, Ceranic B, Cox R, Watt H, Chadwick P, Luxon LM. Mobile telephone use effects on peripheral audiovestibular function: a case-control study. Bioelectromagnetics 2008;29:108–17.
122. Cinel C, Russo R, Boldini A, Fox E. Exposure to mobile phone electromagnetic fields and subjective symptoms: a double-blind study. Psychosom Med 2008;70:345–8.
123. Esen F, Esen H. Effect of electromagnetic fields emitted by cellular phones on the latency of evoked electrodermal activity. Int J Neurosci 2006;116:321–9.
124. Hietanen M, Hämäläinen AM, Husman T. Hypersensitivity symptoms associated with exposure to cellular telephones: no causal link. Bioelectromagnetics 2002;23:264–70.
125. Hillert L, Akerstedt T, Lowden A, Wiholm C, Kuster N, Ebert S, et al. The effects of 884 MHz GSM wireless communication signals on headache and other symptoms: an experimental provocation study. Bioelectromagnetics 2008;29:185–96.
126. Koivisto M, Haarala C, Krause CM, Revonsuo A, Laine M, Hämäläinen H. GSM phone signal does not produce subjective symptoms. Bioelectromagnetics 2001;22:212–5.
127. Kwon MS, Koivisto M, Laine M, Hämäläinen H. Perception of the electromagnetic field emitted by a mobile phone. Bioelectromagnetics 2008;29:154–9.
128. Nam KC, Lee JH, Noh HW, Cha EJ, Kim NH, Kim DW. Hypersensitivity to RF fields emitted from CDMA cellular phones: a provocation study. Bioelectromagnetics 2009;30:641–50.
129. Oftedal G, Straume A, Johnsson A, Stovner LJ. Mobile phone headache: a double blind, sham-controlled provocation study. Cephalalgia 2007;27:447–55.

130. Parazzini M, Ravazzani P, Tognola G, Thuroczy G, Molnar FB, Sacchettini A, et al. Electromagnetic fields produced by GSM cellular phones and heart rate variability. Bioelectromagnetics 2007;28:122–9.
131. Rubin GJ, Hahn G, Everitt BS, Cleare AJ, Wessely S. Are some people sensitive to mobile phone signals? Within participants double blind randomised provocation study. BMJ 2006;332: 886–91.
132. Tahvanainen K, Nino J, Halonen P, Kuusela T, Laitinen T, Lansimies E, et al. Cellular phone use does not acutely affect blood pressure or heart rate of humans. Bioelectromagnetics 2004;25:73–83.
133. Tamer A, Gunduz H, Ozyildirim S. The cardiac effects of a mobile phone positioned closest to the heart. Anadolu Kardiyol Derg 2009;9:380–4.
134. Wilen J, Johansson A, Kalezic N, Lyskov E, Sandström M. Psychophysiological tests and provocation of subjects with mobile phone related symptoms. Bioelectromagnetics 2006;27: 204–14.
135. Kacprzyk A, Kanclerz G, Rokita E, Tatoń G. Which sources of electromagnetic field are of the highest concern for electrosensitive individuals? – Questionnaire study with a literature review. Electromagn Biol Med 2020;24:1–8.
136. Dieudonné M. Becoming electro-hypersensitive: a replication study. Bioelectromagnetics 2019;40:188–200.
137. Bolte JF, Clahsen S, Vercruijsse W, Houtveen JH, Schipper CM, van Kamp I, et al. Ecological momentary assessment study of exposure to radiofrequency electromagnetic fields and non-specific physical symptoms with self-declared electrosensitives. Environ Int 2019;131:104948.
138. Bogers RP, van Gils A, Clahsen SC, Vercruijsse W, van Kamp I, Baliatsas C, et al. Individual variation in temporal relationships between exposure to radiofrequency electromagnetic fields and non-specific physical symptoms: a new approach in studying 'electrosensitivity'. Environ Int 2018;121:297–307.
139. Andrianome S, de Seze R, Braun A, Selmaoui B. Descriptive self-reporting survey of people with idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF): similarities and comparisons with previous studies. J Public Health (Berl) 2018;26:461–73.
140. Dieudonné M. Does electromagnetic hypersensitivity originate from nocebo responses? Indications from a qualitative study. Bioelectromagnetics. 2016;37:14–24.
141. Baliatsas C, van Kamp I, Bolte J, Kelfkens G, van Dijk C, Spreeuwenberg P, et al. Clinically defined non-specific symptoms in the vicinity of mobile phone base stations: a retrospective before-after study. Sci Total Environ 2016;565:714–20.
142. Kjellqvist A, Palmquist E, Nordin S. Psychological symptoms and health-related quality of life in idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields. J Psychosom Res 2016;84:8–12.
143. Lamech F Self-reporting of symptom development from exposure to radiofrequency fields of wireless smart meters in Victoria, Australia: a case series. Alternative Ther Health Med 2014;20:28–39.
144. Hagström M, Auranen J, Johansson O, Ekman R. Reducing electromagnetic irradiation and fields alleviates experienced health hazards of VDU work. Pathophysiology 2012;19:81–7.
145. Ghezel-Ahmadi D, Engel A, Weidemann J, Budnik LT, Baur X, Frick U, et al. Heavy metal exposure in patients suffering from electromagnetic hypersensitivity. Sci Total Environ 2010;408: 774–8.
146. Huss A, Küchenhoff J, Bircher A, Niederer M, Tremp J, Waeber R, et al. Electromagnetic fields and health complaints – interdisciplinary case evaluations in an environmental medicine counselling project. Umweltmed Forsch Prax 2005;10:21–8.
147. Bouisset N, Villard S, Legros A. Human postural control under high levels of extremely low frequency magnetic fields. IEEE Access 2020;8:101377–85.
148. Bouisset N, Villard S, Legros A. Human postural responses to high vestibular specific extremely low-frequency magnetic stimulations. IEEE Access 2020;8:165387–95.
149. Villard S, Allen A, Bouisset N, Corbacio M, Thomas A, Guerraz M, et al. Impact of extremely low-frequency magnetic fields on human postural control. Exp Brain Res 2019;237:611–23.
150. van Moorselaar I, Slottje P, Heller P, van Strien R, Kromhout H, Murbach M, et al. Effects of personalised exposure on self-rated electromagnetic hypersensitivity and sensibility – a double-blind randomised controlled trial. Environ Int 2017;99:255–62.
151. Szemerszky R, Gubanyi M, Arvai D, Domotor Z, Koteles F. Is there a connection between electrosensitivity and electrosensibility? A replication study. Int J Behav Med 2015;22:755–63.
152. Kim SK, Choi JL, Kwon MK, Choi JY, Kim DW. Effects of 60 Hz magnetic fields on teenagers and adults. Environ Health 2013; 12:1–8.
153. Koteles F, Szemerszky R, Gubanyi M, Kormendi J, Szekrenyesi C, Lloyd R, et al. Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF) and electrosensibility (ES) – are they connected? Int J Hyg Environ Health 2013;216:362–70.
154. Kim DW, Choi JL, Nam KC, Yang DI, Kwon MK. Origins of electromagnetic hypersensitivity to 60 Hz magnetic fields: a provocation study. Bioelectromagnetics 2012;33:326–33.
155. McCarty DE, Carrubba S, Chesson AL, Frilot C, Gonzalez-Toledo E, Marino AA. Electromagnetic hypersensitivity: evidence for a novel neurological syndrome. Int J Neurosci 2011;121:670–6.
156. Szemerszky R, Koteles F, Lihi R, Bardos G. Polluted places or polluted minds? An experimental sham-exposure study on background psychological factors of symptom formation in 'Idiophatic Environmental Intolerance attributed to electromagnetic fields'. Int J Hyg Environ Health 2010;213: 387–94.
157. Nevelsteen S, Legros JJ, Crasson M. Effects of information and 50 Hz magnetic fields on cognitive performance and reported symptoms. Bioelectromagnetics 2007;28:53–63.
158. Ishihara I, Ikushima M, Horikawa J, Haraga M, Kawamoto R, Murase C, et al. A very low level of magnetic field exposure does not affect a participant's mental fatigue and stress as much as VDT work. J UOEH 2005;27:25–40.
159. Crasson M, Legros JJ. Absence of daytime 50 Hz, 100 microT(rms) magnetic field or bright light exposure effect on human performance and psychophysiological parameters. Bioelectromagnetics 2005;26:225–33.
160. Mueller CH, Krueger H, Schierz C. Project NEMESIS: perception of a 50 Hz electric and magnetic field at low intensities (laboratory experiment). Bioelectromagnetics 2002;23:26–36.
161. Stenberg B, Bergdahl J, Edvardsson B, Eriksson N, Linden G, Widman L. Medical and social prognosis for patients with perceived hypersensitivity to electricity and skin symptoms related to the use of visual display terminals. Scand J Work Environ Health 2002;28:349–57.

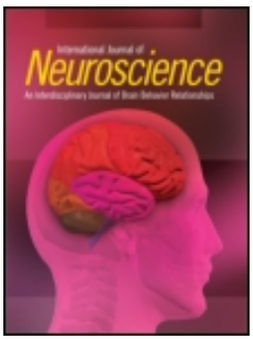
162. Lyskov E, Sandström M, Hansson Mild K. Provocation study of persons with perceived electrical hypersensitivity and controls using magnetic field exposure and recording of electrophysiological characteristics. Bioelectromagnetics 2001; 22:457–62.
163. Lonne-Rahm S, Andersson B, Melin L, Schultzberg M, Arnetz B, Berg M. Provocation with stress and electricity of patients with "sensitivity to electricity". J Occup Environ Med 2000;42:512–6.
164. Flodin U, Seneby A, Tegenfeldt C. Provocation of electric hypersensitivity under everyday conditions. Scand J Work Environ Health 2000;26:93–8.
165. Oftedal G, Nyvang A, Moen BE. Long-term effects on symptoms by reducing electric fields from visual display units. Scand J Work Environ Health 1999;25:415–21.
166. Crasson M, Legros JJ, Scarpa P, Legros W. 50 Hz magnetic field exposure influence on human performance and psychophysiological parameters: two double-blind experimental studies. Bioelectromagnetics 1999;20:474–86.
167. Sandström M, Lyskov E, Berglund A, Medvedev S, Hansson Mild K. Neurophysiological effects of flickering light in patients with perceived electrical hypersensitivity. J Occup Environ Med 1997;39:15–22.
168. Andersson B, Berg M, Arnetz BB, Melin L, Langlet I, Liden S. A cognitive-behavioral treatment of patients suffering from "electric hypersensitivity". Subjective effects and reactions in a double-blind provocation study. J Occup Environ Med 1996;38: 752–8.
169. Toomingas A. Provocation of the electromagnetic distress syndrome. Scand J Work Environ Health 1996;22:457–8.
170. Johansson O, Hilliges M, Bjornhagen V, Hall K. Skin changes in patients claiming to suffer from "screen dermatitis": a two-case open-field provocation study. Exp Dermatol 1996;3:234–8.
171. Gamberale F, Olson BA, Eneroth P, Lindh T, Wennberg A. Acute effects of ELF electromagnetic fields: a field study of linesmen working with 400 kV power lines. Br J Ind Med 1989;46:729–37.
172. Wolters C, Harzem J, Witthöft M, Gerlach AL, Pohl A. Somatosensory illusions elicited by sham electromagnetic field exposure: experimental evidence for a predictive processing account of somatic symptom perception. Psychosom Med. 2021;83:94–100.
173. Yang L, Zhang C, Chen Z, Li C, Wu T. Functional and network analyses of human exposure to long-term evolution signal. Environ Sci Pollut Res Int 2021;5:5755–73.
174. Gao P, Zheng FZ, He MD, Li M, Deng P, Zhou Z, et al. An experimental study of effects of media implication on self-report symptoms related with MP use. Front Public Health 2020; 8:175.
175. Bräscher AK, Schulz SM, Van den Bergh O, Witthöft M. Prospective study of nocebo effects related to symptoms of idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF). Environ Res 2020;190:110019.
176. Loughran SP, Verrender A, Dalecki A, Burdon CA, Tagami K, Park J, et al. Radiofrequency electromagnetic field exposure and the resting EEG: exploring the thermal mechanism hypothesis. Int J Environ Res Publ Health 2019;16:e1505.
177. Eltiti S, Wallace D, Russo R, Fox E. Symptom presentation in idiopathic environmental intolerance with attribution to electromagnetic fields: evidence for a nocebo effect based on data re-analyzed from two previous provocation studies. Front Psychol 2018;9:1563.
178. Verrender A, Loughran SP, Dalecki A, Freudenstein F, Croft RJ. Can explicit suggestions about the harmfulness of EMF exposure exacerbate a nocebo response in healthy controls? Environ Res 2018;166:409–17.
179. Verrender A, Loughran SP, Anderson V, Hillert L, Rubin GJ, Oftedal G, et al. IEI-EMF provocation case studies: a novel approach to testing sensitive individuals. Bioelectromagnetics 2018;39:132–43.
180. Andrianome S, Gobert J, Hugueville L, Stéphan-Blanchard E, Telliez F, Selmaoui B. An assessment of the autonomic nervous system in the electrohypersensitive population: a heart rate variability and skin conductance study. J Appl Physiol (1985) 2017;123:1055–62.
181. Bräscher AK, Raymaekers K, Van den Bergh O, Witthöft M. Are media reports able to cause somatic symptoms attributed to Wi-Fi radiation? An experimental test of the negative expectation hypothesis. Environ Res 2017;156:265–71.
182. Burgess AP, Fouquet NC, Seri S, Hawken MB, Heard A, Neasham D, et al. Acute Exposure to Terrestrial Trunked Radio (TETRA) has effects on the electroencephalogram and electrocardiogram, consistent with vagal nerve stimulation. Environ Res 2016;150: 461–9.
183. Verrender A, Loughran SP, Dalecki A, McKenzie R, Croft RJ. Pulse modulated radiofrequency exposure influences cognitive performance. Int J Radiat Biol 2016;92:603–10.
184. Bamiou DE, Ceranic B, Vickers D, Zamyslowska-Szmytke E, Cox R, Chadwick P, et al. Mobile telephone use effects on perception of verticality. Bioelectromagnetics 2015;36:27–34.
185. S, Wallace D, Russo R, Fox E. Aggregated data from two double-blind base station provocation studies comparing individuals with idiopathic environmental intolerance with attribution to electromagnetic fields and controls. Bioelectromagnetics 2015; 36:96–107.
186. Malek F, Rani KA, Rahim HA, Omar MH. Effect of short-term mobile phone base station exposure on cognitive performance, body temperature, heart rate and blood pressure of Malaysians. Sci Rep 2015;5:13206.
187. Sauter C, Eggert T, Dorn H, Schmid G, Bolz T, Marasanov A, et al. Do signals of a hand-held TETRA transmitter affect cognitive performance, well-being, mood or somatic complaints in healthy young men? Results of a randomized double-blind cross-over provocation study. Environ Res 2015;140:85–94.
188. Dorn H, Schmid G, Eggert T, Sauter C, Bolz T, Danker-Hopfe H. Experimental investigation of possible warmth perception from a head exposure system for human provocation studies with TETRA handset-like signals. Bioelectromagnetics 2014;35: 452–8.
189. Choi SB, Kwon MK, Chung JW, Park JS, Chung K, Kim DW. Effects of short-term radiation emitted by WCDMA mobile phones on teenagers and adults. BMC Publ Health 2014;14:438.
190. Vecsei Z, Csatho A, Thuroczy G, Hernadi I. Effect of a single 30 min UMTS mobile phone-like exposure on the thermal pain threshold of young healthy volunteers. Bioelectromagnetics 2013;34:530–41.
191. Loughran SP, Benz DC, Schmid MR, Murbach M, Kuster N, Achermann P. No increased sensitivity in brain activity of adolescents exposed to mobile phone-like emissions. Clin Neurophysiol 2013;124:1303–8.
192. Witthöft M, Rubin GJ. Are media warnings about the adverse health effects of modern life self-fulfilling? An experimental

study on idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF). J Psychosom Res 2013;74: 206–12.
193. Schmid MR, Murbach M, Lustenberger C, Maire M, Kuster N, Achermann P, et al. Sleep EEG alterations: effects of pulsed magnetic fields versus pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields. J Sleep Res 2012;21:620–9.
194. Schmid MR, Loughran SP, Regel SJ, Murbach M, Bratic Grunauer A, Rusterholz T, et al. Sleep EEG alterations: effects of different pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields. J Sleep Res 2012;21:50–8.
195. Kwon MK, Choi JY, Kim SK, Yoo TK, Kim DW. Effects of radiation emitted by WCDMA mobile phones on electromagnetic hypersensitive subjects. Environ Health 2012;11:1–8.
196. Wallace D, Eltiti S, Ridgewell A, Garner K, Russo R, Sepulveda F, et al. Cognitive and physiological responses in humans exposed to a TETRA base station signal in relation to perceived electromagnetic hypersensitivity. Bioelectromagnetics 2012; 33:23–39.
197. Mortazavi SM, Mahbudi A, Atefi M, Bagheri SH, Bahaedini N, Besharati A. An old issue and a new look: electromagnetic hypersensitivity caused by radiations emitted by GSM mobile phones. Technol Health Care 2011;19:435–43.
198. Nieto-Hernandez R, Williams J, Cleare AJ, Landau S, Wessely S, Rubin GJ. Can exposure to a terrestrial trunked radio (TETRA)-like signal cause symptoms? A randomised double-blind provocation study. Occup Environ Med 2011;68:339–44.
199. Lindholm H, Alanko T, Rintamäki H, Kännälä S, Toivonen T, Sistonen H, et al. Thermal effects of mobile phone RF fields on children: a provocationstudy. Prog Biophys Mol Biol 2011;107: 399–403.
200. Kwon MK, Nam KC, Lee da S, Jang KH, Kim DW. Effects of RF fields emitted from smart phones on cardio-respiratory parameters: a preliminary provocation study. In: 2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Boston, MA IEEE; 2011:1961–4 pp., ISBN 9781457715891.
201. Havas M, Marrongelle J, Pollner B, Kelley E, Rees CR, Tully L. Provocation study using heart rate variability shows microwave radiation from 2.4 GHz cordless phone affects autonomic nervous system. In: Non-thermal effects and mechanisms of interaction between electromagnetic fields and living matter Mattioli 1885; 2010:273–300 pp.
202. Wallace D, Eltiti S, Ridgewell A, Garner K, Russo R, Sepulveda F, et al. Do TETRA (airwave) base station signals have a short-term impact on health and well-being? A randomized double-blind provocation study. Environ Health Perspect 2010;118: 735–41.
203. Riddervold IS, Kjaergaard SK, Pedersen GF, Andersen NT, Franek O, Pedersen AD, et al. No effect of TETRA hand portable transmission signals on human cognitive function and symptoms. Bioelectromagnetics 2010;31:191–9.
204. Augner C, Florian M, Pauser G, Oberfeld G, Hacker GW. GSM base stations: short-term effects on well-being. Bioelectromagnetics 2009;30:73–80.
205. Furubayashi T, Ushiyama A, Terao Y, Mizuno Y, Shirasawa K, Pongpaibool P, et al. Effects of short-term W-CDMA mobile phone base station exposure on women with or without mobile phone related symptoms. Bioelectromagnetics 2009;30: 100–13.
206. Eltiti S, Wallace D, Ridgewell A, Zougkou K, Russo R, Sepulveda F, et al. Short-term exposure to mobile phone base station signals does not affect cognitive functioning or physiological measures in individuals who report sensitivity to electromagnetic fields and controls. Bioelectromagnetics 2009; 30:556–63.
207. Curcio G, Ferrara M, Limongi T, Tempesta D, Di Sante G, De Gennaro L, et al. Acute mobile phones exposure affects frontal cortex hemodynamics as evidenced by functional near-infrared spectroscopy. J Cerebr Blood Flow Metabol 2009;29: 903–10.
208. Wiholm C, Lowden A, Kuster N, Hillert L, Arnetz BB, Akerstedt T, et al. Mobile phone exposure and spatial memory. Bioelectromagnetics 2009;30:59–65.
209. Leitgeb N, Schröttner J, Cech R, Kerbl R. EMF-protection sleep study near mobile phone base stations. Somnologie (Somnology) 2008;12:234–43.
210. Nieto-Hernandez R, Rubin GJ, Cleare AJ, Weinman JA, Wessely S. Can evidence change belief? Reported mobile phone sensitivity following individual feedback of an inability to discriminate active from sham signals. J Psychosom Res 2008;65: 453–60.
211. Stovner LJ, Oftedal G, Straume A, Johnsson A. Nocebo as headache trigger: evidence from a sham-controlled provocation study with RF fields. Acta Neurol Scand Suppl 2008;188:67–71.
212. Kleinlogel H, Dierks T, Koenig T, Lehmann H, Minder A, Berz R. Effects of weak mobile phone – electromagnetic fields (GSM, UMTS) on well-being and resting EEG. Bioelectromagnetics 2008;29:479–87.
213. Johansson A, Forsgren S, Stenberg B, Wilen J, Kalezic N, Sandström M. No effect of mobile phone-like RF exposure on patients with atopic dermatitis. Bioelectromagnetics 2008;29: 353–62.
214. Riddervold IS, Pedersen GF, Andersen NT, Pedersen AD, Andersen JB, Zachariae R, et al. Cognitive function and symptoms in adults and adolescents in relation to rf radiation from UMTS base stations. Bioelectromagnetics 2008;29: 257–67.
215. Landgrebe M, Frick U, Hauser S, Langguth B, Rosner R, Hajak G, et al. Cognitive and neurobiological alterations in electromagnetic hypersensitive patients: results of a case-control study. Psychol Med 2008;38:1781–91.
216. Landgrebe M, Hauser S, Langguth B, Frick U, Hajak G, Eichhammer P. Altered cortical excitability in subjectively electrosensitive patients: results of a pilot study. J Psychosom Res 2007;62:283–8.
217. Arnetz BB, Akerstedt T, Hillert L, Lowden A, Kuster N, Wiholm C. The Effects of 884 MHz GSM wireless communication signals on self-reported symptom and sleep (EEG) – an experimental provocation study. PIERS Online 2007;3:1148–50.
218. Wiholm C, Lowden A, Hillert L, Kuster N, Arnetz BB, Akerstedt T, et al. The effects of 884 MHz GSM wireless communication signals on spatial memory performance: an experimental provocation study. In: PIERS Proceedings, Prague, Czech Republic the Electromagnetics Academy; 2007:526–9 pp., ISBN 9781934142028.
219. Eltiti S, Wallace D, Ridgewell A, Zougkou K, Russo R, Sepulveda F, et al. Does short-term exposure to mobile phone base station signals increase symptoms in individuals who report sensitivity to electromagnetic fields? A double-blind randomized provocation study. Environ Health Perspect 2007;115:1603–8.

220. Heinrich S, Ossig A, Schlittmeier S, Hellbrück J. Electromagnetic fields of a UMTS mobile phone base station and possible effects on health – results from an experimental field study [Elektromagnetische Felder einer UMTS-Mobilfunkbasisstation und mögliche Auswirkungen auf die Befindlichkeit – eine experimentelle Felduntersuchung]. Umweltmed Forsch Prax 2007;12:171–80.
221. Hinrichs H, Heinze HJ. High frequency GSM-1800 fields with various modulations and field strengths: No short term effect on human awake EEG. Edition Wissenschaft 2006;23:1–12.
222. Regel SJ, Negovetic S, Röösli M, Berdinas V, Schuderer J, Huss A, et al. UMTS base station-like exposure, well-being, and cognitive performance. Environ Health Perspect 2006;114: 1270–5.
223. Nam KC, Kim SW, Kim SC, Kim DW. Effects of RF exposure of teenagers and adults by CDMA cellular phones. Bioelectromagnetics 2006;27:509–14.
224. Leitgeb N, Schröttner J, Cech R, Kerbl R. Investigation of sleep disorders in the vicinity of high frequency transmitters. Biomed Tech (Berl) 2004;49:186–93.
225. Zwamborn AP, Vossen SH, van Leersum BJ, Ouwens MA, Makel WN. Effects of global communication system radio-frequency fields on well being and cognitive functions of human subjects with and without subjective complaints. TNO Reports; 2003:1–89 pp.
226. Blackmore SJ, Rose N. Testing the bioelectric shield. Alternative Ther Health Med 2002;8:62–7.
227. David E, Reissenweber J, Wojtysiak A. On the phenomenon of electromagnetic hypersensitivity. Umweltmed Forsch Prax 2002;7:7–16.
228. Hocking B, Westerman R. Neurological changes induced by a mobile phone. Occup Med (Lond) 2002;52:413–5.
229. Borbely AA, Huber R, Graf T, Fuchs B, Gallmann E, Achermann P. Pulsed high-frequency electromagnetic field affects human sleep and sleep electroencephalogram. Neurosci Lett 1999;275: 207–10.
230. Braune S, Wrocklage C, Raczek J, Gailus T, Lucking CH. Resting blood pressure increase during exposure to a radio-frequency electromagnetic field. Lancet 1998;351:1857–8.
231. Radon K, Maschke C. Hypersensitivity to electricity. Umweltmed Forsch Prax 1998;3:125–9.
232. Söderqvist F, Carlberg M, Hansson Mild K, Hardell L. Exposure to an 890-MHz mobile phone-like signal and serum levels of S100B and transthyretin in volunteers. Toxicol Lett 2009;189:63–6.
233. Andrianome S, Hugueville L, de Seze R, Selmaoui B. Increasing levels of saliva alpha amylase in electrohypersensitive (EHS) patients. Int J Radiat Biol. 2017;93:841–8.
234. Balakrishnan K, Murali V, Rathika C, Manikandan T, Malini RP, Kumar RA, et al. Hsp70 is an independent stress marker among frequent users of mobile phones. J Environ Pathol Toxicol Oncol 2014;33:339–47.
235. Dahmen N, Ghezel-Ahmadi D, Engel A. Blood laboratory findings in patients suffering from self-perceived electromagnetic hypersensitivity (EHS). Bioelectromagnetics 2009;30:299–306.
236. Markova E, Hillert L, Malmgren L, Persson BR, Belyaev IY. Microwaves from GSM mobile telephones affect 53BP1 and gamma-H2AX foci in human lymphocytes from hypersensitive and healthy persons. Environ Health Perspect 2005;113:1172–7.
237. Belpomme D, Campagnac C, Irgaray P. Reliable disease biomarkers characterizing and identifying electrohypersensitivity and multiple chemical sensitivity as two etiopathogenic aspects of a unique pathological disorder. Rev Environ Health 2015;30:251–71.
238. Irigaray P, Lebar P, Belpomme D. How ultrasonic cerebral tomosphygmography can contribute to the diagnosis of electrohypersensitivity. J Clin Diagn Res 2018;6:1.
239. Irigaray P, Caccamo D, Belpomme D. Oxidative stress in electrohypersensitivity self-reporting patients: results of a prospective in vivo investigation with comprehensive molecular analysis. Int J Mol Med 2018;42:1885–98.
240. Salford LG, Brun A, Eberhardt JL, Persson BR. Permeability of the blood-brain barrier induced by 915 MHz electromagnetic radiation, continuous wave and modulated at 8, 16, 50 and 200 Hz. Bioelectrochem Bioenerg 1993;30:293–301.
241. Nittby H, Brun A, Eberhardt J, Malmgren L, Persson BRR, Salford LG. Increased blood–brain barrier permeability in mammalian brain 7 days after exposure to the radiation from a GSM-900 mobile phone. Pathophysiology 2009;16:103–12.
242. Tang J, Zhang Y, Yang L, Chen Q, Tan L, Zuo S, et al. Exposure to 900 MHz electromagnetic fields activates the mkp-1/ERK pathway and causes blood-brain barrier damage and cognitive impairment in rats. Brain Res 2015;1601:92–101.
243. Leszczynski D, Joenväärä S, Reivinen J, Kuokka R. Non-thermal activation of the hsp27/p38MAPK stress pathway by mobile phone radiation in human endothelial cells: molecular mechanism for cancer – and blood-brain barrier-related effects. Differentiation 2002;70:120–9.
244. Greco F Technical assessment of ultrasonic cerebral tomosphygmography and new scientific evaluation of its clinical interest for the diagnosis of electrohypersensitivity and multiple chemical sensitivity. Diagnostics (Basel) 2020; 10:427.
245. Foray N, Colin C, Bourguignon M. 100 Years of individual radiosensitivity: how we have forgotten the evidence. Radiology 2012;264:627–31.
246. Bourguignon MH, Gisone PA, Perez MR, Michelin S, Dubner D, Di Giorgio M, et al. Genetic and epigenetic features in radiation sensitivity. Part I: cell signalling in radiation response. Eur J Nucl Med Mol Imag 2005; 32:229–46.
247. Bourguignon MH, Gisone PA, Perez MR, Michelin S, Dubner D, Di Giorgio M, et al. Genetic and epigenetic features in radiation sensitivity. Part II: implications for clinical practice and radiation protection. Eur J Nucl Med Mol Imag 2005: 32:351–68.
248. Rees JL. The genetics of sun sensitivity in humans. Am J Hum Genet 2004;75:739–51.
249. Kelly DA, Young AR, McGregor JM, Seed PT, Potten CS, Walker SL. Sensitivity to sunburn is associated with susceptibility to ultraviolet radiation-induced suppression of cutaneous cell-mediated immunity. J Exp Med 2000;191:561–6.
250. Barnett SB, Rott HD, ter Haar GR, Ziskin MC, Maeda K. The sensitivity of biological tissue to ultrasound. Ultrasound Med Biol 1997;23:805–12.
251. Nylund R, Leszczynski D. Mobile phone radiation causes changes in gene and protein expression in human endothelial cell lines and the response seems to be genome- and proteome-dependent. Proteomics 2006;6:4769–80.
252. Remondini D, Nylund R, Reivinen J, Poulletier de Gannes F, Veyret B, Lagroye I, et al. Gene expression changes in human cells after exposure to mobile phone microwaves. Proteomics 2006;6:4745–54.

253. Martin C, Percevault F, Ryder K, Sani E, Le Cun JC, Zhadobov M, et al. Effects of radiofrequency radiation on gene expression: a study of gene expressions of human keratinocytes from different origins. Bioelectromagnetics 2020;41:552–7.
254. Schmiedchen K, Driessen S, Oftedal G. Methodological limitations in experimental studies on symptom development in individuals with idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF) – a systematic review. Environ Health 2019;18:88.
255. Ledent M, Vatovez B, Pirard W, Bordarie J, Prignot N, Oftedal G, et al. Co-designed exposure protocol in the study of idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields. Bioelectromagnetics 2020;41:425–37.
256. Benedetti F, Carlino E, Pollo A. How placebos change the patient's brain. Neuropsychopharmacology 2011;36:339–54.
257. Tinnermann A, Geuter S, Sprenger C, Finsterbusch J, Büchel C. Interactions between brain and spinal cord mediate value effects in nocebo hyperalgesia. Science 2017;358:105–8.
258. Leszczynski D. The Grand Challenge: use of a new approach in developing policies in the area of radiation and health. Front Public Health 2014;2:50.
259. Beard DJ, Rees JL, Cook JA, Rombach I, Cooper C, Merritt N, et al. Arthroscopic subacromial decompression for subacromial shoulder pain (CSAW): a multicentre, pragmatic, parallel group, placebo-controlled, three-group, randomised surgical trial. Lancet 2018;391:329–38.
260. Paavola M, Malmivaara A, Taimela S, Kanto K, Inkinen J, Kalske J, et al. Subacromial decompression versus diagnostic arthroscopy for shoulder impingement: randomised, placebo surgery controlled clinical trial. BMJ 2018;362:k2860.
261. Bingel U, Wanigasekera V, Wiech K, Mhuircheartaigh RN, Lee MC, Ploner M, et al. The effect of treatment expectation on drug efficacy: imaging the analgesic benefit of the opioid Remifentanil. Sci Transl Med 2011;3:70ra14.
262. Davis KD, Aghaeepour N, Ahn AH, Angst MS, Borsook D, Brenton A, et al. Discovery and validation of biomarkers to aid the development of safe and effective pain therapeutics: challenges and opportunities. Nat Rev Neurol 2020;16: 381–400.
263. Karinen A, Heinävaara S, Nylund R, Leszczynski D. Mobile phone radiation might alter protein expression in human skin. BMC Genom 2008;9:77.

Supplementary Material: The online version of this article offers supplementary material (https://doi.org/10.1515/REVEH-2021-0038).



International Journal of Neuroscience

ISSN: 0020-7454 (Print) 1543-5245 (Online) Journal homepage: http://www.tandfonline.com/loi/ines20

Electromagnetic Hypersensitivity: Evidence for a Novel Neurological Syndrome

David E. McCarty, Simona Carrubba, Andrew L. Chesson Jr., Clifton Frilot II, Eduardo Gonzalez-Toledo & Andrew A. Marino

To cite this article: David E. McCarty, Simona Carrubba, Andrew L. Chesson Jr., Clifton Frilot II, Eduardo Gonzalez-Toledo & Andrew A. Marino (2011) Electromagnetic Hypersensitivity: Evidence for a Novel Neurological Syndrome, International Journal of Neuroscience, 121:12, 670-676, DOI: 10.3109/00207454.2011.608139

To link to this article: http://dx.doi.org/10.3109/00207454.2011.608139

Accepted author version posted online: 28 Jul 2011.
Published online: 05 Sep 2011.

Submit your article to this journal

Article views: 515

View related articles

Citing articles: 1 View citing articles

Full Terms & Conditions of access and use can be found at
http://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=ines20

Download by: [88.95.49.89] **Date:** 12 April 2016, At: 05:50

International Journal of Neuroscience, 121, 670–676, 2011
Copyright © 2011 Informa Healthcare USA, Inc.
ISSN: 0020-7454 print / 1543-5245 online
DOI: 10.3109/00207454.2011.608139

informa
healthcare

Electromagnetic Hypersensitivity: Evidence for a Novel Neurological Syndrome

David E. McCarty,[1] Simona Carrubba,[1] Andrew L. Chesson, Jr.,[1] Clifton Frilot, II,[2] Eduardo Gonzalez-Toledo,[3] and Andrew A. Marino[1]

[1]*Department of Neurology, LSU Health Sciences Center, Shreveport, Louisiana, USA*
[2]*School of Allied Health Sciences, LSU Health Sciences Center, Shreveport, Louisiana, USA*
[3]*Department of Radiology, LSU Health Sciences Center, Shreveport, Louisiana, USA*

ABSTRACT

Objective: We sought direct evidence that acute exposure to environmental-strength electromagnetic fields (EMFs) could induce somatic reactions (EMF hypersensitivity). *Methods*: The subject, a female physician self-diagnosed with EMF hypersensitivity, was exposed to an average (over the head) 60-Hz electric field of 300 V/m (comparable with typical environmental-strength EMFs) during controlled provocation and behavioral studies. *Results*: In a double-blinded EMF provocation procedure specifically designed to minimize unintentional sensory cues, the subject developed temporal pain, headache, muscle twitching, and skipped heartbeats within 100 s after initiation of EMF exposure ($p < .05$). The symptoms were caused primarily by field transitions (off–on, on–off) rather than the presence of the field, as assessed by comparing the frequency and severity of the effects of pulsed and continuous fields in relation to sham exposure. The subject had no conscious perception of the field as judged by her inability to report its presence more often than in the sham control. *Discussion*: The subject demonstrated statistically reliable somatic reactions in response to exposure to subliminal EMFs under conditions that reasonably excluded a causative role for psychological processes. *Conclusion*: EMF hypersensitivity can occur as a *bona fide* environmentally inducible neurological syndrome.

KEYWORDS: electromagnetic fields, evoked potentials, hypersensitivity, provocation study, sensory transduction, sleep study

Downloaded by [88.95.49.89] at 05:50 12 April 2016

INTRODUCTION

Man-made electromagnetic fields (EMFs) such as those produced by cell phones, powerlines, or computers are ubiquitous in the general and workplace environments. About 3%–5% of the population subjectively associates acute or subacute exposure to EMFs with departures from normal function or feeling (EMF hypersensitivity) (Levallois, Neutra, Lee, & Hristova, 2002; Schreier, Huss, & Röösli, 2006). The prevalence of self-reported EMF hypersensitivity has usually been attributed to somatization disorders (Rubin, Das Munshi, & Wessely, 2005; Rubin, Nieto-Hernandez, & Wessely, 2010).

A possible nonpsychological basis for EMF hypersensitivity was provided by the discovery of the ability of human beings to detect weak EMFs, as evidenced by the occurrence of field-onset and field-offset brain potentials (Carrubba, Frilot, Chesson, & Marino, 2007), and the induction of steady-state changes in brain electrical activity that persisted during the presence of the field (Marino, Carrubba, Frilot, Chesson, & Gonzalez-Toledo, 2010). The underlying mechanism of field sensory transduction appears to be an electric-force-sensitive ion channel (Marino, Carrubba, Frilot, & Chesson, 2009). Animal studies suggest that the electroreceptor cells and/or afferent processing cells are located in the brain stem (Frilot, Carrubba, & Marino, 2009, 2011).

Despite the physiological and biophysical evidence that could explain at least some cases of human somatic responses to EMFs without invoking psychological processes (Carrubba et al., 2007; Frilot et al., 2009, 2011; Marino et al., 2009, 2010), direct evidence of nonpsychological EMF hypersensitivity is lacking. Our purpose was to determine whether EMFs could

Received 25 May 2011

Address correspondence to Andrew A. Marino, Ph.D., Department of Neurology, LSU Health Sciences Center, P.O. Box 33932, Shreveport, LA 71130-3932, USA. E-mail: amarino@lsuhsc.edu

Copyright Taylor & Francis 2011
Not for Sale, Commercial Distribution
Unauthorised use is prohibited.
Authorised users may download, display, view or print a single copy for personal use

produce symptomatic responses in a putatively hypersensitive subject while appropriately controlling for chance, confounders, and somatization.

METHODS

Subject

In the context of ongoing human, animal, and biophysical studies involving EMF sensory transduction in our laboratory, we were contacted by a 35-year-old female physician with multiple neurologic and somatic symptoms including headaches, hearing and visual disturbances, subjective sleep disturbances and nonrestorative sleep, and musculoskeletal complaints, all of which she reported could be precipitated by exposure to environmental EMFs and abated by withdrawal from the fields. Among the environmental triggering sources she identified were cell phones, computers, powerlines, and various common electrical devices. During extensive interviews she credibly explained the reasons for her belief that EMFs from common environmental sources could provoke her symptoms.

After she agreed to medical tests appropriate for evaluating her medical condition, she was admitted as a patient on the neurology service and underwent a physical exam including a comprehensive neurologic exam, a clinical electroencephalogram (EEG) exam, a noncontrast magnetic resonance (MR) imaging of the brain, an overnight sleep study (with video and expanded EEG montage) in which the resulting polysomnogram was scored in accordance with standardized rules (American Academy of Sleep Medicine, 2007), a standard laboratory evaluation of serum electrolytes and blood chemistries, liver function tests, serum fasting cortisol, and complete blood count, and direct evaluations of her EMF sensitivity in a series of EMF provocation and behavioral studies (see below). The institutional review board at the LSU Health Sciences Center approved all experimental procedures, and the subject gave her written informed consent.

EMF Exposure

The subject sat in a comfortable wooden chair with her eyes closed, and uniaxial 60-Hz (unless noted otherwise) sinusoidal electric fields were generated by applying a voltage to parallel 49-cm square metal plates spaced 36 cm apart (Figure 1). The equipment that controlled the field was located outside the subject's view and emitted no visual or auditory stimuli. The background electric field (the field present irrespective of whether or not a voltage was applied to the parallel plates) was about 1 V/m throughout the region occupied by the subject (HI-

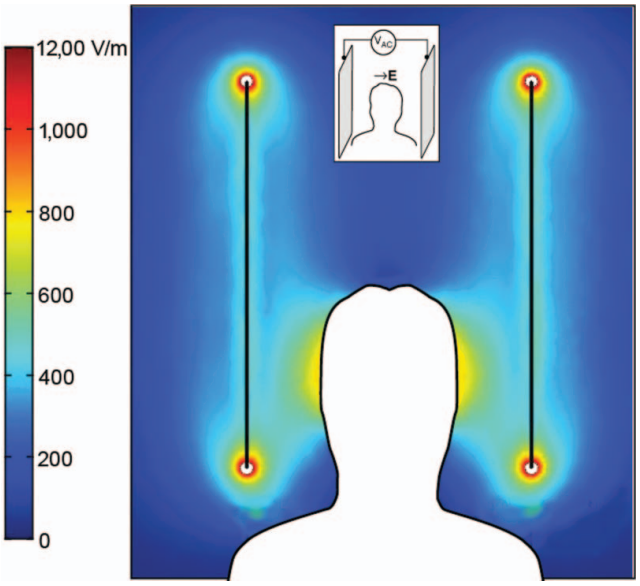


FIGURE 1. Spatial distribution of the external electric field (E) in the mid-sagittal plane. E was generated by applying $V_{AC} = 100$ volts to parallel metal plates while the subject was electrically isolated (insert), and calculated at all points in the subject's environment. Average E surrounding the head was about 300 V/m.

3603, Holaday, Eden Prairie, MN, USA). The plate arrangement did not produce magnetic fields. The continuously present background 60-Hz magnetic field was 0.1 mG, and the geomagnetic field was 599.8 mG, 68.4° below the horizontal component (component along the direction of the applied field, 360.5 mG) (MAG-03, Bartington, GMW, Redwood City, CA, USA). High-frequency signals from cell-phone towers and other distant antennae (1–10 GHz) were less than 0.1 μW/cm^2 (the background fields in the sleep-study room were similar; (Spectran, Aaronia, Euscheid, Germany).

In the provocation studies the electric field was applied for 100-s intervals with a duty cycle of 50% and a repetition rate of 10 Hz, which resulted in alternating field-on and field-off pulses of 100 ms (pulsed field); a continuous field (100% duty cycle) was used in one of the provocation studies. Duty cycle, pulse structure, and interval length were regulated by a microcontroller programmed to produce the desired signals. When the duty cycle was 50%, the actual EMF stimuli consisted of (1) 10 onset stimuli per second × 100 s = 1,000 field-onset stimuli per interval; (2) an equal number of field-offset stimuli; and (3) the presence of the EMF for a total of 50 s. When the duty cycle was 100%, there was only one field-onset stimulus and one field-offset stimulus, and the EMF was present for 100 s. In the behavioral studies, the electric field was applied in trials consisting of a 2-s epoch when a pulsed field was applied (50%

Downloaded by [88.95.49.89] at 05:50 12 April 2016

© 2011 Informa Healthcare USA, Inc.

duty cycle, 10-Hz repetition rate) and a 10-s field-free control epoch.

Field Strength

The applied electric field was significantly distorted by the subject's body, resulting in strong inhomogeneities in the field surrounding the subject. To overcome the problem of measuring the external field, we used Maxwell's laws to calculate it at every point in the subject's vicinity. The subject was modeled as an electrically isolated composite of rectangular solids representing the trunk and lower extremities and an ellipsoid representing the head. The assumed conductivity was 1 S/m. The total electric field at every point was determined for $V_{AC} = 100$ V using finite-element analysis consisting of approximately 10^6 elements; a more detailed mesh was automatically generated in the head region (Multiphysics, Comsol, Los Angeles, CA, USA). The peak external electric field was about 1,000 V/m (see Figure 1); the average field was about 300 V/m around the head and less than 50 V/m around the body. The peak and average field strength and duration of exposure were far below the levels generally recognized as capable of producing physiological effects in human subjects (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, 1998).

The external electric field resulted in an induced internal electric field in the brain in accordance with physical law. The strength of the induced brain electric field was comparable with that induced by environmental-strength power-frequency electric and magnetic fields (Carrubba, Frilot, Chesson, & Marino, 2010; Carrubba, Frilot, Hart, Chesson, & Marino, 2009).

Somatic Responses

A pulsed field (50% duty cycle) was applied for 100 s in 10 independent field-exposure intervals. The controls were ten 100-s sham-exposure intervals during which a field was not applied. The order of the field and sham intervals was determined randomly. The environmental conditions during the field-exposure and sham-exposure intervals were identical except that the wires carrying the plate voltage were disconnected during the sham-exposure intervals. At the end of each interval the subject was questioned by an interviewer blinded to whether or not the field had been applied and asked to describe any symptoms she developed during the interval, whether or not the symptoms had persisted into the interview period. She was queried using descriptive terms she had employed. Whenever she reported symptoms, commencement of the next interval was delayed until she reported that they had abated.

We used a pulsed field because we expected it would result in a stronger symptomatic response compared with a continuous field (Carrubba, Frilot, Chesson, & Marino, 2008; Frilot et al., 2011). To test this reasoning, we performed a second study to assess whether the subject developed a differential symptomatic response to the pulsed and continuous fields. The subject was exposed or sham exposed for 100-s intervals and immediately after each interval was interviewed as described above. A sham (S) field, continuous (C) field (100% duty cycle), and pulsed (P) field (50% duty cycle, 10 Hz) were applied, and the SCP pattern was repeated five times. The subject was blinded regarding the use of different EMFs; from her perspective, the laboratory procedures were identical to those followed in the first study. The interviewer was aware that the effects of C and P fields were being compared but was blinded regarding the actual sequence of the fields.

Behavioral Responses

We considered the possibility that any symptomatic response might be a result of the combined processes of conscious awareness of the EMF followed by a somatization reaction based on a fear that EMFs were harmful. We approached the issue by determining whether the subject could consciously perceive a field when it was presented in multiple independent trials. A field having the same strength and spatial distribution as previously (Figure 1) was applied in a series of trials each of which consisted of a 2-s epoch during which a pulsed field (50% duty cycle, 10-Hz repetition rate) was applied and a 10-s field-free control epoch. Eight independent sequences were employed, each with 30–50 trials. In three sequences, the frequency was 60 Hz; in two, it was 1 kHz; and in three others, the respective frequencies were 10, 100, and 500 kHz.

The subject held a small plastic box that housed a buzzer, a button labeled YES and another button labeled NO. In the middle of each on and off epoch the buzzer emitted a 4-kHz tone at 60 dB that lasted 100 ms, and she was instructed to press the YES or NO button whenever she heard the tone, depending on whether or not she had any conscious sensation of a field at that moment. Employing a custom-designed virtual instrument (LabView, National Instruments, Austin, TX, USA), we determined the number of YES and NO responses in the presence and absence of the field in each sequence. In addition, four sham sequences (minimum of 30 trials in each) were conducted in which a field was not applied. The subject had no knowledge that an off–on pattern was being used in the field sequences or that some sequences consisted of sham exposure.

Downloaded by [88.95.49.89] at 05:50 12 April 2016

TABLE 1. Polysomnography results. Comparison with usual night, per patient: "Same as usual." No epileptiform activity noted during arousals associated with unintended gross motor activity. Normal REM-related atonia

	Subject	Normal range
Sleep latency	6 min	13.4 ± 10.1 (Hirshkowitz, Moore, Hamilton, Rando, & Karacan, 1992)
Stage N1 sleep	13.8%	3%–8% (Chokroverty, Thomas, & Bhatt, 2005)
Stage N2 sleep	51.8%	44%–55% (Chokroverty et al., 2005)
Stage N3 sleep	23.6%	10%–15% (Chokroverty et al., 2005)
Stage R sleep	10.7%	20%–25% (Chokroverty et al., 2005)
REM latency	150.5 min	57%–66 min (Pressman, 2002)
WASO index	6/hr	1.3 ± 0.8 (Hirshkowitz et al., 1992)
WASO total	40.5 min	10.7 ±11 min (Naifeh, Severinghaus, & Kamiya, 1987)
Total sleep time	340.5 min	340.0 ± 70 (Hirshkowitz et al., 1992)
Sleep efficiency	88%	86.4% ± 11.6% (Hirshkowitz et al., 1992)
Arousal index	34.2/hr	16.8 ± 6.2 (Bonnet & Arand, 2007)
PLM index	7.8/hr	< 5/hr (Nicolas, Michaud, Lavigne, & Montplaisir, 1999)
AH index	0.2/hr	< 5/hr (American Academy of Sleep Medicine, 2005)

Note: REM, rapid eye movement; WASO, wake after sleep onset; PLM, periodic limb movement; AH, apnea/hypopnea.

Downloaded by [88.95.49.89] at 05:50 12 April 2016

Statistics

The frequencies of the somatic and behavioral responses in the presence and absence of the field were evaluated using the chi-square test (2 × 2 tables) or the Freeman–Halton extension of the Fisher exact probability test (2 × 3 tables; Freeman & Halton, 1951).

RESULTS

Clinical Studies

The patient's physical examination was unremarkable. The presence of frequent subjective awakenings from sleep, sometimes with unintended gross motor activity such as muscle twitching and leg jerking, prompted clinical concern for a sleep-related movement disorder, parasomnia, or nocturnal epilepsy. The polysomnogram revealed significant sleep fragmentation and discontinuity (Table 1) but no evidence of significant sleep-disordered breathing, nocturnal epilepsy, or abnormal rapid-eye-movement-related (REM-related) atonia. Periodic limb movements were noted but did not appear to be a major sleep-disrupting force.

Standard and 24-hr video-accompanied EEG recordings revealed normal-appearing background rhythms and no epileptiform activity. EEG performed in the presence of active cellular telephone use provoked a right-sided headache, but produced no unusual EEG waveforms. The MR image revealed evidence of cortical dysplasia in the right temporal lobe, and right parietal polygyria, both without interval change when compared with a study performed 19 months earlier. Laboratory evaluation for common metabolic/endocrine problems and blood count abnormalities was unremarkable.

Somatic Responses

The sequence and characteristics of the symptomological and behavioral experiments are shown in Table 2.

The question of a relation between the presence of the field and the occurrence of symptoms was directly addressed by interviewing the subject immediately following 100-s field-exposure or sham-exposure intervals; both the interviewer and the subject were blinded regarding the exposure condition. During the interviews, the subject reported a range of symptoms including localized pain in her jaw, ear, or the side of her head, a more diffuse head pain, and muscle pain or twitching in the hip, neck, and back. Sometimes she qualified the symptom as "strong" or "mild," and sometimes she denied all symptoms. We grouped the symptoms related to localized head pain as "temporal pain," those related to diffuse head pain as "headache," and those related to muscle effects as "muscle pain/twitching." Symptoms reported more rarely were indicated explicitly (see Table 3a). The subject consistently reported pronounced symptoms that occurred during the field intervals, particularly in intervals 7, 13, 14, 15, and 18. In the sham intervals, she reported no symptoms in intervals 4, 6, 8, 16, and 20; weak temporal pain in intervals 2, 3, and

TABLE 2. Sequence and characteristics of experiments

Experiment	Electric field Condition	No. of trials	Trial Duration (sec)	Response
1	Pulsed	10	100	Symptoms
	Sham	10	100	
2	Pulsed	5	100	Symptoms
	Continuous	5	100	
	Sham	5	100	
3	Pulsed	300	1	Behavior
	Sham	150	1	

© 2011 Informa Healthcare USA, Inc.

TABLE 3. Evaluation of the relation between presentation of a pulsed electric field and the development of symptoms. (a) Results from the individual 100-s exposure intervals. (b) Summary table

(a)	Interval no.	Condition	Result
	1	Pulsed field	Temporal pain
	2	Sham	Mild temporal pain
	3	Sham	Mild temporal pain
	4	Sham	No symptoms
	5	Pulsed field	Temporal pain; headache
	6	Sham	No symptoms
	7	Pulsed field	Skipped heartbeats; feeling unease
	8	Sham	No symptoms
	9	Pulsed field	Headache
	10	Sham	Mild headache
	11	Pulsed field	Temporal pain
	12	Sham	Mild headache
	13	Pulsed field	Muscle twitch; feeling unease
	14	Pulsed field	Strong headache
	15	Pulsed field	Strong headache
	16	Sham	No symptoms
	17	Pulsed field	Stiff neck
	18	Pulsed field	Muscle twitch; temporal pain
	19	Sham	Mild temporal pain
	20	Sham	No symptoms

		Symptoms		
(b)	Field condition	None	Mild	≥ Mild
	Sham	5	5	0
	Pulsed field*	0	0	10

*$p < .05$.

TABLE 4. Evaluation of the comparative effect of continuous and pulsed fields relative to a sham field on the development of symptoms. (a) Results from individual 100-s exposure intervals. (b) Summary table

(a)	Interval no.	Condition	Result
	1	Sham	No symptoms
	2	Continuous field	No symptoms
	3	Pulsed field	Temporal pain
	4	Sham	No symptoms
	5	Continuous field	No symptoms
	6	Pulsed field	Mild headache
	7	Sham	Mild headache
	8	Continuous field	Muscle twitch
	9	Pulsed field	Severe pain
	10	Sham	No symptoms
	11	Continuous field	Temporal pain
	12	Pulsed field	Headache; muscle twitch
	13	Sham	No symptoms
	14	Continuous field	Mild temporal pain
	15	Pulsed field	Mild temporal pain

		Symptoms		
(b)	Condition	None	Mild	≥Mild
	Sham	4	1	0
	Continuous field	2	0	3
	*Pulsed field	0	2	3

*$p < .05$.

19; and a weak headache in intervals 10 and 12. The field and sham distributions of symptoms differed significantly ($p < .05$; see Table 3b).

In a second study, the relative role of EMF changes (number of onsets and offsets) and steady-state presence of the EMF were directly addressed by interviewing the subject immediately following 100-s exposure intervals in which either a pulsed field or a continuous field was presented. She was queried regarding her symptoms as previously and reported symptoms in both field intervals (see Table 4a). The symptoms triggered by the pulsed field were more intense compared with the sham control ($p < .05$; see Table 4b); the symptoms triggered by the continuous field did not differ from the sham control ($p = .16$). The subject reported no symptoms in four of five sham intervals (intervals 1, 4, 10, 13).

Behavioral Responses

The possible influence of conscious awareness of the EMF on the development of symptoms was investigated by assessing whether the subject could consciously perceive the field. A total of 300 independent trials involving carrier frequencies of 60 Hz to 500 kHz were used; the controls consisted of 150 sham trials. The results did not depend on the carrier frequency, and consequently the data were combined for analysis (see Table 5).

The subject failed to respond to the tone seven times while the field was on and seven times while it was off, resulting in a total of 293 responses for each of the two conditions. There were no missed responses in the sham trials. The overall YES response rate in the field trials was $(51/586) \times 100 = 8.7\%$. The occurrence of a YES response was significantly associated with the presence of the field ($p < .05$; see Table 5a), but the sensitivity of the YES responses was low ($[32/(32 + 261)] \times 100 = 11\%$). The YES response rate in the sham trials was slightly higher than that seen in the field trials ($[27/273] \times 100 = 9.9\%$) (see Table 5b).

Downloaded by [88.95.49.89] at 05:50 12 April 2016

Table 5. Evaluation of conscious perception of a pulsed electric field. The subject's responses during the presence (on) and absence (off) of the field, respectively

		Pulsed field	
(a)	Response	On	Off
	Yes*	32	19
	No	261	274
		Sham	
(b)	Response	On	Off
	Yes	15	12
	No	135	138

*$p < .05$.

DISCUSSION

Appropriately controlled provocation studies are required to establish the existence of EMF hypersensitivity and to understand the relative importance of psychological and nonpsychological processes in mediating any observed symptoms. A working laboratory definition of EMF hypersensitivity formulated in symptomological terms is therefore needed to permit recognition of hypersensitivity reactions when they occur. In previous provocation studies, the assumption was made that true hypersensitive subjects would exhibit more or less the same symptoms in response to repeated provocations. The assumption led to experimental designs that involved averaging across exposed and control groups, which is an inherently insensitive statistical procedure for detecting real but variable responses (Rubin et al., 2005, 2010). The assumption is particularly inapplicable to EMF hypersensitivity because intrasubject and intersubject variabilities are its salient features (Levallois et al., 2002; Schreier et al., 2006). We defined EMF hypersensitivity as the occurrence of any medically recognized symptom in response to provocation using an environmentally relevant EMF; there was no requirement that the same symptom must reoccur when the EMF provocation was repeated. This definition avoided the problem of masking real effects and more appropriately matched the laboratory procedure to the known characteristics of EMF hypersensitivity (Levallois et al., 2002; Schreier et al., 2006). We focused on a single self-reported subject and employed a procedure in which she served as her own control. While controlling for artifacts, chance, and somatization, the question whether she reliably exhibited *any* symptomatic responses to an EMF was addressed; the alternative hypothesis was that she did not exhibit EMF-triggered symptoms. The laboratory conditions were controlled in such a way that a putative role of psychological processes could reasonably be identified.

The subject developed symptoms in association with the presentation of a pulsed electric field significantly ($p < .05$) more often than could reasonably be explained on the basis of chance (see Table 3). Several considerations suggested that the statistical link was a true causal association with a subliminal EMF. First, the subject's environment was carefully controlled to avoid putative confounding factors. The testing took place in an acoustically quiet environment, and the presence of uncontrolled environmental EMFs was nil. The environmental conditions during the field-exposure and sham-exposure intervals were identical except that during the sham-exposure intervals, at a point far removed from the subject's field of view, the wires carrying the plate voltage were disconnected. A key aspect of our laboratory procedure was the elimination of sensory cues that could serve as conscious markers of the electric field leading to a somatization reaction. All appropriate precautions were taken to eliminate potential confounders. Second, the occurrence of symptoms was significantly associated with the type of EMF (see Table 4). The symptomatic response was associated with the pulsed EMF, which maximized occurrence of the number of transient changes in the EMF (off–on and on–off), not with the presence of the field, as expected on the basis of prior animal studies where the issue of somatization was irrelevant (Frilot et al., 2011). Finally, in a behavioral study specifically designed to assess awareness of the field, YES response rates were 8.7% and 9.9% in the field and sham conditions, respectively, which provided no evidence for a psychological role in the development of the subject's symptoms. We therefore conclude with a reasonable level of certainty that the causal association we found between the presence of the EMF and the subject's symptoms was mediated by a subconscious neural process. Although chance was an unlikely explanation for the association, that possibility could not be excluded. The existence of the neurological syndrome reported here was previously suspected but not documented.

The mechanism for the subject's symptoms of headache, visual disturbances, and somatic musculoskeletal discomfort following exposure to EMFs is unknown. On the basis of clinical evaluation, intermittent seizure activity is not a credible explanation, although a deeper epileptic focus with partial seizure activity may have escaped the detection of surface EEG electrodes. The abnormal findings in the subject's medical workup included the abnormal MR image (cortical dysplasia and polygyric changes) and extensive sleep discontinuity and fragmentation manifested in the overnight polysomnogram; the possible association of these

Downloaded by [88.95.49.89] at 05:50 12 April 2016

© 2011 Informa Healthcare USA, Inc.

findings with the subject's syndrome of EMF hypersensitivity is unknown.

Our aim here was to concentrate on the previously unaddressed question whether acute exposure to weak EMF could produce real but not precisely predictable somatic effects mediated by nonpsychological processes. Within the limitations of the study, we concluded that we demonstrated the neurological syndrome in the subject we studied. The question of whether EMF hypersensitivity is a significant public-health problem was not addressed here. The EMF we employed was equivalent in strength and pulse structure to EMFs pervasively present in the environment (Levallois et al., 2002; Schreier et al., 2006), and our results were consistent with the possibility that environmental EMFs can directly trigger clinical symptoms. Nevertheless resolution of the public-health issue depends on a deeper understanding of how internal EMFs caused by environmental EMFs are related to physiological process and of the role of psychological factors and comorbidities in the exposed population in exacerbating the processes resulting in disease.

***Declaration of interest*:** The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of the paper.

REFERENCES

American Academy of Sleep Medicine. (2005). *The International Classification of Sleep Disorders: Diagnostic and Coding Manual, 2nd ed*. Westchester, IL.

American Academy of Sleep Medicine. (2007). *The AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events: Rules, Terminology and Technical Specifications*. Author.

Bonnet, M. H., & Arand, D. L. (2007). EEG arousal norms by age. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, *3*, 275–276.

Carrubba, S., Frilot, C., Chesson, Jr., A. L., & Marino, A. A. (2007). Evidence of a nonlinear human magnetic sense. *Neuroscience*, *144*, 356–367.

Carrubba, S., Frilot II, C., Chesson, Jr., A. L., & Marino, A. A. (2008). Method for detection of changes in the EEG induced by the presence of sensory stimuli. *Journal of Neuroscience Methods*, *173*, 41–46.

Carrubba, S., Frilot II, C., Chesson, Jr., A. L., & Marino, A. A. (2010). Numerical analysis of recurrence plots to detect effect of environmental-strength magnetic fields on human brain electrical activity. *Medical Engineering & Physics*, *32*(8), 898–907.

Carrubba, S., Frilot II, C., Hart, F. X., Chesson, Jr., A. L., & Marino, A. A. (2009). The electric field is a sufficient physical determinant of the human magnetic sense. *International Journal of Radiation Biology*, *85*, 622–632.

Chokroverty, S., Thomas, R. J., & Bhatt, M. (2005). *Atlas of Sleep Medicine, 1st ed*. Philadelphia, PA: Elsevier.

Freeman, G. H., & Halton, J. H. (1951). Note on exact treatment of contingency, goodness of fit and other problems of significance. *Biometrika*, *38*, 141–149.

Frilot II, C., Carrubba, S., & Marino, A. A. (2009). Magnetosensory function in rats: Localization using positron emission tomography. *Synapse*, *63*, 421–428.

Frilot II, C., Carrubba, S., & Marino, A. A. (2011). Transient and steady-state magnetic fields induce increased fluorodeoxyglucose uptake in the rat hindbrain. *Synapse*, *65*, 617–623.

Hirshkowitz, M., Moore, C. A., Hamilton, 3rd, C. R., Rando, K. C., & Karacan, I. (1992). Polysomnography of adults and elderly: Sleep architecture, respiration, and leg movement. *Journal of Clinical Neurophysiology*, *9*(1), 56–62.

Iber, C., Ancoli-Israel, S., Chesson, A., & Quan, S. F. (2007). The AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events: Rules, Terminology and Technical Specifications, Westchester, American Academy of Sleep Medicine.

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. (1998). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields. *Health Physics*, *74*, 494–522.

Levallois, P., Neutra, R., Lee, G., & Hristova, L. (2002). Study of self-reported hypersensitivity to electromagnetic fields in California. *Environmental Health Perspectives*, *110*(Suppl. 4), 619–623.

Marino, A. A., Carrubba, S., Frilot, C., & Chesson, Jr., A. L. (2009). Evidence that transduction of electromagnetic field is mediated by a force receptor. *Neuroscience Letters*, *452*, 119–123.

Marino, A. A., Carrubba, S., Frilot II, C., Chesson, Jr., A. L., & Gonzalez-Toledo, E. (2010). Simulated MR magnetic field induces steady-state changes in brain dynamics: Implications for interpretation of functional MR studies. *Magnetic Resonance in Medicine*, *64*, 349–357.

Naifeh, K. H., Severinghaus, J. W., & Kamiya, J. (1987). Effect of aging on sleep-related changes in respiratory variables. *Sleep*, *10*(2), 160–171.

Nicolas, A., Michaud, M., Lavigne, G., & Montplaisir, J. (1999). The influence of sex, age and sleep/wake state on characteristics of periodic leg movements in restless legs syndrome patients. *Clinical Neurophysiology*, *110*, 1168–1174.

Pressman, M. R. (2002). *Primer of Polysomnogram Interpretation*. Boston, MA: Butterworth Heinemann.

Rubin, G. J., Das Munshi, J., & Wessely, S. (2005). Electromagnetic hypersensitivity: A systematic review of provocation studies. *Psychosomatic Medicine*, *67*, 224–232.

Rubin, J., Nieto-Hernandez, R., & Wessely, S. (2010). Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics*, *31*, 1–11.

Schreier, N., Huss, A., & Röösli, M. (2006). The prevalence of symptoms attributed to electromagnetic field exposure: A cross-sectional representative survey in Switzerland. *Sozial- und Präventivmedizin*, *51*, 202–209.

Downloaded by [88.95.49.89] at 05:50 12 April 2016

Environmental Research 186 (2020) 109445

Contents lists available at ScienceDirect

Environmental Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/envres

Electromagnetic hypersensitivity (EHS, microwave syndrome) – Review of mechanisms

Yael Stein (MD)[a,b,*], Iris G. Udasin (MD)[c]

[a] Pain Clinic, Department of Anesthesiology and Critical Care Medicine, Hebrew University-Hadassah Medical Center, Jerusalem, Israel
[b] Electromagnetic Radiation Clinic, Hebrew University-Hadassah Medical Center, Jerusalem, Israel
[c] EOHSI Clinical Center, Rutgers University- School of Public Health, NJ, USA

ARTICLE INFO

Keywords:
Electromagnetic fields
EMF
Electrosmog
EHS
Electrohypersensitivity
Electrical sensitivity
Microwave syndrome
Environmental sensitivities
Bioeffects
Human
Mechanisms
Cell phones
Microwaves
Radiofrequency
RF
ELF
Apoptosis
Public health
Precautionary principle

ABSTRACT

Electromagnetic hypersensitivity (EHS), known in the past as "Microwave syndrome", is a clinical syndrome characterized by the presence of a wide spectrum of non-specific multiple organ symptoms, typically including central nervous system symptoms, that occur following the patient's acute or chronic exposure to electromagnetic fields in the environment or in occupational settings. Numerous studies have shown biological effects at the cellular level of electromagnetic fields (EMF) at magnetic (ELF) and radio-frequency (RF) frequencies in extremely low intensities. Many of the mechanisms described for Multiple Chemical Sensitivity (MCS) apply with modification to EHS. Repeated exposures result in sensitization and consequent enhancement of response. Many hypersensitive patients appear to have impaired detoxification systems that become overloaded by excessive oxidative stress. EMF can induce changes in calcium signaling cascades, significant activation of free radical processes and overproduction of reactive oxygen species (ROS) in living cells as well as altered neurological and cognitive functions and disruption of the blood-brain barrier. Magnetite crystals absorbed from combustion air pollution could have an important role in brain effects of EMF. Autonomic nervous system effects of EMF could also be expressed as symptoms in the cardiovascular system. Other common effects of EMF include effects on skin, microvasculature, immune and hematologic systems. It is concluded that the mechanisms underlying the symptoms of EHS are biologically plausible and that many organic physiologic responses occur following EMF exposure. Patients can have neurologic, neuro-hormonal and neuro-psychiatric symptoms following exposure to EMF as a consequence of neural damage and over-sensitized neural responses. More relevant diagnostic tests for EHS should be developed. Exposure limits should be lowered to safeguard against biologic effects of EMF. Spread of local and global wireless networks should be decreased, and safer wired networks should be used instead of wireless, to protect susceptible members of the public. Public places should be made accessible for electro-hypersensitive individuals.

1. Background and introduction

Electromagnetic hypersensitivity (EHS), known in the past as "Microwave syndrome", is a clinical condition characterized by a broad spectrum of non-specific multiple organ systems that typically occur after a person's exposure to electromagnetic fields (EMF) from the environment. Numerous studies have shown biological effects at the cellular level of electromagnetic fields (EMF) at magnetic (ELF) and radio-frequency (RF) frequencies in extremely low intensities. Sensitivity to EMF, a systemic human response to chronic low intensity radio frequency (RF) exposure, was first reported by Soviet medical researchers in the 1950's, who named it "neurotic syndrome" (Johnson Liakouris, 1998; Silverman, 1973). The symptoms are similar to those reported by patients with multiple chemical sensitivity (MCS) and include central nervous system symptoms, including headache, fatigue, stress, sleep disturbance, "brain fog", short term memory disturbances, irritability, emotional lability and anxiety. Other symptoms that are often experienced by patients include nausea, chest pain, palpitations, shortness of breath, muscle aches, reduced libido, decreased appetite, and skin reactions (Pollack and Healer, 1967; Dodge, 1969; Glaser, 1972; Irvine, 2005; Mild et al., 2004; Eltiti et al., 2007; McCarty et al., 2011; Baliatsas et al., 2012; Havas, 2013). The clinical syndrome was named "idiopathic environmental intolerance to electromagnetic fields" by the World Health Organization at its 2004 Prague workshop. In Sweden, "Electromagnetic Hypersensitivity" or EHS is an officially recognized functional impairment (Johansson, 2006).

* Corresponding author. Pain Clinic, Department of Anesthesiology and Critical Care Medicine, Hebrew University-Hadassah Medical Center, Jerusalem, Israel.
E-mail address: yael.stein1@mail.huji.ac.il (Y. Stein).

https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109445
Received 2 August 2018; Accepted 25 March 2020
Available online 30 March 2020
0013-9351/ © 2020 Published by Elsevier Inc.

The United States government issued reports in the 1970's and 1980's addressing occupational exposure to EMF. Workers with increased duration of exposure to EMF experienced headache, sleep disturbance, moodiness, depression, memory impairment, increased perspiration and decreased libido (Dwyer and Leeper, 1978). Lerner (1980) followed a cohort of 1300 workers. Those with relatively low-level EMF exposure experienced a doubling of neuropsychiatric symptoms. Those workers who were exposed to higher levels of EMF experienced a tripling of neuropsychiatric symptoms (Pall, 2016). Workers who installed wireless smart meters outside homes report increase in insomnia, tinnitus, pressure in the head, and difficulty concentrating which increased in severity with increased exposure (Conrad, 2013).

Bergqvist et al. (1997) described three stages in development of EHS: in the first stage transient symptoms appear and decline, in the second stage the symptoms persist with increased duration or intensity, or increased number of symptoms and in the third stage disabling neurologic symptoms are triggered after even low levels of exposure to EMF. The Austrian Medical Association (2012) recognizes sleep problems, muscle and joint issues, headaches, difficulty concentrating, memory problems, as well as tinnitus and sensation of pressure within the ears. Hutter et al. (2010) noted tinnitus in a subgroup of cell phone users that used their phone on the ipsilateral side for 4 years and longer (OR 1.95; CI 1.00–3.8). Use of cell phones for more than 60 min per day over at least four years has been associated with subjective symptoms of ear warmth and tinnitus, which is thought to be associated with ear damage (Panda et al., 2010).

The most common complaint of people with exposure to EMF form cellphones is headache (Yakymenko et al., 2011, 2015). showed an increase in prevalence of headaches and earaches (63.6%) in cell phone users who talk over 3 h per day, compared to 20% in subjects who spoke on cell phones for less than 15 min per day. Szyjkowska et al. (2014) reported similar findings where 62% of adult cell phone users reported headaches while speaking on a cell phone. A study of Indian medical students found that 22% of cell phone users reported headaches and 91% had ear aches if they were talking on a cell phone more than 2 h per day. Headaches and ear aches were also experienced in this cohort if they were using cell phones for social media, games, and video (Datta et al., 2016). An intervention study performed in Egypt showed that prevalence of headaches, decreased concentration and insomnia in students improved after decreased use of cell phones (Mohamed et al., 2014). A study in China showed that children between the ages of 9–12 owning a cell phone for more than a year doubled the prevalence of headache and sleep disorders (Zheng et al., 2015).

Belpomme and Irigaray have compiled a database of more than 2000 self-reported cases of EHS and/or Multiple Chemical Sensitivity (MCS) patients. The authors list the symptoms reported by their patients: "*headache, tinnitus, hyperacusis, dizziness, balance disorder, superficial and/ordeep sensibility abnormalities, fibromyalgia, vegetative nerve dysfunction, and reduced cognitivecapability, including immediate memory loss, attention–concentration deficiency, and eventuallytempo-spatial confusion. These symptoms were associated with chronic insomnia, fatigue, anddepressive tendency, in addition to emotional lability and sometimes irritability.*"

Each patient's specific symptom profile was repeatedly and consistently reported by the patient upon exposure to EMF sources, even of weak intensity, and regressed or gradually disappeared after they left these presumed sources.

The symptoms described above are largely self-reported but cause significant discomfort and potential disability in both adults and children. The present review discusses sources of exposure and measurements of exposure as well as objective measurements/clinical testing to explain symptoms and health effects experienced in patients who are exposed to EMF.

2. Exposure

Exposure to EMF has been described in 2008–9 as between 10 and 15 times higher than the earth's natural magnetic field (Röösli, 2008; Nittby et al., 2009). Specifically around the 1 GHz frequency band, exposures have risen by approximally 10^{18} times natural levels (Bandara and Carpenter, 2018). In 2010, it was estimated that more than 2 billion people use cell phones worldwide (Soffritti, 2010). The electromagnetic fields that people are potentially exposed to are generated by a variety of devices that are present in the environment or devices used by people including cell phones. Examples of artificial EMFs in the Radio Frequency (RF) range in the environment include mobile phones, antennas, and base stations (2G, 3G, 4G technology), and specific telecommunications systems and devices including Global system for mobile (GSM), universal mobile telecommunications systems, long term evolution, microwave radio lines, standard digital enhanced cordless telephony, cordless phones, laptops, tablets, e-readers, wireless internet networks (Wi-Fi), Wireless local area network (LAN), video display units, radio, television, wireless video game consoles, and wireless meters of water and gas usage. 5G technology is currently under development and will potentially add to exposure. Exposure sources of lower frequency electromagnetic fields include high tension power lines, electrical installations, fluorescent lamps, and photocopy machines (Kaszuba-Zwoińska et al., 2015; De Luca et al., 2014; Belyaev et al., 2016).

3. Physiologic evidence of health effects

Several studies cite abnormalities in neuropsychiatric testing in patients who report neuropsychiatric symptoms after exposure. Reeves (2000) reported on 34 US Air Force personnel who were exposed to RF at intensities greater than permissible exposure limits. The young men reported acute neurologic symptoms after exposure and standardized neuropsychiatric testing indicated that two thirds of the subjects exhibited findings consistent with antisocial personality, mild organic brain syndrome, anxiety, and tendency towards somatization (Carpenter, 2015).

Other studies indicate changes in cerebral blood flow and brain glucose metabolism which can be demonstrated using positron emission tomography (PET) imaging (Volkow et al., 2011). Volkow was able to demonstrate in healthy human volunteers that a 50-min cell phone conversation was associated with increased brain metabolism in the brain lesion closest to the cell phone antenna, compared with no exposure. Several studies (Haarala et al., 2003; Huber et al., 2002, 2005) showed changes in findings on PET imaging of the brain. Huber et al. (2005) was able to show that if the cell phone is further from the ear there are decreased changes in cerebral blood flow.

Belpomme et al. (2015) looked for specific brain pathologic alterations in 727 EHS and MCS patients. Regular cerebral MRI and carotid ultrasounds were generally normal in the patients examined. The authors then measured the brain blood flow in the temporal lobes of both cerebral hemispheres of the patients. This was done by using echo doppler and measuring pulsations in the brain. The author found that in comparison to normal subjects, cerebral pulsatility was decreased in MCS and EHS patients, and that the pulsatility was almost abolished in the temporal lobes. While these measurements may be non-specific, they do represent potential changes in brain function in these patients. In their updated paper, Belpomme and Irigaray reproduced their findings using ultrasonic cerebral tomosphygmography and transcranial Doppler ultrasonography in a much larger database of over 2000 patients (Belpomme and Irigaray, 2020). They summarized that many of the patients have a defect in the middle cerebral artery hemodynamics, and localized a *tissue pulsometric index deficiency* in the capsulo-thalamic area of the temporal lobes. The authors suggest this localized finding demonstrates objective evidence of biological involvement of the limbic system and the thalamus.

Belpomme and Irigaray demonstrated low-grade inflammation EHS patients. Hypersensitive C reactive protein (hs-CRP) was found to be increased in 12–15% of the patients, histamine in 30-40%, immunoglobulin E (IgE) in 20–25% patients with no proven allergy, and heat-shock protein 27 (HSP 27) and HSP-70 in 12–30% of the patients. Autoantibodies against O-myelin were detected in the peripheral blood in about 20% of the patients. An increase in S100B protein was seen in 15–20% of the patients and an increase in nitrosative stress-relatednitrotyrosine (NTT) in 8–30%. The authors concluded that the findings suggest an *autoimmune response against the white matter of the nervous system* in these patients. 79% of EHS patients presented with an increase in at least one of the studied oxidative/nitrosative stress-related biomarkers in their peripheral blood: thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), oxidized glutathione (GSSG), and/or NTT oxidative stress biomarkers. 15% of the patients had all 3 biomarkers, 21% had two of the biomarkers and an additional 43% had only one biomarker. Levels of 24-h urine 6-hydroxymelatonin (6-OHMS, a melatonin metabolite) /creatinine ratio was normal or significantly decreased in 88% of cases, and significantly increased in 12% of the patients. The authors suggested that the low levels could result from utilization of melatonin as a free radical scavenger.

There is some evidence of objective cardiovascular changes after exposure to EMF. Havas (2013) and Tuengler and von Klitzing (2013) reviewed the literature and cited occupational studies of workers with excess exposure to EMF who had higher frequency of resting and 24-h ECG abnormalities and an excess of ventricular premature beats.

4. Mechanisms

Many of the mechanisms described for Multiple Chemical Sensitivity (MCS) apply with modification to EHS. Repeated exposures result in sensitization and consequent enhancement of response (Overstreet, 2001; Latremoliere and Woolf, 2009; Molot, 2013; Sage, 2015). Many hypersensitive patients appear to have impaired detoxification systems that become overloaded by excessive oxidative stress (Korkina, 2009; De Luca et al., 2014). Patients can have neurologic, neuro-hormonal and neuro-psychiatric symptoms following exposure to EMF as a consequence of neural damage and over-sensitized neural responses (Dwyer and Leeper, 1978; Pall, 2016). EMF can induce changes in calcium signaling cascades (Liboff, 1984; Blackman et al., 1985; Smith et al., 1987; Pall, 2013, 2015), significant activation of free radical processes and overproduction of reactive oxygen species (ROS) in living cells (Irmak et al., 2002; Zmyslony et al., 2004; Friedman et al., 2007; Blank and Goodman, 2009; De Iuliis et al., 2009; Georgiou, 2010; Avci et al., 2012; Jing et al., 2012; Bilgici et al., 2013; Burlaka et al., 2013) as well as altered neurological and cognitive functions (Frey, 1961; Thomas et al., 1986; Carrubba et al., 2007; Nittby et al., 2009; Xu et al., 2010; Molot, 2013; Yakymenko et al., 2016; Pall, 2016; Kim et al., 2017) and disruption of the blood-brain barrier (Salford et al., 2008; Nittby et al., 2009). Magnetite crystals absorbed from combustion air pollution could have an important role in brain effects of EMF (Maher et al., 2016).

5. Conclusion

In the modern world, exposure to electromagnetic radiation has become inescapable. There are many people who develop adverse health effects as a result of exposure to EMF. This review of the literature included numerous self-reported neurologic and neuropsychiatric symptoms which have a temporal relationship to EMF exposures. Further studies suggest that EMF exposure may be associated with changes in cerebral blood flow which correspond to abnormalities on PET scan of the brain. Some of the researchers have even localized the brain abnormalities to the temporal lobe, thought to be the closest site of exposure to cell phones. Because of the widespread use of EMF technology, it is difficult to avoid exposure.

Clearly, many individuals have sensitivity to EMF which decreases the quality of life and often leads to disability. Further research needs to be done to address the safety of cell phones and to use safer access to internet, especially in schools where children are exposed for many hours. More relevant diagnostic tests for EHS should be developed. Exposure limits should be lowered to safeguard against biologic effects of EMF. Spread of local and global wireless networks should be decreased, and safer wired networks should be used instead of wireless, to protect susceptible members of the public. Public places should be made accessible for electrohypersensitive individuals.

Declaration of competing interest

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements

The research on EHS was partly supported by the Environmental Health Trust, USA and by the Yael Pitun Fund for Environmental Research, Israel. The authors thank Dr. Devra Davis for her support and encouragement. We thank Prof. Charles Greenblatt for his persistent discussions on the effects of Magnetite. We thank Amir Bornstein, Dafna Tachover and other EHS sufferers for pushing us to learn more about electrohypersensitivity.

References

Austrian Medical Association, 2012. Guideline of the Austrian Medical Association for the Diagnosis and Treatment of EMF Related Health Problems and Illnesses (EMF Syndrome). Consensus Paper of the Austrian Medical Association's EMF Working Group (AG-EMF). pp. 17. http://www.magdahavas.com/wordpress/wp-content/uploads/2012/06/Austrian-EMF-Guidelines-2012.pdf.

Avci, B., Akar, A., Bilgici, B., Tuncel, O.K., 2012. Oxidative stress induced by 1.8 GHz radio frequency electromagnetic radiation and effects of garlic extract in rats. Int. J. Radiat. Biol. 88, 799–805.

Baliatsas, C., Van Kamp, I., Lebret, E., Rubin, G.J., 2012. Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF): a systematic review of identifying criteria. BMC Publ. Health 12, 643–646.

Bandara, P., Carpenter, D.O., 2018. Planetary electromagnetic pollution: it is time to assess its impact. Lancet. Planet. Health 2 (12). https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30221-3.

Belpomme, D., Irigaray, P., 2020. Electrohypersensitivity as a newly identified and characterized neurologic pathological disorder: how to diagnose, treat, and prevent It. Int. J. Mol. Sci. 21, 1915. https://doi.org/10.3390/ijms21061915.

Belyaev, I., Dean, A., Eger, H., Hubmann, G., Jandrisovits, R., Kern, M., Kundi, M., Moshammer, H., Lercher, P., Müller, K., Oberfeld, G., Ohnsorge, P., Pelzmann, P., Scheingraber, C., Thill, R., 2016. EUROPAEM EMF Guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses. Rev. Environ. Health 31 (3), 363–397.

Belpomme, D., Campagnac, C., Irigaray, P., 2015. Reliable disease biomarkers characterizing and identifying electrohypersensitivity and multiple chemical sensitivity as two etiopathogenic aspects of a unique pathological disorder. Rev. Environ. Health 30 (4), 251–271.

Bergqvist, U., Vogel, E., Solna, D.G.V., 1997. Possible Health Implications of Subjective Symptoms and Electromagnetic Fields: a Report by a European Group of Experts for the European Commission. European Commission DG V, Sweden Report No. 19.

Bilgici, B., Akar, A., Avci, B., Tuncel, O.K., 2013. Effect of 900 MHz radiofrequency radiation on oxidative stress in rat brain and serum. Electromagn. Biol. Med. 32, 9–20.

Blackman, C.F., Benane, S.G., Rabinowitz, J.R., House, D.E., Joines, W.T., 1985. A role for the magnetic field in the radiation-induced efflux of calcium ions from brain tissue in vitro. Bioelectromagnetics 6 (4), 327–337.

Burlaka, A., Tsybulin, O., Sidorik, E., Lukin, S., Polishuk, V., Tsehmistrenko, S., Yakymenko, I., 2013. Overproduction of free radical species in embryonal cells exposed to low intensity radiofrequency radiation. Exp. Oncol. 35 (3), 219–225.

Blank, M., Goodman, R., 2009. Electromagnetic fields stress living cells. Pathophysiology 16 (2/3), 8–71.

Carpenter, D.O., 2015. The microwave syndrome or electro-hypersensitivity: historical background. The microwave syndrome or electro-hypersensitivity: historical background. Rev. Environ. Health 30 (4), 217–222.

Carrubba, S., Frilot, I.I.C., Chesson Jr., A.L., Marino, A.A., 2007. Evidence of a nonlinear human magnetic sense. Neuroscience 144 (1), 356–367.

Conrad, R.H., 2013. Smart Meter Health Effects Survey and Report. . http://www.mainecoalitiontostopsmartmeters.org/wp-content/uploads/2013/02/Exhibit-D-SmartMeter-Health-Effects-Report-w-AppendicesV3-1-9Reduced-Appendices.pdf.

Datta, S., Nelson, V., Simon, S., 2016. Mobile phone use pattern and self-reported health problems among medical students. J. Evol. Med. Dent. Sci. 5 (21), 1116–1119.

De Iuliis, G.N., Newey, R.J., King, B.V., Aitken, R.J., 2009. Mobile phone radiation

induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa *in vitro*. PloS One 4, e6446.
De Luca, C., Thai, J.C.S., Raskovic, D., Cesareo, E., Caccamo, D., Trukhanov, A., Korkina, L., 2014. Metabolic and genetic screening of electromagnetic hypersensitive subjects as a feasible tool for diagnostics and intervention. Mediat. Inflamm. 14 Article ID 924184.
Dodge, C.H., 1969. Clinical and hygienic aspects of exposure to electromagnetic fields. Biological effects and health implications of microwave radiation. A review of the Soviet and Eastern European literature. In: Symposium Proceedings, pp. 17–19 Richmond, VA, September.
Dwyer, M.J., Leeper, D.B., 1978. A Current Literature Report on the Carcinogenic Properties of Ionizing and Nonionizing Radiation. DHEW Publication (NIOSH), pp. 78–134.
Eltiti, S., Wallace, D., Zougkou, K., Russo, R., Joseph, S., Rasor, P., Fox, E., 2007. Development and evaluation of the electromagnetic hypersensitivity questionnaire. Bioelectromagnetics 28, 137–151.
Frey, A.H., 1961. Auditory system response to modulated electromagnetic energy. J. Appl. Phys. 17, 689–692.
Friedman, J., Kraus, S., Hauptman, Y., Schiff, Y., Seger, R., 2007. Mechanism of short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies. Biochem. J. 405 559–68.
Glaser, Z., 1972. Bibliography of Reported Biological Phenomena ('effects') and Clinical Manifestations Attributed to Microwave and Radio-Frequency Radiation. Research Report No. 2, Revised, AD750275. Naval Medical Research Institute, National Naval Medical Center, Bethesda, MD.
Georgiou, C.D., 2010. Oxidative stress-induced biological damage by low-level EMFs: mechanism of free radical pair electron spin-polarization and biochemical amplification. In: In: Giuliani, L., Soffritti, M. (Eds.), Nonthermal Effects and Mechanisms of Interaction between Electromagnetic Fields and Living Matter, vol. 5. Ramazzini institute, Bologna (IT), pp. 63–113 European Journal of Oncology – Library.
Haarala, C., Aalto, S., Hautzel, H., et al., 2003. Effects of a 902 MHz mobile phone on cerebral blood flow in humans. Neuroreport 14 (16), 2019–2023.
Havas, M., 2013. Radiation from wireless technology affects the blood, the heart, and the autonomic nervous system. Rev. Environ. Health 28 (2–3), 75–84.
Huber, R., Treyer, V., Borbely, A.A., Schuderer, J., Gottselig, J.M., Landolt, H.P., Werth, E., Berthold, T., Kuster, N., Buck, A., Achermann, P., 2002. Electromagnetic fields, such as those from mobile phones, alter regional cerebral blood flow and sleep and waking EEG. J. Sleep Res. 11, 289–295.
Huber, R., Treyer, V., Schuderer, J., Berthold, T., Buck, A., Kuster, N., Landolt, H.P., Achermann, P., 2005. Exposure to pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields affects regional cerebral blood flow. Eur. J. Neurosci. 21, 1000–1006.
Hutter, H.P., Moshammer, H., Wallner, P., Cartellieri, M., Denk-Linnert, D.M., Katzinger, M., Ehrenberger, K., Kundi, M., 2010. Tinnitus and mobile phone use. Occup. Environ. Med. 67 (12), 804–808.
Irmak, M.K., Fadillioglu, E., Gulec, M., Erdogan, H., Yagmurca, M., Akyol, O., 2002. Effects of electromagnetic radiation from a cellular telephone on the oxidant and antioxidant levels in rabbits. Cell Biochem. Funct. 20, 279–283.
Irvine, N., 2005. Definition, Epidemiology and Management of Electrical Sensitivity: Report for the Radiation Protection Division of the Health Protection Agency. Oxfordshire, UK Report No. 10.
Jing, J., Yuhua, Z., Xiao-Qian, Y., et al., 2012. The influence of microwave radiation from cellular phone on fetal rat brain. Electromagn. Biol. Med. 31, 57–66.
Johansson, O., 2006. Electrohypersensitivity: state-of-the-art of a functional impairment. Electromagn. Biol. Med. 25, 245–258.
Johnson Liakouris, A.G., 1998. Radiofrequency (RF) sickness in the Lilienfeld study: an effect of modulated microwaves? Arch. Environ. Health 53, 226–228.
Kaszuba-Zwoińska, J., Gremba, J., Gałdzińska-Calik, B., Wójcik-Iotrowicz, K., Thor, P.J., 2015. Electromagnetic field induced biological effects in humans. Przegl. Lek. 72 (11), 636–641.
Kim, J.H., Yu, D.H., Huh, Y.H., Lee, E.H., Kim, H.G., Kim, H.R., 2017. Long-term exposure to 835 MHz RF-EMF induces hyperactivity, autophagy and demyelination in the cortical neurons of mice. Sci. Rep. 7, 41129.
Korkina, L., 2009. The chemical defensive system in the pathobiology of idiopathic environment-associated diseases. Curr. Drug Metabol. 10 (8), 914–931.
Latremoliere, A., Woolf, C.J., 2009. Central sensitization: a generator of pain hypersensitivity by central neural plasticity. J pain. 10 (9), 895–926.
Lerner, E.J., 1980. 1980 RF radiation: biological effects. IEEE Spectrum 17, 51–59.
Liboff, A.R., 1984. Cyclotron resonance in membrane transport. In: Chiabrera, A., NicoliniC, Schwan HP. (Eds.), Interaction between Electromagnetic Fields and Cells. Erice, Italy. NATO ASI Series A97, Plenum, New York, pp. 281–296.
Maher, B.A., Ahmed, I.A.M., Karloukovski, V., MacLaren, D.A., Foulds, P.G., Allsop, D., Mann, D.M.A., Torres-Jardón, R., Calderon-Garciduenas, L., 2016. Magnetite pollution nanoparticles in the human brain. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 113 (39), 10797–10801. https://doi.org/10.1073/pnas.1605941113.
McCarty, D.E., Carrubba, S., Chesson, A.L., Frilot, C., Gonzalez-Toledo, E., Marino, A.A., 2011. Electromagnetic hypersensitivity: evidence for a novel neurological syndrome. Int. J. Neurosci. 121, 670–676.
Mild, K.H., Repacholi, M., van Deventer, E., Ravazzani, P., 2004. Electromagnetic Hypersensitivity: Proceedings, International Workshop on EMF Hypersensitivity. WHO Press, World Health Organization, Prague, Czech Republic9789241594127 2006.
Mohamed, H., Satar, M., Talaat, A., 2014. Effect of instructional guidelines on students, practices regarding safe use of cell phone. Life Sci. J. 11, 486–494.
Molot, J., 2013. 12,000 Canaries Can't Be Wrong. Establishing the New Era of Environmental Medicine. EnviroHealth Publications, Canada.
Nittby, H., Brun, A., Eberhardt, J., Malmgren, L., Persson, B.R., Salford, L.G., 2009. Increased blood-brain barrier permeability in mammalian brain 7 days after exposure to the radiation from a GSM-900 mobile phone. Pathophysiology 16 (2–3), 103–112.
Overstreet, D.H., 2001. A genetic rat model of cholinergic hypersensitivity: implications for chemical intolerance, chronic fatigue, and asthma. Ann. N. Y. Acad. Sci. 933, 92–102.
Pall, M.L., 2013. Electromagnetic fields act via activation of voltage-gated calcium channels to produce beneficial or adverse effects. J. Cell Mol. Med. 17 (8), 958–965.
Pall, M.L., 2015. Review: scientific evidence contradicts findings and assumptions of Canadian safety panel 6: microwaves act through voltage gated calcium channel activation to induce biological impacts a nonthermal levels, supporting a paradigm shift for microwave/lower frequency electromagnetic field action. Rev. Environ. Health 30, 99–116.
Pall, M.L., 2016. Microwave frequency electromagnetic fields (EMFs) produce widespread neuropsychiatric effects including depression. J. Chem. Neuroanat. 75, 43–51.
Panda, N.K., Jain, R., Bakshi, J., Munjal, S., 2010. Audiologic disturbances in long-term mobile phone users. J Otolaryngol Head Neck Surg 39 (1), 5–11.
Pollack, H., Healer, J., 1967. Review of Information on Hazards to Personnel from High-Frequency Electromagnetic Radiation. Internal Note N-451. Institute for Defense Analysis, Research and Engineering Support Division, Arlington, VA IDA/HQ 67-6211, series B.
Reeves, G.I., 2000. Review of extensive workups of 34 patients overexposed to radio-frequency radiation. Aviat Space Environ. Med. 71, 206–215.
Röösli, M., 2008. Radiofrequency electromagnetic field exposure and non-specific symptoms of ill health: a systematic review. Environ. Res. 107, 277–287.
Sage, C., 2015. The implications of non-linear biological oscillations on human electrophysiology forelectrohypersensitivity (EHS) and multiple chemical sensitivity (MCS). Rev. Environ. Health 30 (4), 293–303.
Salford, L.G., Nittby, H., Brun, A., Grafstrom, G., Malmgren, L., Sommarin, M., Eberhardt, J., Widegren, B., Persson, B.R.R., 2008. The mammalian brain in the electromagnetic fields designed by man with special reference to Blood-Brain Barrier function, neuronal damage and possible physical mechanisms. Prog. Theor. Phys. Suppl. (173), 283–309.
Silverman, C., 1973. Nervous and behavioral effects of microwave radiation in humans. Am. J. Epidemiol. 97, 219–224.
Smith, S.D., McLeod, B.R., Liboff, A.R., Cooksey, K., 1987. Calcium cyclotron resonance and diatom mobility. Bioelectromagnetics 8 (3), 215–227.
Soffritti, M., 2010. Preface to. In: In: Giuliani, L., Soffritti, M. (Eds.), Non-thermal Effects and Mechanisms of Interaction between Electromagnetic Fields and Living Matter, vol. 5. Ramazzini institute, Bologna (IT), pp. 63–113. European Journal of Oncology – Library. http://www.icems.eu/papers.htm?f=/c/a/2009/12/15/MNHJ1B49KH.DTL.
Szyjkowska, A., Gadzicka, E., Szymczak, W., Bortkiewicz, A., 2014. The risk of subjective symptoms in mobile phone users in Poland–an epidemiological study. Int. J. Occup. Med. Environ. Health 27 (2), 293–303.
Thomas, J.R., Schrot, J., Liboff, A.R., 1986. Low-intensity magnetic fields alter operant behavior in rats. Bioelectromagnetics 7 (4), 349–357.
Tuengler, A., von Klitzing, L., 2013. Hypothesis on how to measure electromagnetic hypersensitivity. Electromagn. Biol. Med. 32 (3), 281–290.
Volkow, N.D., Tomasi, D., Wang, G.J., Vaska, P., Fowler, J.S., Telang, F., Alexoff, D., Logan, J., Wong, C., 2011. Effects of cell phone radiofrequency signal exposure on brain glucose metabolism. J. Am. Med. Assoc. 305 (8), 808–813.
Xu, S., et al., 2010. Exposure to 1800 MHz radiofrequency radiation induces oxidative damage to mitochondrial DNA in primary cultured neurons. Brain Res. 1311, 189–196.
Yakymenko, I., Sidorik, E., Tsybulin, O., Chekhun, V., 2011. Potential risks of microwaves from mobile phones for youth health. Environ. Health 56 (1), 48–51.
Yakymenko, I., Mor, O., Tsybulin, O., et al., 2015. Subjective symptoms in young cell phone users in Ukraine. Environ. Health (Nagpur) (2), 40–43.
Yakymenko, I., Tsybulin, O., Sidorik, E., Henshel, D., Kyrylenko, O., Kyrylenko, S., 2016. Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation. Electromagn. Biol. Med. 35 (2), 186–202.
Zheng, F., Gao, P., He, M., 2015. Association between mobile phone use and self-reported well-being in children: a questionnaire-based cross-sectional study in Chongqing, China. BMJ open 5 (5), e007302.
Zmyslony, M., Politanski, P., Rajkowska, E., et al., 2004. Acute exposure to 930MHz CW electromagnetic radiation in vitro affects reactive oxygen species level in rat lymphocytes treated by iron ions. Bioelectromagnetics 25, 324–328.

Letter to the Editor

Michael Bevington*

'Proof of EHS beyond all reasonable doubt'. Comment on: Leszczynski D. Review of the scientific evidence on the individual sensitivity to electromagnetic fields (EHS). Rev Environ Health 2021; doi: 10.1515/reveh-2021-0038. Online ahead of print

https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0101
Received July 13, 2021; accepted July 20, 2021;
published online August 2, 2021

Keywords: electromagnetic hypersensitivity; environmental intolerance; scientific proof beyond all doubt.

Proof of EHS beyond all reasonable doubt

Leszczynski's review [1] included two important conclusions. Firstly, the need for the WHO, ICNIRP, ICES and governmental organisations to revise their denial of the link between EHS and electromagnetic fields (EMFs) because the data is of insufficient quality for proof of the lack of causality. Secondly, instead of studying a nocebo effect, research should focus on finding "suitable biochemical and biophysical markers" for symptoms in each EHS individual.

However, the review also stated that "So far, scientists were unable to find causality link between symptoms experienced by sensitive persons and the exposures to EMF". This comprehensive assertion does not seem to reflect all the scientific evidence.

The criteria for proof, here onwards defined as beyond all reasonable doubt, differ between causality for an environmental intolerance (EI), such as EHS, and causality for a bacterial or viral disease. For the latter, there is usually a cellular organism or virion. For an EI, there can be several triggers and pathways affecting many organs, tissues and cells. EI can also be caused by genetics and viruses.

Proof of causality for an EI necessarily depends, as for any cause, on sequential temporality. This temporal sequence is usually evident in a repeatable physiological symptom(s) or change(s) often measurable by an objective marker(s). However, each individual may react differently to a given environmental stimulus. Scientific proof of health causality usually also requires a known mechanism. In the case of an electromagnetic EI such as sunburn or skin cancer from sunshine, individual differences have long been known, while a mechanism in the form of a genetic defect in DNA repair was discovered in 1968.

For EHS, another electromagnetic EI, differences in individuals' symptoms from man-made EMFs have been known since 1733. In 2008 the first genetic variant associated with EMF sensitivity was discovered, the XRCC1 Ex9+16A allele, a DNA repair polymorphism, linked with childhood leukaemia near substations and powerlines [2]. In 2014 it was reported that people with EHS were 9.7 times more likely to have GSTM1 + GSTT1 null genotypes [3], indicating a susceptibility to oxidative stress. This genetic variation can also increase the risk of multiple sclerosis, some cancers, Alzheimer's and asthma, each sometimes associated with EHS. Such genetic variants seem more common at higher than lower latitudes and in women than men, with others associated with higher levels of mercury. EHS symptoms are also associated with some demyelinating neurodegenerative conditions.

A causal link between electrosensitive symptoms and EMF exposures has also been proved for other mechanistic pathways in addition to genetic. Calcium flux through membrane depolarisation was discovered in

*Corresponding author: Michael Bevington, Chair of Trustees, Electrosensitivity UK, London, UK, http://www.es-uk.info/, E-mail: michael@es-uk.info

Open Access. © 2021 Michael Bevington, published by De Gruyter. This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License.

1974, involving the radical pair mechanism at ELF up to MHz, as in modulated cell phone signals. Unmodulated GHz radiofrequency can generate oxidative stress and may act through ferritin, calcium spikes or water modification, but further proof is needed. Other pathways include cryptochromes [4]. Such EMF sensitivity occurs in 100% of people subliminally, and in 30% consciously [5]. Hypersensitivity is associated with the 1.2% severely disabled by EMFs.

Scientific proof also partly depends on repeatability, as in provocation tests, either subliminal or conscious. Such tests were first applied to EHS in the 1980s by Dr Cyril Smith, who originated the term 'Electromagnetic Hypersensitivity', and Dr Jean Munro. Following near-quantum and non-linear insights by Professor Herbert Frölich, they first identified the specific frequencies to which an individual was sensitive. They then reproduced the EMF exposure, proving that positive provocation tests of screened subjects could be repeated accurately. Similar tests were used in 1991 at the Environmental Health Center, Texas, by Dr William Rea, who held the world's first professorship in environmental medicine at the University of Surrey in 1988. These achieved 100% success by screening for specific frequencies and rejecting 84% of subjects without consistent responses [6]. Dr Magda Havas and Professor Andrew Marino confirmed this through similar diagnostic protocols. High accuracy in blinded provocation tests was also recorded for individuals in studies without screening, as at Essex University in 2007, but their individual data were not published and therefore lost in averaging. Some unscreened studies hypothesised without evidence a different condition, namely a nocebo effect or electrophobia, known since 1903, but inapplicable to unaware adults, some of whom suffer physiological EHS.

Further proof of EMF causality for EHS symptoms includes the 20% of subjects known since 1998 to suffer electrosensitivity symptoms during Transcranial Magnetic Stimulation. Likewise, walking fast through magnetic fields near MRI scanners can induce electric currents causing specific EHS symptoms, with a small hypersensitive subset. Similarly, some people are sensitive to geomagnetic disturbances and thunderstorms [7].

Clinical evidence also contributes to proof of EHS. Specific EHS symptoms were identified from 1932 in Eastern Europe and the USSR, usually among people occupationally exposed, such as radar, radio or electricity workers. As EHS spread into the general population with the use of cell phones, Wi-Fi and smart metres, specialist EHS centres assessed greater numbers, such as Professor Dominique Belpomme's in Paris. In 2015 he published the first comprehensive study of objective molecular biomarkers including cerebral blood perfusion scans, showing that EHS is a multi-systemic EI like chemical sensitivity. In 2021 Belpomme led 32 international experts requesting that the WHO acknowledges EHS as a distinct neuropathological disorder and includes it in its International Classification of Diseases [8]. In 2017 Dr Gunnar Heuser published evidence from fMRI scans of brain effects [9]. Similar scans helped convince a 2020 government report that the U.S. diplomats in Cuba were harmed by radiofrequency weapons.

In the 1930s, sufficient proof that adverse health symptoms were caused by non-thermal EMF exposure led to the first radiofrequency guidelines being non-thermal. Non-thermal effects of radiofrequency were shown as primary, with heating secondary. In 1953 sensitivity symptoms were shown to include cancers among radar workers and, from 2004, among people living nearer a cell phone tower compared with those further away, while in 1979 increased leukaemia was found among people living near powerlines. The IARC recognised non-thermal effects by classifying radiofrequency EMFs from cell phones as a 2B carcinogen in 2011. This led to courts from 2012 fining employers, and compensating EHS employees severely affected by non-thermal EMFs.

The scientific proof of the causal link between symptoms and EMF exposures has also been accepted since the 1990s by insurers. They refuse to underwrite EMF risks except as high category like asbestos, another carcinogen. Following Sweden in 2000, like the WHO in 2005, some countries specifically recognise EHS as functionally disabling and requiring accommodation under equality legislation. In 2020 a Dutch appeal judge recognised a person with EHS as an interested party in siting a cell phone tower.

Finally, two of the review's three "essential, but still unanswered" questions – the EMF levels tolerated without conscious adverse effects and the counter-measures to protect people with EHS – were answered in some respects by the EUROPAEM EMF Guideline 2016 [10], subsequently adapted for the International Guidelines on Non-Ionising Radiation of 2018. Typically, public health levels to prevent harm are set 10 to 50 times below the lowest experimentally proven health effects to accommodate exceptionally hypersensitive individuals. However, some non-thermal guidelines include the duration of EMF exposure to facilitate greater flexibility, while also protecting sleep locations and those proven as the most sensitive groups in society.

Research funding: None declared.
Author contributions: Author has accepted responsibility for the entire content of this manuscript and approved its submission.
Competing interests: Author states no conflict of interest.
Informed consent: Not applicable.
Ethical approval: The comments expressed here do not involve new research on humans or animals.

References

1. Leszczynski D. Review of the scientific evidence on the individual sensitivity to electromagnetic fields (EHS). Rev Environ Health 2021 Jul 6. https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0038 [Epub ahead of print].
2. Yang Y, Jin X, Yan C, Tian Y, Tang J, Shen X. Case-only study of interactions between DNA repair genes (hMLH1, APEX1, MGMT, XRCC1 and XPD) and low-frequency electromagnetic fields in childhood acute leukemia. Leuk Lymphoma 2008; 49:2344–50.
3. De Luca C, Thai JC, Raskovic D, Cesareo E, Caccamo D, Trukhanov A, et al. Metabolic and genetic screening of electromagnetic hypersensitive subjects as a feasible tool for diagnostics and intervention. Mediat Inflamm 2014;2014:924184.
4. Sherrard RM, Morellini N, Jourdan N, El-Esawi M, Arthaut L-D, Niessner C, et al. Low-intensity electromagnetic fields induce human cryptochrome to modulate intracellular reactive oxygen species. PLoS Biol 2018;16:e2006229.
5. Bevington M. The prevalence of people with restricted access to work in manmade electromagnetic environments. J Environ Health Sci 2019;5:1–12.
6. Rea WJ, Pan Y, Fenyves EJ, Sujisawa I, Suyama H, Samadi N, et al. Electromagnetic field sensitivity. J Bioelectr 1991;10:241–56.
7. Panagopoulos DJ, Balmori A. On the biophysical mechanism of sensing atmospheric discharges by living organisms. Sci Total Environ 2017;599–600:2026–34.
8. Belpomme D, Carlo GL, Irigaray P, Carpenter DO, Hardell L, Kundi M, et al. The critical importance of molecular biomarkers and imaging in the study of electrohypersensitivity. A Scientific Consensus International Report. Int J Mol Sci 2021;22:7321.
9. Heuser G, Heuser SA. Functional brain MRI in patients complaining of electrohypersensitivity after long term exposure to electromagnetic fields. Rev Environ Health 2017;32:291–9.
10. Belyaev I, Dean A, Eger H, Hubmann G, Jandrisovits R, Kern M, et al. EUROPAEM EMF Guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses. Rev Environ Health 2016;31:363–97.



SMARTMÅLERNE, SKITTEN STRØM, PULSER OG HELSA

AV
EINAR FLYDAL
OG
ELSE NORDHAGEN

Smartmålerne, skitten strøm, pulser og helsa

av

EINAR FLYDAL OG ELSE NORDHAGEN

© 2021 Einar Flydal og Else Nordhagen

1. opplag

Dokumentversjon 1.1, 17.03.2021

Boka kan lastes ned gratis fra http://einarflydal.com, og kopieres fritt så lenge det ikke utnyttes kommersielt.

Boka kan bestilles fra https://emf-reform.org/ og http://einarflydal.com.

Omslag: Einar Flydal

Grafisk og trykksats: Einar Flydal

Produksjon: Foreningen for EMF-reform i samarbeid med Z-forlag AS

Trykk og innbinding: 07 Media AS

Printed in Norway

ISBN 978-82-93187-53-0 (gjelder boka)

Emneord: smartmåler, AMS, stråling, pulser, skitten strøm, transienter, helse, elektromagnetiske felt, mikrobølger

Omslaget viser grunnfrekvens-signal og pulser fra en Aidon AMS smart-måler. Hver rutebredde er på to sekunder. (Logg utført av EMF-Consult AS)

Foreningen for EMF-reform

Forord

Det nye sykelighetsmønsteret som miljømedisinere nå lenge har sett, handler om *miljøstressorer*, og samspillet mellom dem, som framkaller energitapslidelser, inflammasjonslidelser og svekket immunforsvar. Så sprer diagnosene seg utover i en bred vifte – ikke bare på mennesker, men på alt liv – både akutt og over tid.

Pulset mikrobølget stråling og skittenstrøm har for lengst inntatt sin plass blant miljøstressorene. Det er for å løfte disse temaene fram i lyset, at vi har utarbeidet denne boka:

I 2018 utkom boka *Smartmålerne, jussen og helsa* (Z-forlag 2018). Boka ga en bred orientering om kunnskapsstatus på mikrobølget stråling generelt, og fra AMS-/smartmålere spesielt. Den ble en øyeåpner og lærebok for svært mange: Det ble forståelig at folk blir syke av mikrobølgesendere, selv om de er langt svakere enn Strålevernets anbefalte maksverdier. Og det ble forståelig at Strålevernets råd og vurderinger ikke var til å stole på. At *svak pulsing* kan virke så sterkt, ble omtalt på sidene 99 til 111, og sist i boka nevnes det underlige og fremmede fenomenet *skitten strøm* nesten i forbifarten.

Nå, våren 2021, er de langt fleste av de 2,9 millioner smartmålere for strøm - AMS-målere - som skulle installeres her i landet, på plass. NVE påla nettselskapene å installere nye AMS-målere i alle målepunkter, men åpnet samtidig for fritak fra AMS – i praksis fra sender-delen – mot dokumentasjon av vesentlig ulempe – i praksis en legeattest på helse-plage fra strålingen. Helsedirektoratet nedla så forbud mot slike attester, og de ble motarbeidet av Legeforeningen siden slike helseplager er så vanskelige å observere. Fritaksmuligheten har dessuten vært under-kommunisert og fritak «straffet» med et eget gebyr. Likevel hadde per 3. kvartal 2020 over 7 000 husstander fritak med legeattest - fordi de får helseplager av slik stråling.

I kjølvannet av AMS-innføringen har mange meldt om akutte helseplager. Plagene har gjerne kommet fullstendig uventet. Slike virkinger er i dag godt forklarlige utfra dagens fagkunnskap, det viser denne boka. Og mekanismene blir stadig bedre forstått.

At en del folk hevder at de får akutte helseplager *selv når senderen er fjernet*, har derimot vært vanskeligere å godta og å finne årsaker til. Men også dette har sine forklaringer i fysikken og biofysikken. Nøkkelen er *skitten strøm*.

Pulsing og *skitten strøm* fra AMS-målerne påstår våre myndigheter *ikke* kan gi helseplager eller skader. Vi viser at de tar feil. Disse to får vi stadig mer av i takt med «fullelektrifiseringen» av samfunnet. Vi viser at de byr seg fram som forklaring på helseplager både fra de nye målere både med og uten sender, og fra mye annet vi omgir oss med.

I denne boka forklarer vi, refererer og siterer fra lærebøker, forskning og ekspertuttalelser, og vi rapporterer om målinger vi har fått utført. Vi forklarer fysikk, elektrofag, biologi og bransjestrategier. Vi trenger ikke trekke inn angst og overtro. Det holder med håndfast kunnskap og solide forskningsresultater - uten psykologisering.

Protestene mot AMS-målerne og mot andre strålekilder som ødelegger vårt livsmiljø, skjer nå verden over - og stadig oftere i rettsalen. Grunnene er de samme: Folk blir syke av senderne - fugler og insekter likeså.

Det er rimelig å anta at et vesentlig antall nordmenn har tippet over fra frisk til syk som følge av AMS-målerne - uten å ane hva årsaken kan være. Denne boka burde også nå ut til dem. Der har dere lesere en oppgave!

Boka er formet for å leses som lærebok, for at jurister skal kunne klippe og lime sitater og henvisninger til sine prosesskrifter, og for at journalister, forskere, lekfolk og de som skriver leserbrev skal få kilder. Derfor kan du også laste ned hele boka – og dens forgjenger – gratis som PDF, med aktive lenker (http://einarflydal.com).

Til de mest tekniske delene, først og fremst Del 4 og 5, har vi fått verdifulle grunnlag fra Erik Avnskog, FELO (Foreningen for El-Overfølsomme) og Odd-Magne Hjortland, EMF Consult AS. De skal ha stor takk, men ansvaret for teksten er det likevel vi som sitter med.

Einar Flydal og Else Nordhagen, 15. mars 2021

Innhold

1. Innledning 9

1.1 Hva er AMS-målere - og hva er problemet? 10

1.2 Hvilke påstander finner du belegg for i denne boka? 14

2. Hva saken gjelder 18

2.1 Sakens kjerne sett fra strømkundenes side 18

2.2 Et styringsnettverk basert på et forvrengt risikobilde 21

2.3 Et komplekst nettverk av standardiseringsorganer 21

2.4 Tungt å endre når endring trengs 26

2.5 Forskningen om helsevirkninger og striden rundt dem 27

2.6 Mekanismer som skaper biologisk skade – uten oppvarming 46

2.7 Pulsing og skitten strøm –samme sak, ulik oppmerksomhet 48

2.8 Strøm- og trådløsbransjen beskyttes av foreldet kunnskap 50

2.9 Skadevirkninger og overømfintlighet knyttet til veksten i strømbruken 54

2.10 Spesielt om el-overfølsomhet 56

2.11 Langsiktige skadevirkninger på helsen 61

2.12 Helsevirkninger fra AMS-målere: klassisk mikrobølgesyke 62

2.13 Ekspertvitnemål og utredninger m.m. om AMS-målere 67

2.13.1 Noen andre tema fra ekspertvitnemål 90

2.13.2 Mal for å stille nettselskap til ansvar 91

2.13.3 Noen relevante ekspertutredninger omtalt andre steder i denne boka 91

2.14 Nær senderne er strålingen kraftigere enn man får målt 92

2.15 Feilinformasjon fra myndigheter og næring 96

2.16 Hvem sitt ansvar? 101

2.17 AMS-målerne er en spesielt uheldig kombinasjon 104

3. Trådløs kommunikasjon og skittenstrøm gir pulset elektromagnetisk stråling 106

3.1 Relevans 106

3.2 Stråling, bølger og frekvenser 107

3.3 Elektromagnetiske bølger skapes av elektroner som endrer fart 109

3.4 Tap av energi 112

3.5 Husholdningsstrøm: «myke bølger». Skitten strøm: ødelegger dem 115

3.6 Overharmoniske frekvenser, EMC 121

3.7 Elektromagnetisk stråling spres langt ved «å smitte over» 122

3.8 Samspill mellom flere kilder: Interferens, «hotspots» 125

3.9 Å sende informasjon krever elektromagnetiske pulser 128

3.10 Digital radio – brå, korte pulser og skurer 132

3.11 Skitten strøm – ukjente pulsfrekvenser, pulslengder, styrke og PAPR 135

3.12 Skitten strøm skaper betydelige samfunnsproblemer 136

3.13 Behovet for å redusere stråling og skitten strøm har vært kjent lenge 141

4. El-anlegg i bolig, EMF, skittenstrøm, AMS-målere og filtrering 143

4.1 Elektriske anlegg har elektriske og magnetiske felt 143

4.1.1 Elektriske og magnetiske felt 144

4.2 Påvirkning fra de elektriske og magnetiske feltene 147

4.3 Moderne elektrisk utstyr skaper mye støyspenninger 148

4.4 Høyfrekvente støyspenninger på strømnettet 149

***4.5** Forskjellige typer støykilder på strømnettet 150*

4.6 Pulser og transienter 151

***4.7** Indusert radiofrekvent støy (RFI) 151*

***4.8** Harmonisk støy 152*

4.9 Grenseverdier for elektrisk støy - EMC 156

4.10 Målinger av støyspenninger på en Aidon og en Kamstrup AMS-strømmåler 159

4.11 Måleresultater - Aidon 160

4.12 Måleresultater – Kamstrup 161

4.13 Komplekse scenarier ikke testet? 162

4.14 Måleresultatene og praktisk betydning for helse 162

5. Hvordan redusere elektromagnetiske felt og støy fra AMS 171

5.1 Strålingen fra AMS målere 171

5.2 Det er mulig å redusere strålingen i huset 173

6

5.2.1 Ekstern antenne: flytte strålingen ut 173
Hvor lang bør antennekabelen være? 174
Antennens plassering er viktig 174
Ekstern antenne på flere målere 175
Hva koster en ekstern antenne, og hvem gjør arbeidet? 175
5.2.2 GPRS - målerdata via mobilnettet 176
5.2.3 Å tvangsstyre en AMS-måler til endenode (endepunkt) 176
5.2.4 PLC (Power Line Communication) 177

5.3 Søknad om fritak for AMS *177*

5.4 Fritak begrunnet med skitten strøm? *179*
5.4.1 Slik søker du 179

5.5 Skjerming mot AMS-måleren *180*
5.5.1 Vanlige feil ved bruk av skjermings materiell 181

5.6 Filterløsninger for å fjerne skitten strøm *181*

5.7 Symmetrisk støy og asymmetrisk støy – og filtre *182*

5.8 Viktig å ikke skape skitten strøm på jordingskabelen *184*

***5.9** Støy og elektrisk jord (PE)* *184*

5.10 Litt mer om kondensatorer, spoler og ferritter *186*
5.10.1 Kondensatorer 186
5.10.2 Spoler og ferritter 186

6. Grenseverdier og regulering **190**

6.1 Tekniske og helsebetingede grenseverdier – og ansvarsområder *190*

6.2 Eksponeringsgrensene for befolkningen *193*

6.3 Grenseverdiene i land som følger ICNIRPs oppvarmingstankegang *193*

6.4 Praksis i «ICNIRP-land» varierer – uten å bryte med ICNIRPs retningslinjer *197*

6.5 Norsk strålevern «mer katolsk enn paven» *200*

6.6 Grenseverdiene i land som har biologisk baserte eksponeringsgrenser *202*

6.7 Oppvarmingstanken er bygget inn i selve måleverktøyet *204*

6.8 Grenseverdiene gjør blind for virkninger av pulset stråling *207*

6.9 Vekten av fagtradisjoner ved fastsettelse av grenseverdier *211*

6.10 Fagtradisjonen gjør blind for «biologiske» skader *215*

6.11 Leveransekjeden domineres av fysikkbaserte vurderingskriterier *218*

6.12 Fagtradisjoner og politisk tilhørighet avgjør 223

6.13 Forskningsgrunnlaget forklarer ikke de ulike grenseverdiene 225

6.14 ICNIRP arbeider i motstrid med WHO og «ICNIRP-land» følger 227

6.15 Flere retningslinjer for biologisk baserte grenseverdier 230

6.16 Grenseverdiene underbygges med slurv og irrelevant forskning 233

6.17 Sikkerhetsavstander: vurderingskriterier har store praktiske konsekvenser 239

6.17.1 Et eksempel: mobilmasters basestasjoner på hustak 240

6.17.2 Eksempel: Sikkerhetsavstand for mobiltelefoner 243

6.17.3 Sikkerhetsavstand for AMS-målere 244

6.18 En indre logikk er bygget som fratar DSA alt ansvar for «svak stråling» 251

6.19 Åpenbare kunnskapshull som ICNIRP ser, overses av forvaltningen 255

6.20 Ensidig konsentrasjon om mennesker, ikke ytre miljø 258

6.21 En maksimalt romslig tolkning av ICNIRPs retningslinjer 259

7. Typiske akutte virkninger av menneskeskapt pulset EMF – uten oppvarming 261

7.1 Symptomer på pulset stråling 261

7.2 Diplomatskadene var forårsaket av svak, pulset stråling 263

7.3 Komitéens vurdering av det vitenskapelige belegget 265

7.4 Andre negative biologiske virkninger godt dokumentert 268

7.5 Virkningene har vært kjent i mange tiår 271

7.6 Virkninger som er grundig påvist 273

7.7 En kartlegging sett opp mot klart påviste helsevirkninger 274

7.8 Funnene stemmer med kunnskapsstatus 276

7.9 Utførlig belegg 277

8. Når myndighetene svikter må hver enkelt få beskytte seg selv 280

8.1 Tid for å kvitte seg med denne resten av kald krig? 281

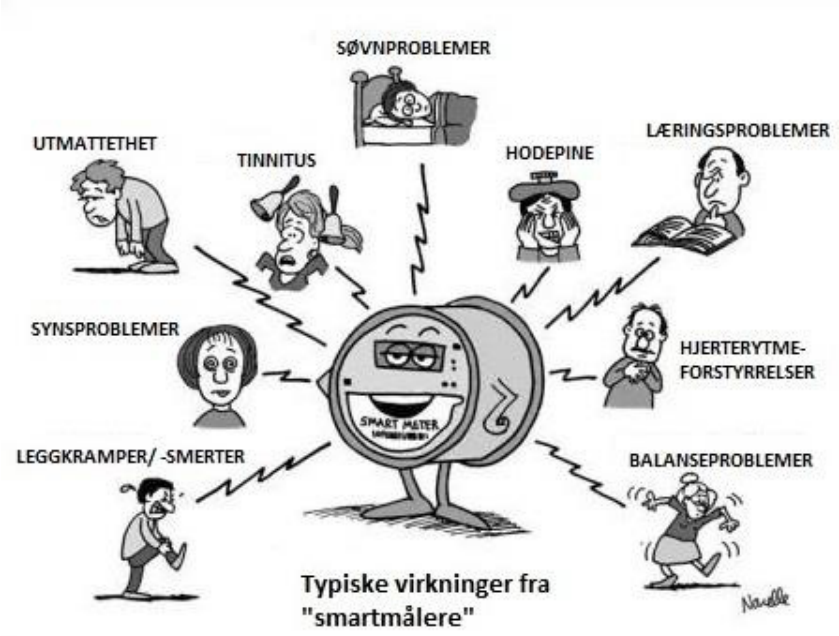
8.2 Mangler ved strålevernet og konsekvenser for kunder og strømbransjen 283

8

1. Innledning

Denne boka gir bakgrunnsinformasjon om skadelige helsevirkninger fra pulset elektromagnetisk stråling og «skitten strøm», og viser hvorfor og hvordan dagens norske regulering av slik stråling ikke er tilstrekkelig til å verne mot skadelige virkninger fra slike, nærmere bestemt i forbindelse med AMS-målere. Vi viser hvordan AMS-målerne produserer *pulset elektromagnetisk stråling* av ulike slag og på flere måter og at dette påvirker folks helse.

Boka er laget for å gi et nødvendig forståelsesgrunnlag for å vurdere de helse- og miljømessige, tekniske, politiske og moralske sider som temaet reiser, samt å gi et innblikk i historiske årsaksforhold og tradisjoner som ligger til grunn for dagens strålevernreguleringer i Norge.



Figur 1: En av de mange framstillingene av typiske virkninger fra AMS-målere (opprinnelse: ukjent)

Denne boka gir tekniske så vel som biologiske beskrivelser av samspillet mellom strøm, pulset elektromagnetisk stråling og biologiske reaksjoner på slike. De viser at det ikke er urimelig å forvente at pulset elektromagnetisk stråling og skitten strøm kan gi en rekke biologiske virkninger av det slaget som stadig rapporteres der AMS-målere innføres – så som ringing ørene,

tinnitus, svimmelhet, synsforstyrrelser, utmattelse (fatigue), hodepine, svekket konsentrasjon og søvnløshet. Tvert om er det rimelig å forvente slike virkninger hos en del av befolkningen, samt mer alvorlig sykelighet over tid.

For å underbygge slike påstander refereres og omtales fagfellevurdert forskning, ekspertuttalelser, større utredninger og rapporter, kliniske erfaringer, journalisters og andre formidleres beskrivelser, og enkelte personlige erfaringer.

Vi går inn i stoffet fra flere forskjellige vinkler. Det gjør at det fins en del gjentakelser. Noen av dem er gjort med hensikt: Det skal være mulig å bare lese deler av boka.

Formatet – med de mange sitatene og gjentatte fulle referanser til samme kilder – er valgt med hensikt for at det skal være lett å kopiere ut deler.

I en slik faglig bred og omfattende framstilling som er blitt til på kort tid, er det ikke til å unngå at det fins feil. Vi håper de ikke skygger for helheten.

- -

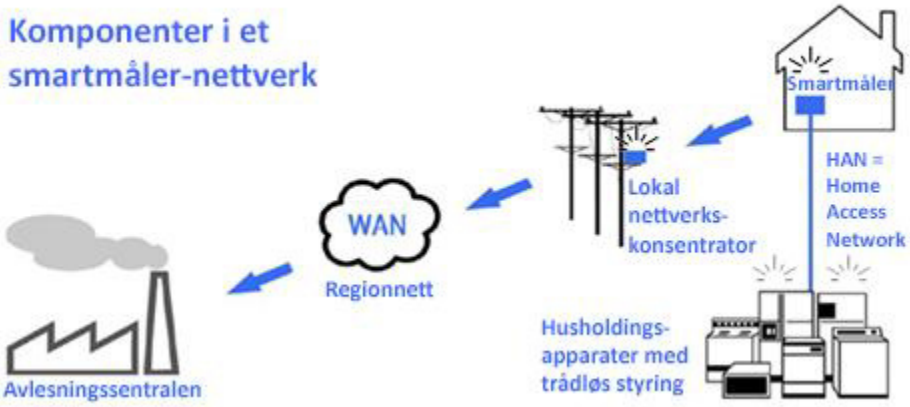
Vi har valgt å bruke populærbetegnelsen «skitten strøm» som et fag-uttrykk, ettersom det er blitt et vanlig uttrykk for å betegne flere mer presise former for «støy på nettet», og også brukes i fagartikler. Nærmere forklaringer av hva dette uttrykket rommer, vil komme i teksten.

De lesere som ønsker en mest mulig direkte, elektro-faglig forklaring, bør gå direkte til Del 3, eventuelt supplere den med Del 1 og 2 i etterkant.

1.1 Hva er AMS-målere - og hva er problemet?

AMS-målere er strømmålere som inngår i et nettverk av automatiske målersystemer som driver automatisk overvåking, rapportering og fjern-styring av strømforsyningen. Grupper av AMS-målere danner små *maskenettverk* som via store nettverk kommuniserer med nettoperatørens driftssystemer for AMS, som vist i Figur 1. Som deltaker i maskenettet vil alle AMS-målere sende radiosignaler med visse intervaller seg imellom. Enkelte, som Aidon-målere, sender korte signaler så ofte – hvert 0,6 sekund – at det i biologisk sammenheng kan framtre som kontinuerlig.

Alle AMS-målere inneholder en strømforsyning og elektroniske komponenter som skaper «skitten strøm» og som dermed, via ledningsnettet, sprer pulset elektromagnetisk stråling i hele huset. Disse pulsene i strømnettet har samme egenskaper som digital trådløs kommunikasjon i forhold til biologiske virkninger.



Figur 2: AMS-målernes rolle: rapportering og fjernkontroll, og sentral for styring av hjemmenettverket av smarte ting (fra Smart Meters report, California Council on Science and Technology, i Sierck 2011)

Slike spredningsmønstre er ikke tatt hensyn til ved fastsettelse av strålevernets eksponeringsgrenser i Norge: Man bygger på retningslinjer som kun tar hensyn til *oppvarmingsvirkningen* av elektromagnetiske stråler – det såkalte *termiske paradigmet*:

Det er to hovedposisjoner innen strålevernet med hensyn til såkalt «svak» eller «ikke-ioniserende» stråling. Den ene bygger på *det termiske paradigmet*, mens den andre bygger på at elektromagnetisk stråling også kan gi såkalte *biologiske virkninger*. Slike oppstår ved langt svakere stråling enn det som skal til for å gi oppvarmingsskader.

Store land som India, Kina og Russland tar hensyn til *biologiske virkninger* og *føre-var-prinsippet* i sine reguleringer, og har grenseverdier på en hundredel av Norges eller lavere, mens Norge, USA og en del andre vestlige lands strålevern bygger på det termiske paradigmet og har omtrent sammenfallende, høye grenseverdier.

Disse to ulike posisjonene omfatter også ulike valg av vurderingskriterier for å anerkjenne hvilke virkninger som anses som «vitenskapelig bevist», og hvorvidt føre-var-prinsippet skal legges til grunn når noe ikke kan fastslås med absolutt sikkerhet. For forskere gjør både «funn» og «ikke-funn» av biologiske virkninger, for pulset elektromagnetisk stråling, så vel som for all annen stråling. Antall funn vs. antall «ikke-funn», kan ikke være eneste sannhetskriterium.

Bakgrunn for slike forskjeller i anerkjente skader og vurderinger av funn samt konsekvensene det har, presenteres i denne boka.

Studier av hvilke egenskaper ved elektromagnetisk stråling som gir størst biologisk virkning, altså ved svake, ikke-termiske eksponeringsnivåer, tyder på at den viktigste egenskapen ikke er styrken, men *pulsingen* – riktignok en litt løs betegnelse som i likhet med *skitten strøm* brukes om det meste av brå variasjoner i det elektromagnetiske feltet. *Pulsing* og *skitten strøm* betegner helt andre egenskaper ved elektromagnetisk stråling enn *styrken*, eller *intensiteten*, som er den egenskapen som måles av vanlige måleapprater for eksponering. Det er intensiteten, som sammen med oppvarmingsevnen til det som eksponeres, som avgjør *oppvarmings-potensialet.* Så det er oppvarmingspotensialet som brukes som grunnlag for de grenseverdiene som norske myndigheter bygger på. Pulsingen fanges ikke opp ved denne målemetoden.

Dramatikken ligger i at de biologiske virkningene av pulset stråling er betydelige og for noen ganske dramatiske og akutte, og at pulsing brukes av all digital trådløs kommunikasjon for å kode data som skal sendes trådløst eller kablet, og at moderne datautstyr og energisparende utstyr også skaper pulser som sendes som skitten strøm ut fra ledningsnettet i huset. Ledningene fungerer da som antenner som sender ut pulset elektromagnetisk stråling. Disse pulsene kan måles i felter rundt ledningene – i praksis i hele huset.

I stadig flere land og områder utfordres nå det termiske paradigmet i rettsaker. Denne boka presenterer flere slike tilfeller der saksøker, som hevder seg skadelidende av pulset elektromagnetisk stråling svakere enn de norske grenseverdiene, får medhold.

Boka dokumenterer også hvordan næringsliv og andre som drar fordeler av høye grenseverdier, har brukt, og bruker, de samme metodene for å fremme sine interesser som er kjent fra strider om tobakk, asbest, sprøytemidler og andre helse- og miljøsaker der føre-var-prinsippet står i veien for kommersielle, militære og/eller politiske interesser: Kunnskapen undergraves, motforskning produseres, forskere angripes personlig.

Boka forklarer hvorfor nettopp AMS-målerne av de typene vi har i Norge, plassert i sikringsskapet, er en svært tydelig kilde til pulset, elektromagnetisk stråling – og til helseproblemer.

De fleste andre kilder til slike pulser, kan man selv velge bort, fjerne eller skjerme seg mot, men å beskytte seg mot skadevirkningene fra AMS-måleren er ikke enkelt dersom man vil ha strøm i huset.

Her er det forbrukerne som rammes, og de rammes spredt – hver for seg og ofte på ulikt vis og uten å forstå årsaken. De har ikke uten videre ressurser til å utrede, kartlegge og treffe tiltak for å beskytte seg eller korrigere for den skitne strømmen som skapes i nettet utenfor huset, eller som skapes av interne kilder.

Men de har muligheten for å kontrollere hva de selv har tilknyttet internt i huset. Obligatorisk innføring av målere som tilfører husets elektriske anlegg skitten strøm, fratar forbrukerne denne muligheten, og skaper en tvangssituasjon de færreste makter å gjøre noe med.

Spesielt iøynefallende og tragisk rammes de som er spesielt følsomme for elektromagnetiske felt (EMF), som får akutte helsemessige plager. Men alvoret er kanskje vel så stort når det gjelder de helse- og miljømessige konsekvensene av langtidseksponering hos det store flertall som ikke får akutte reaksjoner, men som vi må påregne får økt sykelighet over tid. De er i en situasjon som så langt har skapt lite interesse hos politikere, forskere og i media.

Boka viser at flere ulike tekniske egenskaper ved målerne, så vel som radiofysikk, biofysikk og medisinsk erfaring gjør det rimelig å forvente at AMS-målerne vil ha biologiske skadevirkninger. Dette er ikke ny kunnskap, men kunnskap som det ikke har vært tatt hensyn til i dagens strålevern-reguleringer i Norge.

1.2 Hvilke påstander finner du belegg for i denne boka?

Her følger en svært kompakt og punktvis gjennomgang av de påstandene som bevises i boka. Det skjer i en form som er beregnet på jurister og andre som vil gå i detalj på argumentene og grunnlaget for dem, og trekke ut referanser. Med «bevis» mener vi her i juridisk forstand, ikke vitenskapelig. For i de empiriske vitenskapenes verden kan man ikke føre endelige bevis, bare belegg som gjør påstander godt – og stadig mer - sannsynlige.

Boka inneholder betydelig dokumentasjon på hvert tema i form av forklaringer, illustrasjoner, sitater og kilder som gir belegg for de følgende påstandene:

1. AMS-målere med radiosender skaper et miljø der AMS-målerens mikrobølgede radiokommunikasjon – alene og/eller i samspill med andre miljøstressorer – gir forhøyet risiko for helseplager og -lidelser – akutt og over tid.
2. Selv når målerens sender er fjernet/deaktivert, skaper kabelbunden spenningsstøy og overharmonisk støy – i boka omtalt med samlebetegnelsene skitten strøm og skittenstrøm – et miljø som – alene og/eller i samspill med andre miljøstressorer – gir forhøyet risiko for helseplager og -lidelser – akutt og over tid.
3. Dette (pkt. 1 og 2 over) skjer uavhengig av om målerne holder seg innenfor tekniske krav til EMC (elektromagnetisk kompatibilitet) og norske stråleverngrenser eller ikke.
4. De to fenomenene – mikrobølget radiokommunikasjon og skitten strøm – er nær beslektede fysiske fenomener som i begge fall vil være til stede i boligen der måleren er plassert, og må ved normale situasjoner påregnes å være til stede med intensiteter (normalt kalt «styrke», og målt bl.a. som nT, V/m og/eller µW/m2) som i relevant, publisert, fagfellevurdert forskning er funnet å gi ugunstig påvirkning av biologisk materiale og derigjennom gi forhøyet risiko for helseplager og -lidelser – akutt og over tid.

5. Slike ugunstige resultater er etablert gjennom gjentatte, uavhengige forskningseksperimenter, in vitro og støttes av forsøk in vivo, og av epidemiologisk forskning.
6. Slike resultater utgjør et klart og overveldende flertall av tilfanget av primærstudier, sett i forhold til studier som gjør «ikke-funn».
7. Slike resultater er etablert gjennom et omfattende tilfang av forskeres litteraturgjennomganger.
8. Dagens gjeldende anbefalte grenseverdier er utformet gjennom retningslinjer som angir referanseverdier beregnet kun for å beskytte mot raskt foreliggende helseskader fra akutt oppvarming (radio-frekvensområder) og nervestimulering som gir hallusinasjoner el.l. sensoriske inntrykk (lave frekvensområder), og inneholder et stort omfang unntak fra hva som faller inn under helsevirkninger som referanseverdiene skal beskytte mot.
9. Pulsing – en fellesbetegnelse som omfatter ulike former for variasjon av elektromagnetiske felt, herunder signalmodulering, hyppige strøm-brudd fra SMPS-type strømforsyninger, overharmoniske, m.m. – er i forskningen solid påvist som ekstra bioaktivt, men ikke hensyntatt i de i Norge gjeldende retningslinjene og grenseverdiene, ettersom de normalt i forbindelse med konsumentmarkedet ikke gir oppvarming ved de sikkerhetsavstander som angis for teknologiene.
10. Pulsing i ulike varianter som fra forskning er kjent for høy biologisk påvirkning, er til stede både i AMS-målernes mikrobølgede radio-signaler og i deres skittenstrøm.
11. Det foreligger i forskningen innen medisin og biofysikk utstrakt aksepterte forklaringsmodeller for hvordan miljøstressorer – herunder mikrobølgede elektromagnetiske felt – påvirker biologien og skaper slike meget varierte virkninger som observeres i epidemiologiske studier.
12. De i Norge gjeldende retningslinjene tar ikke hensyn til, men avviser og/eller neglisjerer, forskningsfunnene nevnt over.

15

13. De i disse retningslinjene angitte referanseverdiene er gjort gjeldende som generelle grenseverdier ved at de legitimeres gjennom kjeder av evalueringsprosesser i form av utvalgsbaserte litteraturgjennomganger.

14. Det tilfanget av litteraturgjennomganger som hevder at denne nevnte forskningen ikke bør legges vekt på og «ikke er sikker nok», og derigjennom legitimerer de i Norge fra DSA anbefalte grenseverdier for mikrobølget radiokommunikasjon og for skitten strøm, bygger på sterkt kritiserte evalueringsprosesser utført av utvalg som er under sterk internasjonal kritikk for næringstilknytning, partiskhet, faglig svake evalueringer, bruk av svak bevisføring basert på forskning som ikke finner skadesammenhenger, bruk av «mekanistiske» evalueringskriterier som ikke er tilpasset forskning på biologisk påvirkning men forenklede fysikk-betraktninger, og basert på krav om «sikre nok», dvs. absolutte, bevis som ikke kan oppnås i biologisk-empirisk forskning, og på krav som gir uendelige muligheter for å forsinke innføringen av restriktive tiltak.

15. Disse vurderingene står i skarp konflikt med det store flertall av forskningsfunnene og med konsensus innen uavhengig forskning, og med forskningen som gjør positive funn og derigjennom er vitenskapsmetodisk langt mer solide enn forskning som ikke gjør funn.

16. Påstander om at strålingen er «svak og sjelden» skyldes feilmålinger og uegnede målemetoder.

17. Påstander om at eksponering for slik stråling er ufarlig, er i strid med etablert forskning og med gjeldende normer for HMS og forbrukerbeskyttelse, og er i konflikt med de grunnlagsdokumenter som norske anbefalte grenseverdier for eksponering hviler på, i det dette grunnlaget understreker en viss usikkerhet om virkninger.

18. Innføringen av AMS-målere er derfor gjort på uforsvarlig vis, uten forutgående konsekvensutredninger av helse- og miljøaspekter ved de valgte teknologiene.

19. De aktuelle AMS-målerne tilfører bomiljøet egenskaper som påtvinges beboerne, ettersom de ikke kan fjerne den miljøstressoren som mikrobølget radiokommunikasjon og skitten strøm utgjør, uten samtidig å

miste strømmen, eventuelt påføres betydelige investeringer i skjermings- og filtreringsutstyr som de normalt ikke har kjennskap til behovet for, ikke har kjennskap til hvordan fungerer, eller hvordan de kan skaffe seg.

20. En del personer får akutte helseplager av disse målerne, selv når senderne er fjernet/deaktivert.
21. En del folk har akutte helsemessige reaksjoner og/eller helseplager som hører inn under de symptomknipper (syndromer) som i fagfellevurdert, publisert forskning er funnet å kunne forårsakes av eller stimuleres av eksponering for menneskeskapte elektromagnetiske felt.

Det følger av dette at en slik situasjon som beboerne settes i ved påtvunget installasjon av nye målere – med eller uten aktiv mikrobølgesender – er etisk uforsvarlig og uheldig utfra et folkehelse- og samfunnsansvars-perspektiv. Gitt konsekvensene som konstateres på miljøet, er det heller ikke økologisk bærekraftig.

Jussen i dette er et tema som boka ikke går videre inn på. Boka er derimot breddfull av «juristmat», for det er nok av lover og forskrifter som er relevante når disse påstandene anerkjennes. Men det får jurister ta seg av.

2. Hva saken gjelder

I Del 2 gir vi en bred framstilling av helheten i saken, før vi går inn i detaljene.

2.1 Sakens kjerne sett fra strømkundenes side

Det tekniske utstyret det gjelder, er en strømmåler *AMS (Automatisk MålerSystem) laget for pulsingsintens mikrobølget radiokommunikasjon* for fjernavlesning og fjernstyring av målerdata. Slike målere inneholder også en *«pulserende strømforsyning» (SMPS / switched mode power supply)* og *elektroniske prosessorer.*

Det er godt kjent i strømbransjen at slikt utstyr skaper EMC-problemer, dvs. problemer med elektromagnetisk kompatibilitet. Det er mindre godt kjent og mindre akseptert at EMC-problemer også oppstår hos mennesker og annet liv, og at omfattende forskning påviser vesentlige helseplager og skadevirkninger på biologisk materiale.

Sett fra strømkundenes side og avkledd paragrafer og teknologisk innpakning, dreier denne boka seg om retten til å beskytte sitt eget bomiljø, og til å ikke tvinges til å forurense omkringliggende ytre miljø:

Strømkundene kjøper elektrisk strøm fra nettselskapet. Kjøperen(e) krever rett til å hindre at selgeren samtidig med salget påtvinger kjøperen teknisk utstyr som forurenser boligen, naboboligen(e) og omgivelsene utenfor boligen med en miljøgift som i forskning i mange år er tydelig påvist å sette bioorganismer, herunder mennesker, under biologisk stress, påføre dem helse- og miljøplager, eller økt risiko for dette, akutt så vel som over tid.

I alle land der nettselskaper har innført slike målere, har de samme helse-problemene dukket opp, med omtrent de samme symptomene. Rettsaker har vært avholdt, og etter trusler om rettsaker er innføringen gjort frivillig. Norge og Danmark er så langt vi kjenner til, de eneste landene der installasjon av målere med trådløs kommunikasjon er obligatorisk: I flere andre land har man forsøkt med obligatorisk innføring, men så er det omgjort til frivillig etter rettsaker eller trusler om slike.

Norge er så langt vi vet, det eneste landet der det avkreves legeattest for fritak fra slik installasjon. Samtidig har helsemyndigheter og legeforeninger gitt klar beskjed om at leger ikke skal skrive ut slike attester.

Strømkjøperen(e) rammes av dette, dels i form av akutte helseplager, dels i form av økt risiko for akutte og/eller helseplager over tid. Det er rapportert flere tilfeller der personer er blitt varig el-overfølsomme og på vei mot varig uføretrygd, kan ikke lenger bo i sin bolig, men må oppholde seg på hytte, hos venner, sove i bilen i skogen, osv.

Det er ikke gjort *konsevensutredninger* i forkant og heller ikke noen *oppfølgingsundersøkelser* i Norge fra nettselskapenes, NVE eller helse-myndigheter. De eneste data om helsevirkninger som derfor foreligger, er anekdotiske egenfortellinger om erfaringer og/eller forventninger, som er samlet inn, bl.a. de ca. 150 som er samlet her:

Ref 1: Smartmålerhistorier, https://einarflydal.com/smartmaler-historier/

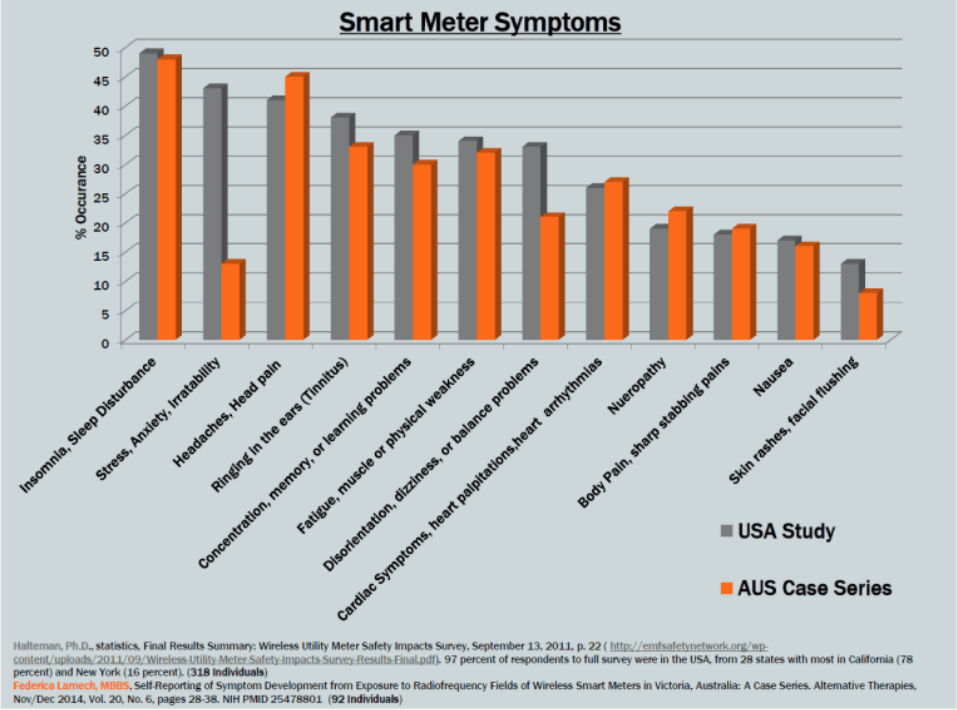
og mer eller mindre, mer tilfeldige undersøkelser. Jeanette Stamper har gjort en liten (og uvitenskapelig) kartlegging på sin Facebook-side (med-delelse til forfatter EF på epost).

Selv har hun insistert på at hun får spasmer helt i takt med pulsene fra naboens måler, også når måleren ble stilt om til endret pulstakt. Jeannette ba deltakere i en stor norsk Facebook-gruppe hun administrerer, om å registrere om de hadde merket endringer da AMS-målerne ble montert. Resultatet ble som følger (antall personer):

- Søvnproblemer: 150
- Hodepine: 142
- Piping i ørene/tinnitus: 124
- Svimmelhet: 94
- Brennende og stikkende følelse i huden: 85
- Muskelrykninger / leamus: 64
- Mage- og tarmproblemer: 43
- Problemer med hjertet: 40
- Andre virkninger: 63

Dette er resultater som er i rimelig godt samsvar med rapporterte plager hos (Weller 2017):

> Ref 2: Weller, S. (June 10, 2017). Radio Frequency (RF) Bio-Effects – Do We Have a Problem?. Foredrag på ORSAA Oceania Radiofrequency Scientific Advisory Association. Foil nr. 58.



Figur 3: En del selvregistrerte akutte virkninger fra AMS/smartmålere USA og Australia (Weller 2017)

I Figur 3 ser vi fra venstre mot høyre: 1. søvnforstyrrelser, 2. stress, angst, irritabilitet, 3. hodepine, 4. ringing i ørene (tinnitus), 5. konsentrasjons-, minne-, lærevansker, 6. utmattelse og fysisk svekkelse, 7. desorienterthet, svimmelhet, balanseproblemer, 8. hjerteproblemer, 9. nevropati, 10. kroppssmerter, 11. kvalme, 12. hudutslett og ansiktsrødming.

Utfra erfaring i andre land så vel som utfra forskning og medisinske beretninger, var helseproblemene påregnelige. På samme grunnlag er det påregnelig at det vil komme mer langsiktige helsevirkninger i en vesentlig, men vanskelig estimerbar, andel av befolkningen, som vi vil se i det følgende.

Følgende spørsmål melder seg dermed:

- I hvilken grad har kjøperen rett til å motsette seg slikt utstyr, og samtidig ha rett til å få strøm levert?
- Hvilke avbøtende tiltak for mennesker og miljø som får akutte helseplager og for befolkningen og livsmiljøet forøvrig er påkrevet?

Knyttet til dette er de følgende spørsmålene:

- Kan skaderisikoen påvises og sannsynliggjøres?
- Hvor skal listen legges for hva som er akseptabel skade og risiko for kunden ved leveranse av strøm?

2.2 Et styringsnettverk basert på et forvrengt risikobilde

Her beskrives framveksten av en klassisk situasjon under paradigmeskifter: Det har vokst fram en kombinasjon av aktører, institusjoner, regler og interesser som ikke forstår, eller ikke tar hensyn til, at de mangler nyere, sentral kunnskap som utfordrer deres syn i saken. I dette tilfellet er det en trussel mot folkehelse og livsmiljø. Vi presenterer her hvordan det bestående paradigmet utfordres av ny kunnskap.

For ganske omfattende beskrivelser av hvordan strålevernet er bygget opp og fungerer gjennom internasjonale organer, viser vi til

> Ref. 3: Advokatfirmaet Erling Grimstad AS og Einar Flydal: Smartmålerne, jussen og helsa, Z-forlag, 2018, Del 2, https://einarflydal.com/utredninger-boker-m-m-a-laste-ned-bestille/

I både den boka og i denne omtaler vi (nesten) bare en del av strålevernet innen «ikke-ioniserende» stråling – radiobølger og strøm og feltene rundt dem.

2.3 Et komplekst nettverk av standardiseringsorganer

Som del av den økte bruken av elektrisitet har det vokst fram et komplekst nettverk av organer og reguleringer på internasjonalt nivå, på regionalt nivå, og på nasjonalt nivå: De driver ikke minst med *standardisering*. Standarder, også kalt *normer* eller *retningslinjer*, er nøkkelen til å skape markeder – eller til å avgrense dem, til å øke produktivitet, til forbedring

eller forverring av HMS på arbeidsplassen, til verdenshandel og økonomisk vekst – og til økonomisk ekspansjon eller handelskrig såvel som til strategisk våpenutvikling. Kampen om standarder er derfor en kamp som ikke bare drives av tekniske og juridiske eksperter, men av lobbyister med sterke interessegrupper og av politikere.

Bak vakre taler om hvordan standarder forener oss, står det derfor ikke bare nøytrale aktører med globale agendaer om fred og velferd, men også sterke interesser som skyver ordene om samfunnsnytten foran seg i kampen for ganske andre agendaer:

Jernbanenes sporbredde, stigningsvinkelen på gjengene på skruer og mutre, ansvaret for skader på arbeidsplassen, grenser for koffeininnhold i sukkerdrikker, definisjonen av ordet «pandemi» - slikt kan bety enormt mye for forsvar, politikere, næringsliv, arbeidstakernes organisasjoner og for helsearbeidere, og for håndtering av toll og avgifter, bare for å nevne noe.

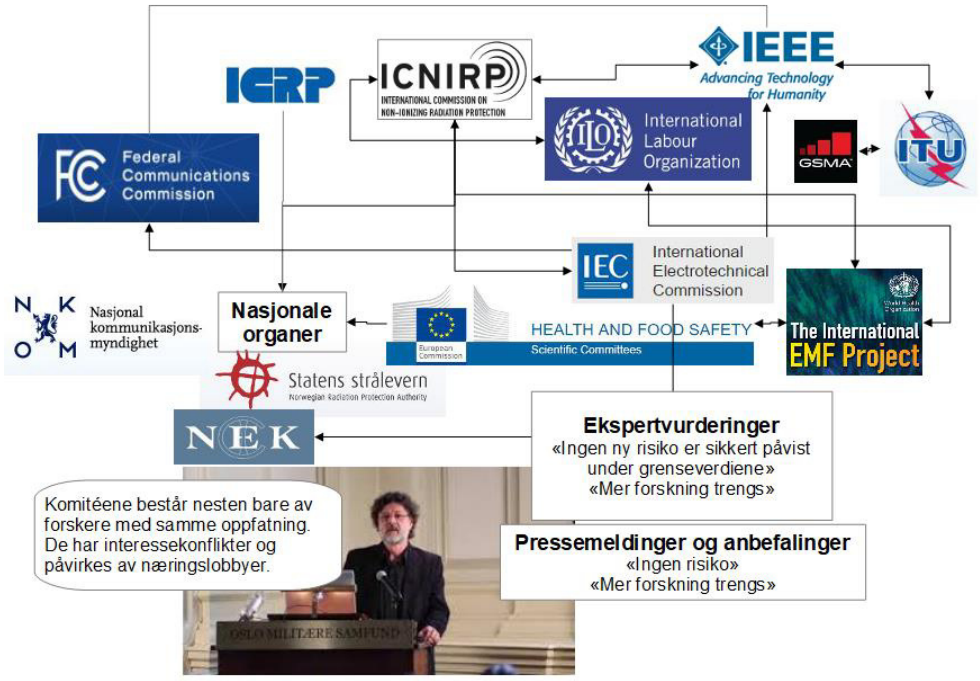
Slik er det også innen strålevernet. Vi vil se i denne boka at det komplekse nettverket som former de standarder Norge følger på dette feltet, fungerer på en slik måte at standardene sikrer maksimalt armslag for kommersielle aktører, og tilsvarende dårlig strålevern for befolkningen: Standardene skal bare sikre mot oppvarmingsskader.

Når standarder først er vedtatt, skal forvaltning omsette dem til lover og regler og håndheve dem, og næringslivet eller andre aktører skal iverksette dem i sine organisasjoner, f.eks. i sin produksjon. Tendensen over mange tiår har vært at det skapes stadig flere internasjonale standarder, og at nasjonalstatens egen forvaltning i stigende grad blir et kontor for videreformidling av overnasjonalt eller transnasjonalt vedtatte standarder som de setter stempelet sitt på – eventuelt etter nærmest automatiske vedtak i politiske organer.

Innen strålevernet har vi en rekke sertifiseringsordninger og krav, herunder krav til maksimal eksponering for personer i arbeidslivet (et regelverk som forvaltes av Arbeidstilsynet), og anbefalinger om maksimal eksponering for ikke-ioniserende stråling for befolkningen forøvrig, som forvaltes av DSA –

Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet. Herfra i denne boka er det strålevernet for folk flest, ikke arbeidslivet, det handler om.

Det stilles krav til elektrisk utstyr og apparater med sendere i en rekke lover og forskrifter, herunder *produktkontrolloven* og *produktansvarsloven, strålevernloven, strålevernforskriften,* og *fribruksforskriften*. Disse er formet innenfor rammen av internasjonale konvensjoner og avtaler, bl.a. CE-ordningen, en EU-ordning som baserer seg på sertifisering basert på produsenters egenerklæringer om produktet de vil ha godkjent:



Figur 4: Nettverket som former og iverksetter de standarder innen strålevernet som Norge holder seg til (kilde: Grimstad & Flydal 2018)

Du sender inn erklæringen, og vips! er du godkjent gjennom en godkjenningsordning som legger alt ansvar på deg som produsent. Dette gjelder også for AMS-målere. De godkjennes gjennom CE-ordningen og diverse europeiske normer, og kan deretter fritt «gå på lufta» så lenge de holder seg innenfor den norske *fribruksforskriftens* krav til frekvenser, sendestyrke og hvor lenge de sender av døgnets timer. Og den forskriften er formet etter modell av andre lands fribruksforskrifter.

Ref. 4: Produktkontrolloven, https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1976-06-11-79?q=Produktkontroll

Ref. 5: Produktansvarsloven, https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1988-12-23-104?q=Produktansvarsloven

Ref. 6: Lov om strålevern og bruk av stråling https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2000-05-12-36?q=Str%C3%A5levernloven

Ref. 7: Forskrift om strålevern og bruk av stråling (strålevernforskriften), https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-12-16-1659?q=Str%C3%A5levernforskriften

Ref. 8: Forskrift om generelle tillatelser til bruk av frekvenser (fribruksforskriften), https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-01-19-77?q=Fribruksforskriften

I denne boka er det ikke behov for å gå i detalj i dette regelverket. Regelverket bygger nødvendigvis på en oppfatning av hva som er *samfunnsmessig akseptabel risiko* ved eksponering for elektromagnetiske felt, *hvem som skal bære risikoen*, og hva som er *relevante og tilstrekkelig sikre forskningsfunn om skader* – kalt *kunnskapsstatus*.

Strålevernforskriften er viktig for reguleringen av AMS-målerne. Utstyr med slik stråling er nemlig *forbrukerprodukter* ihht forskriften når *grense-verdiene* er overholdt (§2e). Og da gjelder at målerne er fritatt for forskriften. Grenseverdiene er satt ved å bruke beregninger i stiftelsen ICNIRPs retningslinjer fra mars 2020. Du finner ICNIRP i Figur 4.

Ref. 9: ICNIRP, 2020. Guidelines for limiting exposure to electro-magnetic fields (100 KHz to 300 GHz), published ahead of print in: Health Physics, april 2020, https://www.icnirp.org/en/publications/article/rf-guidelines-2020480.html

Stiftelsen ICNIRP blir stadig omtalt i denne boka: ICNIRP («The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection», altså «Den internasjonale strålevernkommisjonen for ikke-ioniserende stråling») er den viktigste premissgiveren for norsk strålevern.

ICNIRP er en selvstendig, selvrekrutterende tysk stiftelse. Organisasjonen har et meget begrenset synlig budsjett, er til dels finansiert av næringsinteresser, dels av det tyske statlige strålevernet. ICNIRP har kun en sekretær ansatt på et enkelt kontor utenfor München i Tyskland. Stiftelsen har selv rekruttert fagpersoner og bygget opp et lite nettverk av personer

som støtter ICNIRPs og USAs standardiseringsorgan IEEE sitt syn på hvor grenseverdiene for strålevern skal settes.

Dette er et syn som kalles *det termiske paradigmet*: Man anser det kun nødvendig å regulere ikke-ioniserende stråling slik at det gir beskyttelse mot akutt oppvarming fra strålingen. Det gjelder også den typen stråling og de frekvenser som er relevant for AMS-målere. Denne avgrensingen gjør ICNIRP ut fra den påstand at skader ved eksponeringer som er for svake til å gi oppvarmingsskader ikke er «sikkert nok» påvist.

Ingen fagperson med avvikende syn fra dette er rekruttert inn i nettverket – som ICNIRP-medlem eller som tilknyttet nettverket. Personer fra dette homogene nettverket utarbeider retningslinjer for strålevern ved å angi beregningsmåter for grenseverdier for å beskytte mot oppvarmingsskader, og kriterier for hvilke krav man skal stille til forskning for at forskningsresultatet skal legges til grunn når man skal vurdere hvor strengt grenseverdier skal settes. Mange land i EU og hele Norden baserer seg på ICNIRPs retningslinjer uten videre og setter altså landets grenseverdier likt med ICNIRPs referanseverdier for oppvarmingsskader.

ICNIRP-medlemmer er i disse landene normalt plassert i nøkkelposisjoner i disse landenes ekspertgrupper når det gjøres utredninger om ICNIRPs anbefalinger er tilstrekkelige, sist gjort i Norge i 2012.

> Ref 10: Jan Alexander m.fl.: Svake høyfrekvente elektromagnetiske felt – en vurdering av helserisiko og forvaltningspraksis, FHI-rapport 2012:3, Folkehelseinstituttet, 2012, lastes ned fra http://www.fhi.no/

Bevisføringen deres bygger på at kun ICNIRP-nettverkets egen forskning tilfredsstiller de kriterier de selv har satt opp for å godta forskningsresultatene. All forskning som finner skadevirkninger ved eksponeringsintensiteter som ikke gir oppvarming, forkastes.

En vesentlig del av ICNIRPs påvirkningskraft skyldes at kort etter at han hadde opprettet ICNIRP, gikk Michael Repachioli over til å arbeide for WHO, der han opprettet et lite kontor som skulle vurdere og videreformidle ICNIRPs retningslinjer for å fremme global standardisering. Dette kontoret, The International EMF Project, har bare en leder og en sekretær, men trekker på ICNIRP-medlemmer og andre i sitt arbeid.

Formelt anbefaler ikke WHO ICNIRPs eller noen andre retningslinjer til sine medlemsland, men reelt er alle anbefalinger på linje med ICNIRPs.

Mer om ICNIRP står flere andre steder i boka, spesielt i Del 6, og i Del 3 i

> Ref. 11: Flydal, Einar & Nordhagen, Else (red.): 5G og vår trådløse virkelighet – høyt spill med helse og miljø, Z-forlag, 2019

2.4 Tungt å endre når endring trengs

Organiseringen av sektoren er så lukket og så kompleks at de fleste faller av og overlater slikt til forvaltningen. Det gjelder ikke minst politikerne. Dette er et demokratisk problem – særlig fordi det overlater så mye til aktører som ikke kontrolleres. Problemet er desto større som utformingen av standarder i realiteten overlates til en lukket stiftelse som består av ganske få personer med klare forbindelser til næringen. Da blir nasjonale forvaltningsorganer med få folk på saken ganske spinkle, mens bransjen er stor og sterk og rik og betyr mye for statskassa.

De ulike lovene, forskriftene og organene som skaper og forvalter dem, legitimerer hverandre gjensidig: Hver enkelt lov og forskrift må være slik fordi de andre er slik de er, og fordi alt henger sammen og det hele er for komplekst å endre. Dette er et stort problem når det er store svakheter ved forutsetningene for retningslinjene, og når rask endrings krevs. Endring blir forferdelig tidkrevende, mens vi må leve med konsekvensene av feilen i mellomtida:

De delene av forvaltningen og næringene som har interesser i strålevernet, har sammen over tid bygget opp en slags *bransjeforståelse* som er i alvorlig konflikt med helse- og miljøinteresser, men som nærmest er «sveiset fast» i regelverket og de organisasjoner som styrer sektoren.

Dette er blitt et akutt problem som rammer folkehelsen - fordi den sterkt økte og økende bruken av mikrobølget radio og elektronikk fører til helse- og miljøskader. (Mer detaljert underbygging av denne påstanden følger i denne boka.)

De samme aktørene har over tid skapt en kultur som først og fremst ser løsningene i den teknologien de forvalter, og skjermer seg mot kunnskap

om problemene. Vi kjenner dette godt, vi som har jobbet i sektoren i mange år. Det blir en form for *stiavhengighet*:

Aktørene kan ikke forestille seg noe annet enn at de *har* rett og *handler* rett. Den dominerende forestillingen er at nytten av de menneskeskapte elektromagnetiske feltene – i form av mikrobølget kommunikasjon, strøm, etc. – oppveier helse- og miljørisikoen. Og dessuten at helserisikoen jo ikke kan være rell – «for da ville vi jo kjent til det....»

En omfattende og detaljert analyse med mye materiale vi før ikke hadde sett omtalt, er kommet oss i hende under fullføringen av denne boka:

> Ref. 12: Butler, Tom: Wireless Technologies and the Risk of Adverse Health Effects in Society: A Retrospective Ethical Risk Analysis of Health and Safety Guidelines, Working Paper, Univ. of Cork, 2021, PDF-notat, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2021/02/Butler-Tom-Wireless-Technologies-Ethical-Risk-Analysis-Working-Paper-Univ.-Cork-2021.pdf

Butlers studie beskriver, med utførlig og grundig belegg, hvordan den omtalte bransjeforståelsen har vokst fram, basert på en forståelse av kunnskapsstatus som mange aktører måtte kjenne til var feilaktig, og Butler beskriver hvordan denne bransjeforståelsen svikter rent vitenskapelig og etisk. Han beskriver og analyserer hvordan denne bransjeforståelsen forsvares – dels basert på manglende forståelse av forskningsfunnene og vitenskapelig bevisførsel, dels med uetiske metoder, så som direkte svindel, og dels utfra det som aktørene har oppfattet som politisk nødvendig.

Vi viser derfor til (Butler 2021) som et meget verdifullt tillegg til vår bok, uten at vi har hatt mulighet for å gi denne artikkelen den plassen den fortjener.

2.5 Forskningen om helsevirkninger og striden rundt dem

Her omtales forskningsstatus om helsevirkninger fra «ikke-ioniserende stråling» og motsetningene mellom forskningsfunnene og sektor-reguleringen. Temaet utdypes i senere deler.

Det fins en omfattende faglitteratur og mer populærvitenskapelige framstillinger som tar for seg helsemessig skadelige og terapeutiske

virkninger av strøm og elektromagnetiske felt. Arthur Firstenbergs omfattende og populærvitenskapelige bok viser at helt siden de første eksperimenter på 1700-tallet, har forskerne observert så vel biologiske virkninger fra svak strøm, som at enkelte personer er vesentlig mer ømfintlige for slik eksponering enn andre.

Ref. 13: Firstenberg, Arthur, 2018. Den Usynlige Regnbuen, Z-forlag



Find Search Summary Totals

Peer Reviewed Studies Showing Biological Effects — Number of records used : 2013 of 3226

Auditory Dysfunction / Hearing loss / Tinnitus	36	Apoptosis (Programmed Cell Death)	93	Brain Tumours	47
Blood Brain Barrier Permeability Changes	15	Breast Cancer	6	Cellular Stress	58
Brain Development / Neuro Degeneration	48	Biochemical Changes	311	EEG changes / Brain Waves	102
Neuro Behavioural Effect / Cognitive Effects	175	Cell Irregularities/ Damage/ Morphological Changes	180	Effects on Mitochondria	36
Calcium Influx / Efflux	18	Fatigue	34	Altered Enzyme Activity / Protein Levels / Protein Damage	344
Circadian Rhythm Disruption	14	Altered Gene Expression	141	Headaches/Migraines	58
DNA Damage / Mutagenic / Genotoxic	144	Altered Glucose Level / Glucose Metabolism	20	Inflammation	23
Endocrine / Hormone Effects	62	Cardiovascular/Vascular Effects	57	Hepatic Effects (Liver)	20
Miscarriage / Spontaneous Abortion / Foetus Resorption	2	Immune System Effects	62	Impaired / Reduced Healing/ Bone Density Changes	5
Memory Impairment	53	Oxidative Stress / ROS/ Free Radicals	232	Speech Impairment	4
Sperm /Testicular Effects	87	Sleep Effects	54	Haematological Effects	47
Tumour Promotion	34	Neurotransmitter Effects	31	Synergistic/Combinative Effects	51
Thyroid Effects	14	Visual Disturbances/ Ocular Effects	39	Autism	8
Leukemia	5	Parotid Gland Malignancy	4	Neoplasis/ Hyperplasia (Abnormal Tissue Growth)	5
Depression	22	Induced Adaptive Response	48	Dizziness / Vertigo / Vestibular Effects	22

May have a role in disease pathway/ well-being — A known cause in disease — Continue

Figur 5: Opptellinger av studier som viser skader under ICNIRPs grenseverdier fordelt på ulike symptomer og mekanismer (fra ORSAA-basen)

Et meget stort flertall av de publiserte forskningsstudier som er registrert i de kjente basene (*pubmed, ORSAA, Medline, Powerwatch.org, EMF-Portal*),

påviser skadelige helsevirkninger ved eksponering som det *ikke* gis beskyttelse for av de forsiktighetsregler og reguleringer som er gjeldende i bl.a. Norge.

> Ref. 14: ORSAA - ICNIRP submissions Oct 1918, ORSAA, kan lastes ned fra https://www.orsaa.org/icnirp-submission.html

Eksempelvis viser **litteraturbasen til ORSAA** (Oceania Radiofrequency Scientific Advisory Association Inc.), en non-profit-organisasjon som forsker på virkninger av kunstige elektromagnetiske felt på mennesker og miljø, et stort flertall publikasjoner som påviser påvirkninger som kan føre til helseskader/-plager (Figur 5):

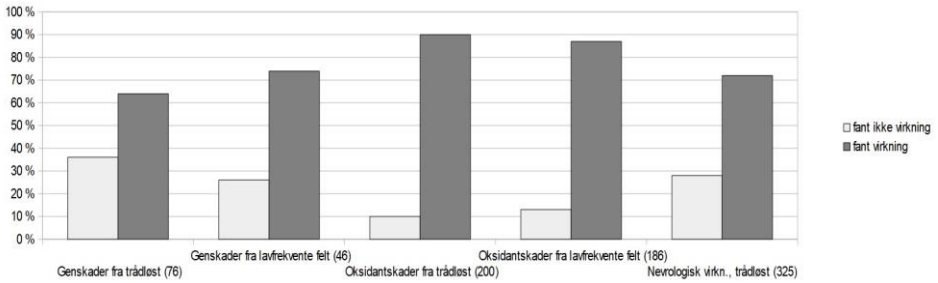
Av 3 226 referanser til fagfellevurderte forskningsartikler, viser 2 013 av referansene funn av slike virkninger ved eksponering under termisk grense.

Henry Lai var den forsker i USA som først påviste skader på DNA fra mikro-bølget stråling eksperimentelt.

> Ref. 15: Lai, H; Singh, NP (1995). "Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat braincells" (PDF). *Bioelectromagnetics*. **16** (3): 207–10. ISSN 0197-8462. PMID 7677797

I desember 2017 sorterte Lai forskningsartikler i **databasen Medline** som viste funn vs. ikke-funn, for tidsrommet 1990-2017. Forskningen viser klar overvekt av funn av skader, uansett mekanisme. En ajourføring fram til 2020 er senere utført av Lai, men ikke tatt med her. Den viser samme mønster.

> Ref. 16: Henry Lai's Research Summaries, ni dokumenter lagt ut på http://www.bioinitiative.org/research-summaries/, desember 2017



Figur 6: Forskningsartikler om stråling og helse i Medline 1990 - 2017, fordelt på skadetyper og funn vs. ikke funn (Lai 2017, graf: E.Flydal)

Lyse søyler: ikke funn av påvirkning. Mørke søyler: fant påvirkning. Søylene viser fra venstre: Genskader fra trådløst (76 studier), Genskader fra lavfekvente felt (46), Oksidantskader fra trådløst (200), Oksidantskader fra lavrekvente felt (186), Nevrologiske virkninger fra trådløst (325).

Powerwatch-basen inneholder et utvalg referanser, og gjenspeiler altså ikke den samlede forskningen. I denne basen er studiene merket utfra om de finner eller ikke finner biologiske virkninger. Et stort antall studier viser skadevirkninger under dagens grenseverdier:

Ref. 17: Powerwatch, http://www.powerwatch.org.uk/

Denne basen har Joel M. Moskowitz, Ph.D., direktør for Center for Family and Community Health, School of Public Health, University of California, Berkeley, tatt for seg og publisert en oversikt og en litteraturliste utfra Powerwatch-basen. Sammendraget viser at 61% av referansene viser funn av virkninger under grenseverdiene for oppvarmingsskader:

Ref. 18: Joel M. Moskowitz, Joel: PowerWatch: 1,670 Scientific Papers on Electromagnetic Fields, May 1, 2019, http://bit.ly/PowerWatch1670

The EMF-Portal RWTH ved universitetet i Aachen oppsummerer systematisk vitenskapelige forskningsdata på virkninger fra elektro-magnetiske felt (EMF). All informasjon gjøres tilgjengelig både på engelsk og tysk. Kjernen i EMF-Portal er en litteraturdatabase med oversikt over 32 641 publikasjoner og 6 831 sammendrag av vitenskapelige studier om virkninger av elektromagnetiske felt.

Denne basen gir ikke sammenfattede oversikter over funn. Det er likefullt klart at den inneholder en stor mengde studier som viser skadevirkninger *under* dagens grenseverdier.

Ref. 19: EMF-Portal, https://www.emf-portal.org/

Den private, ikke-transparente stiftelsen ICNIRPs retningslinjer for beregning av grenseverdier for eksponering for radiofrekvent stråling ligger til grunn for grenseverdier i hele Norden. De er basert kun på *skadelig oppvarming av vev* som skadekriterium. Det vil si at disse retningslinjene ikke har som ambisjon å beskytte mot de virkningene som de fleste forskningsstudier finner – fordi ICNIRP benekter at de fins eller bør tas hensyn til.

Ref. 20: ICNIRP, 1998. «ICNIRP Guidelines For Limiting Exposure To Time-Varying Electric, Magnetic And Electromagnetic Fields (UP To 300 Ghz)», Health Physics 74 (4):494-522; 1998, https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf

> «Det ble ikke ansett som etablert at langtidseksponering for EMF kan forårsake kreft, så disse retningslinjene er basert på korttids, umiddelbare helsevirkninger så som stimulering av de perifere nerver og muskler, sjokk og forbrenninger forårsaket av å komme borti ledende gjenstander, og på økte temperaturer i vev som følge av absorbsjon av energi under eksponering for EMF.»

Begrunnelsen for å bruke vevsoppvarming som skadekriterium oppgir ICNIRP – ganske i strid med det mønsteret vi har funnet i de angitte data-basene over – å være at det [i vår oversettelse]:

Ref. 21: ICNIRP, 2020. Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 KHz to 300 GHz), published ahead of print in: Health Physics, april 2020, https://www.icnirp.org/en/publications/article/rf-guidelines-2020480.html

> «ikke fins noe belegg for skadelige helsevirkninger ved eksponeringsnivåer under grensenivåene [angitt] i ICNIRP (1998)-retningslinjene og ikke noe belegg for interaksjonsmekanismer som skulle kunne forutsi at skadelige helsevirkninger skulle kunne forekomme [som er] forårsaket av eksponering for radiofrekvent EMF [elektromagnetiske felt] under disse grensenivåene.»

Litteraturgjennomganger som oppsummerer forskningen på dette området, vitner om at det lenge har pågått en omfattende fagdiskusjon om helsevirkninger fra EMF, med tusenvis av publiserte forskningsstudier. Her nevnes et par eksempler:

En russisk forskningsgjennomgang på oppdrag fra Sovjetunionens real-faglige vitenskapsakademi, ble publisert på engelsk (Presman 1970) etter initiativ fra amerikanske forskere. Den inneholder 678 referanser - blant annet russiske, tyske, polske og amerikanske, og omtaler en lang rekke biologiske mekanismer av grunnleggende viktighet for alt liv, og som virker ved meget svake intensiteter. Presman tar funnene til inntekt for at det ikke er *intensiteten* som er viktig, men *informasjonsverdien*, og at informasjonsverdien beholdes selv ved særdeles lave intensiteter.

Biologien kan derfor lett forstyrres, med biologisk skade som mulig resultat:

> Ref. 22: Presman, A. S., 1970. «Electromagnetic Fields and Life», engelsk utgave: Springer science+business media LLC, New York, 1970, ISBN 978-1-4757-0637-6
>
> Side 4 og 5: « Følgelig trakk fysikere den slutning at svake EMF var ute av stand til å frambringe biologiske virkninger [annet enn som reaksjoner forårsaket av vevsoppvarmning].
>
> Til tross for disse kategoriske slutningene fortsatte biologer med eksperiment-baserte forsøk å avdekke biologiske virkninger av EMF og konstante magnetiske felt ved langt svakere styrker enn de verdiene som på teoretisk grunnlag ble forutsagt å gi virkning. I de siste ti årene [altså før 1970, o.a.] har disse forsøkene gitt vellykkede resultater, og av et slag som gir grunner for å tro at naturlige EMF sannsynligvis har vært delaktig i livets utvikling og spiller en vesentlig rolle i organismers livsprosesser. Det er umulig i den forbindelse å ikke hente fram ordene til Szent-Gyorgyi (1960) [Nobelprisvinner i fysiologi, o.a.]: «Biologifaget er avhengig av fysikernes skjønn, men må være ganske skeptisk når det blir fortalt at dette eller hint er usannsynlig».
>
> Biologiske undersøkelser har vist at organismer av de mest ulike slag – fra encellede organismer til mennesket – er følsomme for et konstant magnetisk felt og for EMF med ulike frekvenser, selv ved en virksom energi som er titalls størrelsesordener(!) mindre enn det som er anslått på teoretisk grunnlag å være virksomt [ved å skape oppvarming av vev].

Som eksempel kan også vises til basalmedisiner og genetiker Martin L Palls gjennomgang av nesten 200 forskningsstudier som hver gjennomgår flere forskningsartikler som finner medisinske virkninger av (subtermisk) EMF-eksponering innen ulike områder. Samlet gjennomgås altså et enormt forskningsmateriale, og samtlige konkluderer med at funnene er vel dokumentert.

> Ref. 23: Pall, Martin L: 5G: Great risk for EU, U.S. and International Health! Compelling Evidence for Eight Distinct Types of Great Harm Caused by

Electromagnetic Field (EMF) Exposures and the Mechanism that Causes Them, notat datert 17.5.2018, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2018/10/Pall-ML-5g-emf-hazards-eu-emf2018-6-11us3.pdf, på norsk i (Flydal og Nordhagen (red.) 2019), sidene 183 – 335.

Vi omtaler notatet slik:

> Ref. 24: Flydal, Einar & Nordhagen, Else (red.): 5G og vår trådløse virkelighet – høyt spill med helse og miljø, Z-forlag, 2019, side 178:
>
> «På vegne av de 180 skrev Martin L Pall det store notatet på 90 A4-sider. Store deler av notatet er riktignok litteraturreferanser og sitater fra artiklers sammendrag. Med dette notatet skulle han - nærmest en gang for alle - dokumentere hvor meningsløst feilaktig påstanden fra EU-kommisjonen var - at helseskader fra mikrobølget kommunikasjon ikke er påvist og at slike skader ville være uforenlig med foreliggende forskning.
>
> …
>
> Det Pall gjør i sitt notat, er å gjøre en litteraturstudie av litteratur-studier: Han tar for seg andres litteraturstudier, nærmere to hundre, og undersøker hvilke funn de gjør om hva primærstudiene gir sikre belegg for. Det ligger altså et svært stort vitenskapelig materiale til grunn for konklusjonene.
>
> Slik finner Pall sterke bevis - mer korrekt betegnet som belegg eller evidens i empiriske vitenskaper - ved å påvise at samme sammen-henger er funnet i flere litteraturstudier og drøftet og funnet å være holdbare. Da står de støtt som bevis, og det er direkte svindel eller uetterrettelig å late som om de ikke fins eller overse dem.»

Denne diskusjonen foregår imidlertid fortsatt. Fagdiskusjonen holdes ved like av på den ene side stadige nye forskningsfunn av skadevirkninger. Disse vedlikeholder og øker forståelsen av levende organismer som komplekse og påvirkelige, elektriske systemer. Fra motsatt side forkastes disse funnene som ikke tilstrekkelig sikre, mens forskning som ikke gjør funn, fremheves som bevis enten på at det fortsatt er uavhklartheter som bør avklares før man kan trekke konklusjoner og innføre restriksjoner, eller på at der ikke fins noen skadevirkninger overhodet.

Pall viser i ovennevnte notat at slike funn gjøres og utnyttes som del av «war gaming» - et krigsspill drevet av bransjer som arbeider for å beholde høye grenseverdier med tilsvarende stort handlingsrom.

Cellefysiologen Susan Pockett leverer omfattende vitenskapelig belegg for skadevirkninger og bakenforliggende mekanismer, og forklarer diskusjonen som et resultat av at det «militær-industrielle kompleks», i dag med telekom-næringen som vesentlig aktør, har fått for stor samfunnsmakt, og at disse aktørene ser seg tjent med på ulike måter å svekke inntrykket av at forskningen har gjort sikre og tydelige funn:

> Ref. 25: Susan Pockett: Stråletåka – Helse- og miljøforurensningen fra mikrobølgene, 2020, 237 sider, ISBN 978-82-93187-50-9, se særlig kapitlene 2, 3 og 4.

Den rent faglige siden ved kontroversen kan samtidig forklares utfra stråle-hygienikernes fysikk-forankring: Fagtradisjonen gjør det naturlig å stille metodekrav som ikke med rimelighet kan innfris i biologisk forskning, uten å forvri forskningsfunnene bort fra åpenbare sammenhenger:

> Ref. 26: Else Nordhagen og Einar Flydal: Strålevernet hevder at strålingen ikke skader. Hvorfor?, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2021/02/E-Nordhagen-og-E-Flydal-Stralevernet-hevder-at-stralingen-ikke-skader-Kronikk-v1.2.pdf

I kontroversen inngår også interessekamp og kamp om å erobre kontroll over institusjoner med sterk definisjonsmakt. Det er dokumentert i en rekke studier at bransjer knyttet til utnyttelsen av EMF (forsvar, radar- og radionæringen, kraftbransjen og mobilkommunikasjon) har brukt liknende strategier som tobakksbransjen og flere andre bransjer til å fremme sine interesser, ikke minst ved å skape tvil om forskningsresultater.

> Ref. 27: Conway, Erik M. og Oreskes, Naomi: Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming, Bloomsbury Press, 2010
>
> Side 5: «Noen få år senere leste Santer morgenavisa og kom over en artikkel som beskrev hvordan enkelte forskere hadde deltatt i et forskningsprogram som var organisert av tobakksindustrien for å diskreditere vitenskapelige bevis som knyttet tobakk til kreft. Hensikten var, forklarte artikkelen, å «holde uenigheten i live». Så

> lenge det var tvil om årsakssammenhengen, ville tobakksindustrien være trygg for søksmål og reguleringer. Santer syntes historien virket skremmende kjent. »

Santer, som omtales i Orestes & Conway over, var atmosfæreforsker ved Lawrence Livermore Laboratory og kjempet for å få gjennom at det var skjedd klimaendringer og at dette var koblet mot menneskeskapt økning av klimagasser. Han møtte mye og kjent type motstand før denne forståelsen nå er blitt «mainstream».

Strategien som omtales her, å skape usikkerhet om forskningsresultatene ved å produsere eller framheve forskning som ikke gjør skadefunn, omtales også i Michaels' meget kjente beskrivelser av flere bransjers strategier i boka og filmen «Doubt is their product»:

> Ref. 28: Michaels, David, Doubt is their product, Oxford University Press, 2008, ISBN 0199719764, se f.eks. kap. 14: The Institutionalization of Uncertainty, s. 176 ff.

Hvordan denne strategien gjennomføres innen trådløsbransjen, er blitt analysert i en rekke studier, f.eks. i de følgende, først generelt:

> Ref. 29: Walker, Martin J. (ed.): Corporate ties that bind – An Examination of Corporate Manipulation and Vested Interests in Public Health, Skyhorse Publishing, N.Y., 2017
>
> Side xvii, Introduction: ««Historier om manipulasjon av utslippsdata fra biler, som berørte Volkswagen og andre bilprodusenter, har nylig vært omtalt i de store nyhetsmedia. Det kunne hevdes at storselskapers manipulering av «vitenskapelige» bevis nå har modnet – en virkelig og gjenkjennelig teknikk i den begredelige listen over storselskapers bedragerier. … Kapitlene som følger i denne boka viser klart at å «tøye på» data og forskning har en lang historie, som, siden slike hendelser tydeligvis fortsatt har befunnet seg i området for «tvil», sjelden har fått plass i media. Denne boka gransker denne historien, spesielt fra 1970-tallet og framover, og tar for seg mange ulike former for storselskapers propaganda og deres forsøk på å dekke over farer for folkehelsen.»

og dernest spesielt om mobilbransjen:

Ref. 30: Wright, Nicola: «Downplaying Radiation Risk», kapittel 23 i Walker, Martin J. (ed.): Corporate ties that bind – An Examination of Corporate Manipulation and Vested Interests in Public Health, Skyhorse Publishing, N.Y., 2017

Side 421: «I dette kapitlet skal vi se på hvordan telekom-industrien har tatt kontroll over de institusjoner som bestemmer retnings-linjene for eksponering[sgrensene], over dem som undersøker helsevirkninger fra mikrobølgeeksponering, og over dem som sprer informasjon til befolkningen.»

Sentralt i disse analysene er beskrivelser av hvordan bransjen har tatt kontroll over fora som i utgangspunktet skal spille rollen som nøytrale fagorganer for utredninger og konsensusavgjørelser, så som standardi-seringsorganer og offentlig forvaltning.

Således beskriver (Alster 2015) hvordan USAs regulatoriske myndighet domineres av trådløsbransjens interesser:

Ref. 31: Alster, Norm: Captured Agency, How the Federal Communications Commission Is Dominated by the Industries It Presumably Regulates, Edmond J. Safra Center for Ethics, Harvard University, 2015, http://ethics.harvard.edu/files/center-for-ethics/files/capturedagency_alster.pdf

Side 5: «Direkte lobbyvirksomhet fra næringens side er bare en av mange marker i det råtne eplet. FCC sitter i sentrum av et nettverk som har gitt mektige pengeinteresser ubegrenset tilgang til på en rekke ulike måter å forme [dette organets] politikk, ofte på bekostning av grunnleggende offentlige interesser. Som følge har forbrukersikkerhet, helse og personvern, sammen med forbru-kernes lommebøker, alle blitt oversett, ofret og raidet på grunn av den ukontrollerte bransjepåvirkningen. … Næringen kontrollerer FCC gjennom et kveletak som favner fra tå til isse, og som spenner over alt fra dens velplasserte politiske kampanjebidrag til Kongressen via næringens kontroll over de komiteer i Kongressen som skal ha overoppsynet med FCC, til næringens standhaftige lobbyvirksomhet overfor dette byrået. … På det personlige plan er hele systemet smurt av fri flyt av ledere mellom FCC og den næringen den antas å overvåke.»

Andre har beskrevet hvordan standardiseringsorganene innen IEEE, USAs ingeniørforening, etter hvert er blitt dominert av næringens ingeniører, som vedtar tekniske standarder som de så selv iverksetter i bedriftene de er ansatt i, f.eks.

> Ref 32: Stein, Brian & Mantle, Jonathan: The Microwave Delusion, Grosvenor House Publishing, 2020.
>
> Ref. 33: Flydal, Einar & Nordhagen, Else (red.): «5G og vår trådløse virkelighet – høyt spill med helse og miljø», Z-forlag, 2019, se særlig Del 3.

I den første tida etter 2. verdenskrig var oppmerksomheten rettet særlig mot helserisiko og akutte skader blant militære og sivile knyttet til militære anlegg, sendere og radarer, og de gjerne akutte symptomene ble ansett som bagatellmessige eller underrapportert som «subjektive»:

> Ref. 34: Paul Brodeur: The Zapping of America, N.Y. 1977, ISBN: 978-0393064278
>
> Side 24: «Innen våren 1942, stilt overfor et stigende antall rykter og utspørringer om radarer, foretok marinen en medisinsk studie av førtifem sivile som hadde arbeidet med eksperimentell radar ved Naval Research Laboratory i Washington, D.C. Denne studien, som omfattet jevnlige fysiske undersøkelser og blodprøver, fant ingen tegn til sterilitet, uvanlig skallethet, eller noen andre negative biologiske fenomener hos disse mennene. Det eneste som faktisk dukket opp, var at noen av dem klaget over hodepine, smerter i øynene og en rødmefølelse i ansiktet hver gang de ble eksponert for mikrobølgene som strålte ut fra radarantennene. Slike symptomer ble ansett interessante men subjektive, og da resultatene fra studien ble publisert i *U.S. Naval Medical Bulletin* i juli 1943, ble den konklusjon trukket at «det var ingen kliniske bevis for skade på dette personalet.»

Akutte helsemessige reaksjoner ble i denne perioden blant annet kjent som «radar man's disease» og «radio man's disease». Slike reaksjoner ble rapportert blant annet i en av flere amerikanske rapporter som gjennomgikk biologiske virkninger av ikke-ioniserende stråling, for eksempel denne fra 1975:

Ref. 35: Adams, Ronald L, Williams, R.A.: Biological Effects of Electromagnetic Radiation (Radiowaves and Microwaves) Eurasian Communist countries (U), US Defense Intelligence Agency, 1975, http://media.wix.com/ugd/86579e_cd32f0b5b17c4ecf84dc722f1f1a18e5.pdf [omtalt I blogpost https://einarflydal.com/2016/11/15/forskningen-paviser-ingen-helserisko-hvordan-fikk-de-det-til/]

Side 17: «Kliniske studier ble utført på tretti forsøkspersoner i alderen 25 til 40 år, [som var blitt] eksponert for ultrahøyfrekvente centimeterbølger brukt i industrielle anvendelser, med energi-tetthet [styrke] fra 10 til 500 mW/cm^2, i tidsperioder fra 4 til 13 år. Subjektive klager omfattet generell svakhet, apati ettermiddag eller kveld, utmattelse, hodepine, søvnforstyrrelser og ikke-utstrålende precordial [område i brystet] smerte som tyder på asteni [kraftløshet] eller nevrasteni [syndrom knyttet til miljø/ME] med autonom dystoni [ukontrollerte muskelsammentrekninger]»

På 1980- og 1990-tallet var kontroversen særlig rettet mot høyspent-ledninger og husholdningsstrøm. En rekke tvister havnet i retten. Andrew Marino hadde da i flere år funnet påvirkning på forsøksdyr fra selv langt svakere eksponering, og var sentral i rettssaker som ble ført mot kraftbransjen i USA for å få gjennomslag for sikkerhetsavstander for kraftledninger:

Ref. 36: Marino, Andrew: Going somewhere – Truth about a life in science, Cassandra Publishing, 2010

Side 15: «Jeg nådde endelig det punktet der jeg bestemte meg – en annen motivasjon – for at jeg hadde et ansvar for å vise hvordan vårt rettssystem ofte hindrer pålitelig vitenskap i å slippe inn i samfunnets hovedstrømninger. For å kunne fortelle den historien må du være praktiserende forsker, jurist og stå fritt til å gjøre det du selv synes er rett. Jeg tilfredsstilte disse kriteriene, og jeg kjenner ingen andre som har gjort det, så jeg følte meg kvalifisert og ansvarlig. Jeg forsøker ikke å løse det underliggende problemet – ingen ga meg det oppdraget – bare å belyse det.»

Side 279: «Harris avsluttet sitt innlegg med å understreke forskjellen mellom forskning og jus. «Hensikten med forskning er å

oppdage sannheten om naturen. Hensikten med rettssystemet er å løse tvister. Det må derfor pekes ut en vinner og en taper.»

Side 390: «Han fortalte Olden at spørsmålet som ble stilt foran Kongressen ikke kunne bli besvart utfra vitenskapelige prinsipper alene, og at vitenskapens moralske kraft og den respekt og tiltro som folk har til vitenskap, ikke burde svekkes ved å fremsette påstander om vitenskapelig sikkerhet der den ikke fins.»

Rettssakene førte til at USA innførte regler for bygging av kraftledninger og å utnytte areal under kraftledninger som tok hensyn til at de elektromagnetiske feltene rundt kraftledningene kan forårsake kreft:

Ref. 37: Marino, Andrew, Ray, Joel: The Electrical wilderness, San Francisco Press, 1986

I Norge ble det laget en egen NOU om temaet. Den konkluderte i hovedsak med at det ikke fantes sikre vitenskapelige holdepunkter for noen sammenheng med kreft eller andre lidelser, men at det ville være hensiktsmessig med visse forsiktige føre-var-tiltak knyttet til høyspentledninger og nærhet til boliger, skoler etc. Se mer omtale siden.

Ref. 38: Elektromagnetiske felt og helse, Forslag til en forvaltningsstrategi, NOU 1995: 20, https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-1995-20/id140410/

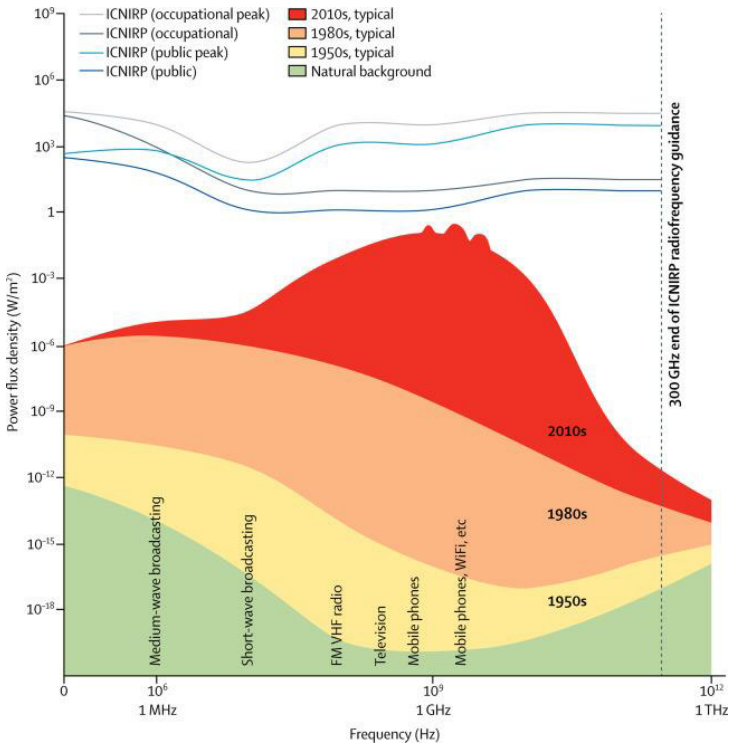
Med alminneliggjøringen av digital TV, digital radio, mobiltelefoner og mobilnett, WiFi-nettverk og annen bruk av mikrobølger har fokus for forskningen og maktkampene de siste tiårene forskjøvet oppmerksomheten så vel som forskningsinnsatsen fra helsemessige virkninger av husholdningsstrøm til virkningene av mikrobølger.

Med denne alminneliggjøringen har det skjedd en voldsom vekst av eksponeringsnivå for befolkningen i sin alminnelighet, innen mikrobølger fra en bakgrunnsstråling nær null til en hyppig forekommende bakgrunnsstråling i byer på rundt 10^{18} ganger kraftigere, dvs. i størrelsesorden 1 000 000 000 000 000 000 ganger så høy intensitet.

Ref. 39: Bandara, P., og Carpenter, D. O. 2018. «Planetary electromagnetic pollution: it is time to assess its impact», The Lancet, vol.2:12, e512-e514 https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(18)30221-3/fulltext

«På grunn av den eksponentielle økningen i bruken av trådløst, personlig kommunikasjonsutstyr (f.eks. mobiltelefoner eller trådløse hjemmetelefoner og WiFi eller Bluetooth-enheter) og infrastrukturen som gjør slikt lett å bruke, har nivåene for eksponering av radiofrekvent elektromagnetisk stråling rundt frekvensen 1 GHz, som er den mest brukte for moderne trådløs kommunikasjon, økt fra ekstremt lave naturlige nivåer til omtrent 10^{18} ganger mer (se Figur 7)».

Med denne veksten er hyppig forekommende eksponering i byer kommet betydelig nærmere termisk grense som siden 1998 har vært utgangspunktet for stiftelsen ICNIRPs anbefalinger for arbeidsliv og for befolkningen forøvrig (se Figur 7).



Figur 7: Typisk maks daglig eksponering sammenliknet med ICNIRPs retningslinjer (Bandara & Carpenter 2018)

ICNIRPs gjeldende retningslinjer for grenseverdier presiserer at de kun er ment å gi beskyttelse mot vevsoppvarmingsskader, og at de overlater til senere ledd i leveransekjeden, det vil si regionale (som EU) og nasjonale myndigheter (som Norge) å vurdere om det trengs mer restriktive grenser for å beskytte mot andre mulige virkninger.

Norske myndigheter hevder likefullt at eksponering under disse grenseverdiene «ikke medfører helsefare». Dette er gjentatt i skriv og i tale og i TV-intervjuer, og det gjentas i nedennevnte brosjyrer, som også neglisjerer virkningen av *nærfelt*, de elektriske feltene nær kilden, der spesielle fysiske egenskaper gjør at eksponeringen blir langt sterkere enn man får målt med målemetoder for fjernfelt, og dessuten ikke lar seg måle med noenlunde sikkerhet. (Eksempler på nærfelt kommer vi tilbake til.)

> Ref. 40: Brosjyre fra DSA mai 2020: https://dsa.no/nyheter/oppdaterte-brosjyrer-om-elektromagnetisk-straling#

Disse to brosjyrenes hovedbudskap er at stråling under grenseverdiene *er trygt og slett ikke helsefarlig*. De gir inntrykk av at forskningen entydig viser at i praksis fins det ingen helsefare fins, og at etatene, DSA, NKOM og Arbeidstilsynet, passer på å beskytte folks helse mot skader fra slikt:

> Side 4: «Mobiltelefon holdt mot øret gir relativt sett de høyeste nivåene, men nivåene ligger likevel under grenseverdien, og det er trygt å bruke mobil.»
>
> Side 5: «Det er ikke vitenskapelig grunnlag for å anbefale å fjerne eller erstatte trådløse nett med kablet nett.»

Påstander om manglende helsefare mangler dekning i grunnlagsdokumentene som norsk strålevern oppgis å bygge på. DSA oppgir at disse er strålevernloven og strålevernforskriften, ICNIRPs retningslinjer, WHOs vurderinger – som er sammenfallende med ICNIRPs, FHI-rapport 2012:3, som er sammenfallende med ICNIRPs, og komiteen under det svenske strålevernet (SSM) sine vurderinger, som i hovedsak består av ICNIRP-medlemmer og derfor har et syn som er sammenfallende med ICNIRPs.

Det er dokumentert i en rekke kilder at ICNIRPs bemanning, eller nærstående, går igjen i sentrale posisjoner i alle disse organene, noe som kan forklare hvorfor deres konklusjoner er sammenfallende, samtidig som de er sterkt avvikende fra det store flertall av forskningsresultatene.

Se for flere detaljer f.eks. Del 3 i

> Ref. 41: Flydal, Einar & Nordhagen, Else (red.): «5G og vår trådløse virkelighet – høyt spill med helse og miljø», Z-forlag, 2019

Som vi har referert i (Nordhagen og Flydal 2021), og gjentar flere steder i denne boka, arbeider disse organene dessuten utfra et syn på forsknings-metode og kvalitetsvurderinger som ikke er avpasset biologiske systemers kompleksitet.

Disse organene begrenser seg korrekt nok til å si at «skader ikke er påvist» (underforstått utfra de metodekravene de bruker), ikke at de «ikke fins». De sier heller ikke at stråling fra sendere «ikke er farlig» eller er «trygt». Norske myndigheter går således lengre enn fellen rekker i sine påstander om manglende helserisiko, og uttaler seg i strid med hvordan man kan omtale de fysiske/kjemiske egenskapene ved et produkt.

Dette påpekes av HMS-konsulent Bård-Rune Martinsen:

> Ref. 42: Bård-Rune Martinsen i Flydal, Einar & Nordhagen, Else (red.): «5G og vår trådløse virkelighet – høyt spill med helse og miljø», Z-forlag, 2019, sidene 436-446
>
> Side 443: «Når DSA har inntatt det ytterliggående standpunktet at strålingen ikke er helsefarlig, er det naturlig å etterspørre DSA om fremlegging av bevis. Men DSA kan ikke fremlegge noen bevis:
>
> De er også i åpenbar konflikt med forskningsflertallet, som vist over. … Lars Klæboe fra DSA uttalte seg i Dagsrevyen den 28. mai 2019: «*Dette med Watt og frekvenser, som dette strengt tatt er, det har vi hatt i 70-80 år.» «Det er utenkelig at dette kan gi alvorlig helseskade.*»
>
> Det er greit å få høre at DSAs konklusjon er grunnet i at det er 'utenkelig' og at menneskeskapt stråling har blitt brukt i 70-80 år. Men dette er ikke et vitenskapelig grunnlag å bygge konklusjoner på.
>
> **Utenfor normene**
>
> Finnes det normer for hvordan man kan omtale de fysiske/kjemiske egenskapene ved et produkt? Ja, det gjør det. Innenfor salg og distribusjon av stoff eller stoffblandinger kreves det at man forholder seg til etablert klassifisering. I Kommisjonsforordning 2015/830, som er innarbeidet i norsk forskrift,1 pkt 0.2.4 står det:

«Uttrykk som «kan være farlig», «ingen helsevirkninger», «sikker under de fleste bruksvilkår» eller «ufarlig», eller eventuelle andre uttrykk som angir at stoffet eller stoffblandingen ikke er farlig, eller andre uttrykk som ikke er forenlige med klassifiseringen av stoffet eller stoffblandingen, skal ikke benyttes».

Det er med andre ord selv ikke lov å klassifisere eller benevne sterilt vann som ufarlig.

Stråling er nok ikke et stoff, men her burde man forvente at det utvises samme aktsomhet og edruelighet i beskrivelse av produktet, slik at brukere ikke blir forledet til å tro noe som ikke er påvist. Det er merkelig at DSA med så stor letthet kan klassifisere stråling som ufarlig og ikke helsefarlig.

Regelverk beskytter også norske forbrukere mot at legemidler merkes med «ikke farlig». Å merke et legemiddel med «ikke helsefarlig» kan i henhold til Legemiddeltilsynet ikke betraktes som noe annet enn markedsføring. Men det er dette DSA gjør.

Villedende markedsføring

Det er vel kjent at det blir slått hardt ned på «alternativ medisin» og dens lovnader om virkning. Dersom ikke virkningen kan bevises, kan man ikke reklamere for at medikamentet eller behandlingen har noen virkning. DSA har selv gått til anmeldelse av utøvere av alternativ medisin på dette grunnlaget (Kvakksalverloven).

DSA har gått hardt ut og markedsført at stråling fra mobiltelefoner, WiFi og AMS (smartmålere) er ufarlig. På DSAs Facebook-sider kan man finne spørsmål og svar angående stråling. Blant Spørsmål og svar finner vi: «*Må jeg legge det trådløse nettet i kabel? Nei, det er ikke nødvendig å kable – det vil bare være bortkastede penger.*» Dette er aktiv markedsføring for trådløs teknologi på produktnivå. Her markedsføres trådløse produkter som ikke er helsefarlige. DSA gir derigjennom en garanti til kjøpere av slike varer for at produktene ikke er helsefarlige. Denne garantien forsterkes når DSA fraråder å bruke kablet teknologi.

> Dette er mest sannsynlig et brudd på markedsføringslovens paragraf 3. Påstander om «faktiske forhold»… «skal kunne dokumenteres». DSA presenterer «ufarlig» som et faktisk forhold, men kan ikke dokumentere dette. Det kan også se ut som det er et brudd på markedsføringslovens paragraf 6, siden DSAs kommunikasjon «er egnet til vesentlig å endre forbrukernes økonomiske atferd slik at de treffer beslutninger de ellers ikke ville ha truffet». Å fraråde én teknologi til fordel for en annen er egnet til vesentlig å endre forbrukers adferd.
>
> I tillegg slår også innføringen av AMS inn under paragraf 6. Installering av mikrobølgekommuniserende AMS (automatiske strømmålere) har vært å betrakte som et pålegg fra det offentlige, og det offentlige har kunnet gjøre denne utrullingen uhindret siden kommunikasjonen fra AMS-målerne er blitt stemplet som «ufarlig» av DSA. Hvis stråling ikke var blitt stemplet som «ufarlig», ville muligens de andre etatene og nettselskapene undersøkt mulighetene for kablede AMS-løsninger grundigere og eventuelt tilbudt slike eller insistert på at slike måtte brukes for at de kunne se seg pliktige til å skifte ut målerne.»

I en reportasjeartikkel i Dagens næringsliv, 16. januar 2021, gjengis Gunhild Oftedal, medlem av ICNIRP og fagekspert for WHOs kontor *The International EMF Project*, med utsagnet «det ikke er påvist at stråling fra trådløs teknologi .... er farlig». Samtidig hevder hun at de virkninger som faktisk observeres ved ikke-termiske intensiteter, ikke er påvist å være skadelige. Innenfor hvilket rammeverk ICNIRP – og Oftedal – foretar sine vurderinger, eller hvorvidt disse vurderingskriteriene er rimelige å benytte, er ikke tema:

> Ref. 43: «Schjødt-topp Hugo Matre sendte strålingskritisk brev – uten å si hvem klientene var», Dagens næringsliv, 16. januar 2021, https://www.dn.no/jus/tradlos-teknologi/straling/advokatfirmaet-schjodt/schjodt-topp-hugo-matre-sendte-stralingskritisk-brev-uten-a-si-hvem-klientene-var/2-1-882397
>
> «Førsteamanuensis Gunnhild Oftedal i NTNU understreker at det ikke er påvist at stråling fra trådløs teknologi som mobiltelefoner,

basestasjoner, rutere og strømmålere, er farlig. Hun viser til de siste anbefalinger som ble lagt frem i mars.

– Rapporten fra ICNIRP (International Commission on Non- Ionizing Radiation Protection red.anm.) konkluderte med at helseskader bare finnes dersom strålingen er så sterk at den gir skadelig oppvarming, sier Oftedal. Hun legger til at noen studier viser at selv svak eksponering kan gi biologiske effekter.

– Men ICNIRP vurderer at det ikke er holdepunkt for at slike effekter fører til sykdom.»

Som vi har sett over, står slike vurderinger som at «det ikke er holdepunkt for at slike effekter fører til sykdom» i et åpenbart misforhold til forskningsflertallet, og utfra den tanke at all påvirkning har skadepotensial. Slike vurderinger hviler på, og begrunnes utfra, et særdeles lite nettverk som står bak de artikler som ICNIRP benytter seg av til å underbygge sine nye grenseverdier av mars 2020.

Det tette og lille nettverket som står bak dagens anbefalte grenseverdier er analysert og kritisert i en rekke fagartikler og i gravejournalisters reportasjer, så vel som i diverse utredninger.

Her nevnes noen ganske få kilder:

Ref. 44: Buchner, K. and Rivasi, M. (2020) The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Conflicts of interest, corporate capture and the push for 5G. A Report by Members of the European Parliament, Michèle Rivasi (Europe Écologie) and Dr. Klaus Buchner (Ökologisch-Demokratische Partei), June, 2020, 1-98.

Ref. 45: Virkninger av trådløs 5G-kommunikasjon på menneskers helse, Briefing til Europaparlamentet om 5G fra European Parliamentary Research Service, PE 646.172 NO februar 2020, lastes ned her: https://einarflydal.com/utredninger-boker-m-m-a-laste-ned-bestille/

Ref. 46: Ingeborg Eliassen: «Strålevernet baserer seg på omstridt forskergruppe», Stavanger Aftenblad, 28. januar 2019, https://www.aftenbladet.no/innenriks/i/m6oaEg/straalevernet-baserer-seg-paa-omstridt-forskergruppe

Ref. 47: Flydal, Einar og Nordhagen, Else (red.): «5G og vår trådløse virkelighet – høyt spill med helse og miljø», 2019, Del 3

De grenseverdier som anbefales av norske myndigheter på dette området er altså basert på et kriterium – oppvarmingskriteriet – som er under sterk kritikk for ikke å være tilstrekkelig relevant for strålevern av folkehelsen. Kriteriene og leveranseprosessene kommer vi tilbake til i større detalj mot slutten av boka: Kriteriene, prosessene og utvalgene sikrer ikke den nødvendige kvalitet i vurderingene, hverken i begynnelsen, i midten eller mot slutten av leveransekjeden.

2.6 Mekanismer som skaper biologisk skade – uten oppvarming

Det fins en lang rekke påviste mekanismer som kan gi biologisk skade, og at skitten strøm og pulsing er sentralt i dette bildet. Skitten strøm og pulsing utdypes i senere deler.

Skadevirkninger ved eksponeringer svakere enn termisk grense har vært påvist i svært mange studier og med mange ulike metoder – herunder epidemiologiske (statistiske populasjonsstudier), laboratorieforsøk, teoretiske beregninger, kliniske studier, m.m.

Forskning har påvist en rekke ulike mekanismer. I Horsevad 2017 er det gjennomgått over 100 påviste mekanismer som virker biofysisk ved eksponeringer svakere enn termisk grense.

> Ref. 48: Horsevad, Kim, Kortlægning af Bioreaktivitet for Mikrobølger i nontermiske Intensiteter, Saxo Publishing, 2017, ISBN 9788740912418

Rent teoretisk er det rimelig å tenke seg at det kan eksistere særdeles mange slike mekanismer, ettersom elektrisitet er en grunnleggende egenskap ved all kjemi, og at derfor enhver kjemisk prosess kan tenkes å bli forstyrret av påvirkning utenfra (interferens). Eksistensen av slike mekanismer hvormed elektromagnetisme påvirker biokjemiske prosesser viser at der er et *skadepotensiale*.

Det har vist seg som et gjennomgående trekk at elektriske *pulser* – brå skiftninger i det elektromagnetiske feltet, har langt større biologisk påvirkning enn eksponering uten pulser eller med svakere, mindre brå skiftninger. Slike virkninger påvises selv ved meget svake eksponeringer når det forekommer pulser.

Ref. 49: Panagopoulos, Dimitris, 2019. «Comparing DNA Damage Induced by Mobile Telephony and Other Types of Man-Made Electromagnetic Fields», Mutation Research/Reviews in Mutation Research. 781. 10.1016/j.mrrev.2019.03.003

«Den foreliggende gjennomgangen – av resultater som er publisert av min [forsker-]gruppe fra 2006 til 1016 – sammenlikner DNA-fragmentering fremkalt av seks ulike EMF på det samme biologiske systemet – oogenesen [dannelsen og modningen av eggceller] til bananfluen *Drosophilia melanogaster* – under identiske forhold og prosedyrer. En slik direkte sammenlikning mellom ulike EMF på det samme biologiske systemet – særlig slike EMF som brukes til hverdags – er svært nyttig når man skal trekke konklusjoner om deres bioaktivitet, og det er en nyskapning. [Gjennomgangen] viser at virkelige EMF fra mobiltelefoner er langt mer skadelig enn 50 Hz varierende magnetfelt (MF) – hva enten [disse magnetfeltene er] omtrent lik eller langt sterkere enn de fra høyspentledninger – og [langt mer skadelig enn] et pulset elektrisk felt (PEF), som tidligere er funnet å øke fruktbarheten. EMF-ene fra mobiltelefoner var vesentlig mer bioaktive, selv ved kortere eksponeringsvarigheter, enn de andre EMFene. Enn videre var de mer skadelige enn cytotoksiske [cellegiftige] virkemidler testet tidligere, så som visse kjemikalier, sult og dehydrering. De enkelte egenskapene til reelle mobiltelefon-EMFer, så som styrke, frekvens, eksponeringstid, polarisering, pusling og modulasjon, blir diskutert utfra sin rolle i å skape bioaktivitet. Det avgjørende parameterer for den sterke bioaktiviteten synes å være den ekstreme variasjonen i de polariserte mobiltelefonsignalene, hovedsakelig på grunn av de store, uforutsigbare endringene i styrken.»

Innen elektrofagene er slike brå pulser gjerne betegnet som *spenningsstøy* og *transienter*, og populært kalt «*skitten strøm*». Slikt er først og fremst oppfattet som et teknisk problem knyttet til *elektromagnetisk støy* som kan forstyrre, evt. ødelegge tekniske apparater.

Innen strålevern og forskning på helsevirkninger er skitten strøm gradvis kommet på agendaen som et vesentlig helseproblem og gjort til gjenstand

for helsestudier. Dette har i Vesten for alvor først skjedd etter tusenårs-skiftet, med funnene på La Quinta-skolen, California. Der var det en kreft-opphopning blant lærerne som underviste fast i bestemte klasserom. Det viste seg å være mye skitten strøm fra en transformatorstasjon nær ved nettopp disse rommene. Til og med elevenes uvanlig sterke uro i timene viste seg å kunne «slås av og på» med filtre som fjernet skitten strøm.

> Ref. 50: Milham, Samuel: Dirty Electricity – Electrification and the Diseases of Civilization, iUniverse, 2012, ISBN 978-1938908187, s. 55 ff.

For en mer fullstendig beskrivelse om La Quinta-skolen-tilfellet, se:

> Ref. 51: Samuel Milham and L. Lloyd Morgan: A New Electromagnetic Exposure Metric: High Frequency Voltage Transients Associated With Increased Cancer Incidence in Teachers in a California School, https://www.stetzerelectric.com/wp-content/uploads/Milham-Morgan-2008.pdf

Det foreligger nå en betydelig litteratur om helseproblemer knyttet til skitten strøm. For en oversikt som delvis overlapper med referansene i denne boka, se

> Ref. 52: https://einarflydal.com/litteraturliste-skitten-strom/

2.7 *Pulsing og skitten strøm –samme sak, ulik oppmerksomhet*

I dette avsnittet pekes på at pulsing og skitten strøm i stor grad er samme fenomen, men at skitten strøm har fått lite oppmerksomhet.

Av de mer detaljerte tekniske deler av denne boka vil det framgå at *skitten strøm* i strømnettet har sitt motstykke i *pulsing* i radiosignaler:

De to begrepene springer ut av to ulike fagtradisjoner, en fagtradisjon som driver med elektrisk utstyr tilkoplet strømnett og har sett skitten strøm som et problem knyttet til tekniske funksjonsforstyrrelser og brannfare (EMC – elektromagnetisk kompatibilitet), og en annen tradisjon som driver med elektrisitet i form av radiosignaler og utnytter pulsing til å overføre informasjon.

Skitten strøm og pulsing er i stor grad samme sak med tanke på hvordan de oppstår rent teknisk – gjennom varierende spenninger, selv om de oppstår i helt ulik hensikt: Radiosignaler skapes med hensikt, mens støy i strøm-

nettet er en utilsiktet bivirkning av valgt teknologi eller resultat av dårlig design eller mangelfulle tekniske krav.

Nærmere tekniske forklaringer følger i senere deler.

Mens mikrobølger og helserisiko har fått stor oppmerksomhet internasjonalt over en årrekke. er «skitten strøm» svært sjelden omtalt som kilde til helseplager. Noen unntak fra norsk litteratur er

> Ref. 53: Wulfsberg, Terje, «Påvirkes helsen din av skitten strøm?» 1.5.2016, Nyhetsspeilet, http://www.nyhetsspeilet.no/2016/05/pavirkes-helsen-din-av-skitten-strom/
>
> «Konklusjonene blir som følger. 1. Nivå av skitten strøm er generelt altfor høyt, særlig i byer og tettsteder. Vanlige nivå både i hus og leiligheter er fra 200-800 millivolt, mens det ideelle er under 100(14). 2. Med flere solcellepanel, mobilmaster nær høyspent-ledninger, smartmetere, samt bruk av ulike el. apparater som også bidrar, særlig varmepumper, er problemet økende. 3. Dette har stor betydning for helsen. *Plager på grunn av EM stråling er nemlig ikke noe som kun angår de som betegnes som 'el-overfølsomme'. Den eneste forskjellen er at de rammes først og derfor fungerer som varslere for alle oss andre*.»

Både innen arkitektur og elektrisitet fins det derimot en god del litteratur om hvordan man skal utforme løsninger for å dempe elektromagnetiske felt i boliger. Det samme er tema innen design av el-biler. Volkswagen skal ha hatt advarsler mot å sitte i baksetet over batteriene på grunn av kraftige felt, og flere prosjekter har tatt for seg elektriske felt i el-biler, f.eks. EMSafety-prosjektet, der SINTEF deltok. Celleskader omtales på prosjektets nettsider.

> Ref. 54: EMSafety-prosjektet (2011-2014), https://www.sintef.no/projectweb/em-safety/

Temaet er altså kjent i flere teknologisk dominerte fagkretser før 2014.

Internasjonalt fins det et miljø som har arbeidet spesielt med skitten strøm knyttet til helse. Det er i denne boka flere henvisninger til dette.

2.8 Strøm- og trådløsbransjen beskyttes av foreldet kunnskap

Elektrisitets- og trådløsbransjen arbeider innen et felt der man lenge har forstått at biologien påvirkes, men i liten grad har forstått hvordan og i hvilken grad.

Elektrisitets- og trådløsbransjen, samt reguleringen av disse, bygger på foreldede forestillinger av hvordan biologiske systemer benytter seg av elektriske, magnetiske og elektromagnetiske felt og hvor følsomme de er for slike felt. Likefullt har man innen disse fagene lenge forstått at slike felt kan ha biologiske virkninger, også om man ikke har forstått i alle detaljer hvordan ikke-termiske virkninger oppstår, eller klart å måle eller kvantifisere virkningene.

Typisk for arbeidet innen dette fagområdet her i Vesten har vært at man har basert seg på en forståelse av skadevirkninger, helsevirkninger og kriterier for forskningsvurderinger, som har resultert i at man ikke har tatt de mer subtile ikke-termiske virkningene alvorlig.

Som et typisk eksempel på en slik rapport kan tjene den følgende, som Irlands nasjonale strømnettselskap EirGrid fikk utført i 2015 av et amerikansk konsulentselskap: Her foretar man kun en ganske «utvendig» analyse av forskningsevalueringer utført av bransjeorganer med formelle roller og formelle evalueringsmetoder, uten å gå inn på om deres evalueringsmetoder er egnet for det materialet som gjennomgås. Alle evalueringer som finner helserisiko og skadevirkninger, diskvalifiseres som «alternative» og for ikke å være tilstrekkelig pålitelige fordi deres evalueringsmetoder ikke er tilstrekkelig rigorøse.

> Ref 55: Overview of Scientific Assessments of Research on ELF EMF and Health, and Epidemiologic Studies, 2007-2015, Exponent, 149 Commonwealth Drive, Menlo Park, California 94025, September 8, 2015, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2021/02/Review-of-Scientific-Literature-ELF-EMF-Exponent-EirGrid.pdf

En NOU i 1995 om elektromagnetiske felt og helse har en langt mer åpen tilnærming. Dette var i en periode da det var mye omtale av helsevirkninger fra ELF – lavfrekvente felt som fra husholdningsstrøm og høyspentstrekk – og det var før ICNIRPs retningslinjer fra 1998 var kommet, der man avviste at det fantes «tilstrekkelig belegg» i forskning på helseskader fra 50

ELF så lenge ikke intensiteten var stor nok til å stimulere nerver slik at det ble skapt hallusinasjoner. Det var også nylig avholdt flere rettsaker i USA om at høyspentstrekk utgjorde en helsefare.

NOUen har et stort antall omtaler av påvirkning fra pulser som årsak til gen-aktivering (s. 158), som stimulus for tilheling av brudd (s. 161-2), m.m., men funnene blir ikke vektlagt som tilstrekkelig sikre, konsekvente eller generelle, og konkluderer med at skadevirkninger fra elektrisitetsnettet er usikre, uten å omtale pulser, altså skitten strøm.

NOUen finner heller ikke grunn til å legge vekt på elektromagnetiske felt fra elektrisitetsnettet som årsak til helsevirkninger overhodet, men konkluderer med at det *foreligger usikkerheter som gjør det tilbørlig med en viss aktsomhet*.

> Ref. 56: Elektromagnetiske felt og helse, Forslag til en forvaltningsstrategi, NOU 1995: 20, https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-1995-20/id140410/

NOUen bygger på utredningen fra et ekspertutvalg, som konkluderer slik (NOU 1995, s. 8, vår sammenfatning):

- Verken epidemiologiske eller eksperimentelle data gir grunnlag for å klassifisere lavfrekvente elektriske eller magnetiske felt som sikkert kreftfremkallende.
- Det er heller ikke funnet sikre vitenskapelige holdepunkter for at andre sykdommer, skader eller plager kan være forårsaket av elektromagnetiske felt av en art og styrke som man kan bli eksponert for i dagliglivet eller i de fleste yrker.
- Epidemiologiske undersøkelser taler for at leukemi forekommer oftere blant barn som bor nær kraftledninger enn blant andre barn, men de foreliggende data er ikke tilstrekkelige til å avgjøre en årsakssammenheng. Avgjørende spørsmål om eventuelle biologiske virkningsmekanismer, dosedefinisjon og dose-effektrelasjon er ubesvarte.
- Det er ikke tilstrekkelig vitenskapelig grunnlag for å knytte det kreftfremkallende potensiale ved å bo nær

kraftledninger til de magnetiske feltene som omgir ledningene.

- Forvaltningsmessig sett kan det likevel være hensiktsmessig å klassifisere visse områder nær kraftledninger som mer risikofylte enn andre. En slik klassifisering bør i så fall ta utgangspunkt i avstand som derved ikke angir noen spesifikk årsaksfaktor.

Tilsvarende utredninger ble gjort i flere andre land, f. eks. samme år i USA, der The National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) og U.S. Department of Energy (DOE) utga et hefte, *Electric and Magnetic Fields Associated with the Use of Electric Power* (1995), sitert i (Riley 2012).

> Ref. 57: Karl Riley: Tracing EMFs in Building Wiring and Grounding, third edition, revised, 2012, ISBN: 1-4699-0201-X, s. 4

Til tross for at strømbransjen vant fram i rettsalen og i offentlige utredninger med forestillingen om at så lenge skader ikke var sikkert påvist, skulle man ikke underlegges restriksjoner, vokste det fram en stor mengde studier som påviste skadevirkninger, særlig mht sammenhenger mellom vekselstrøm og kreft.

Etter en omfattende litteraturgjennomgang klassifiserte IARC, WHOs kreftforskningsinstitutt, lavfrekvente elektriske felt i kreftfareklasse «2B, mulig kreftfremkallende for mennesker». IARC foretar slike klassifikasjoner gjennom omfattende utvalgsarbeid, der ulike interessentgrupper er representert, og der det er god anledning til lobbyarbeid. Beslutningene er derfor normalt «konservative», altså forsiktige med å sette begrensninger.

> Ref. 58: Static and Extremely Low-Frequency Electric and Magnetic Fields, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, (Vol. 80) (19-26 June 2001)

I Norge ble også usikkerhetene understreket i fagutvalget bak NOUen i 1995 og i lærebøker, men de empiriske funnene ble ikke vurdert som tilstrekkelig sikkert belegg. Usikkerhetene ble, som vist over, ikke hensyntatt i den offentlige utredningens konklusjoner, men det kom etterhvert noe strengere regulering med hensyn til avstand til høyspentstrekk for boliger, barnehager m.m.

Usikkerhetene ble fortsatt framhevet av fagfolkene: En lærebok om lavfrekvente elektromagnetiske felt fra 2001 understreker således alle usikkerhetene som gjør det vanskelig å måle helserisiko – *ganske enkelt fordi man ikke vet hvilke egenskaper ved feltene som det er viktig å måle*:

> Ref. 59: Arnt Vistnes: «Electromagnetics at home» i Brune D, m.fl.: Radiation at Home, Outdoors and in the Workplace, Scandinavian Science Publisher, 2001, kap. 19.10 Exploration of exposure

Grunnlaget for å fastsette grenseverdier og foreta risikovurderinger er derfor svakt.

Etter hvert ble det gjort analyser som påviser sammenhenger med flere «sivilisasjonssykdommer» og utbredelsen av elektrisitet. F.eks. summerer Firstenberg opp tydelige sammenhenger mellom elektrifisering av landsbygda i USA og framveksten av hjertekarsykdommer, kreft, fedme og diabetes – røft kontrollert for endringer i matvaner o.l.:

> Ref. 60: Arthur Firstenberg: Den usynlige regnbuen – Historien om elektrisiteten og livet, 2018, kapitlene 11, 12, 13, 14.

Også trådløsbransjen har lenge vært på det rene med helseskadelige virkninger, og har arbeidet aktivt både for å beskytte mot helseskader og for å unngå restriktive grenser.

> Ref. 61: Martin M. Pall: «Hvordan USA tidlig fant ut og slo fast at det fins ikke-termiske EMF-virkninger, om hvordan USA har latt være å forske på helsevirkninger fra mobilmaster, mobiltelefoner, WiFi, smartmålere og nå 5G, og USAs rolle som anfører internasjonalt, og om det standpunktet som USAs forvaltningsorganer har i dag» i Flydal, Einar & Nordhagen, Else (red.): 5G og vår trådløse virkelighet – høyt spill med helse og miljø, Z-forlag, 2019, sidene 277 – 214

Kunnskapen om biofysisk påvirkning fra svake felt har vokst fram over lang tid, men har eksplodert de siste tiårene på grunn av nye teknologier som gjør mer direkte observasjon mulig. Se f.eks.

> Ref. 62: Susan Pockett: Stråletåka – Helse- og miljøforurensningen fra mikrobølgene, 2020, sidene 229-233

Biologien er langt mer kompleks enn man la til grunn da premissene for elektrisitets- og trådløsnæringene vokste fram, mens næringene reguleres i

dag utfra dette gamle grunnlaget, som ikke er i samsvar med kunnskapsstatus om skadevirkningene.

Det er hevdet at kunnskapen er blitt undervurdert av disse bransjene, og til dels, som det framgår av noen av kildene over, systematisk holdt tilbake og motarbeidet, blant annet ved at bransjen har bygget opp under forskning som bygger på forutsetninger og metoder som fører til at man ikke påviser skadevirkningene. Dette framgår av enkelte av kildene nevnt over, og vil gå fram i senere avsnitt.

Slik kan det forklares at disse bransjene – og deres regulatoriske organer – innfører teknologier som har betydelig påvirkning på helse og miljø, uten tilstrekkelig kunnskap og uten tilstrekkelig hensyntaken til dette, og uten forutgående miljøkonsekvensutredninger.

2.9 Skadevirkninger og overømfintlighet knyttet til veksten i strømbruken

I dette avsnittet knyttes omfattende biologiske skadevirkninger på miljø, sykelighet og helseplager, herunder el-overfølsomhet, til den kraftige veksten i mikrobølger og strømforbruk.

Den voldsomme veksten i forbruket og den omfattende tilstedeværelsen av menneskeskapt elektrisitet (se Figur 7) gjelder ikke bare radiosignaler, men også forbruksstrøm – og fører i dag til omfattende skadevirkninger på helse og miljø og truer økosystemer. De fysiske, biofysiske og medisinske mekanismene bak dette er til dels kjente, til dels ukjente eller bare delvis forstått. Likefullt kan man påvise virkningene, eller virkninger der menneskeskapt elektrisitetsbruk synes å ligge bak.

Det er en sterkt stigende erkjennelse i fagmiljøer kloden rundt av at denne veksten nå er blitt et vesentlig helse- og miljøproblem, at det er behov for strammere grenser, og at bransjens og myndigheters budskap om at det ikke kan påvises skadevirkninger, ikke kan stemme.

For en liste med 38 opprop fra medisinere og forskere innen feltet, se

> Ref. 63: Flydal, Einar & Nordhagen, Else (red.): «5G og vår trådløse virkelighet – høyt spill med helse og miljø», Z-forlag, 2019, ss. 131-134, kan også hentes i

https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2019/10/5G-boka-Referanser-og-aktive-lenker-til-litteraturen-v-1.0.pdf

Et internasjonalt panel av miljøforskere satte i 2018 skader på dyrelivet fra mikrobølget stråling i sin årlige liste over de kommende 15 viktigste miljø-sakene. Panelet er finansiert av det britiske Forskningsrådet for miljøsaker og *Royal Society for the Protection of Birds*.

Ref. 64: William J. Sutherland, Stuart H.M. Butchart, Ben Connor, Caroline Culshaw, Lynn V. Dicks, Jason Dinsdale, Helen Doran, Abigail C. Entwistle, Erica Fleishman, David W. Gibbons, Zhigang Jiang, Brandon Keim, Xavier Le Roux, Fiona A. Lickorish, Paul Markillie, Kathryn A. Monk, Diana Mortimer, James W. Pearce-Higgins, Lloyd S. Peck, Jules Pretty, Colleen L. Seymour, Mark D. Spalding, Femke H. Tonneijck, and Rosalind A. Gleave: A 2018 Horizon Scan of Emerging Issues for Global Conservation and Biological Diversity, Trends in Ecology & Evolution, January 2018, Vol. 33, No. 1 https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.11.006

Enkelte personer og enkelte deler av miljøet er mer vare for dette nye, menneskeskapte miljøet enn andre, og reagerer med akutte symptomer. Noen blir ekstra vare etter en tid med eksponering. Andre reagerer først etter lengre tid på det biologiske stresset som eksponeringen gir. Mønsteret kan i hovedsak forklares utfra etablert medisin som virkning av *biologisk stress* og først akutt ikke-spesifikk respons fra det sympatiske nervesystemet, påfulgt etter en kortere eller lengre tid av ikke-spesifikk respons i form av svikt i reguleringssystemer.

En omfattende gjennomgang av sovjetisk forskningslitteratur mellom 1960 og 1996 viser at forståelsen har vært til stede i lang tid:

Ref. 65: Hecht, K.; H.-U. Balzer (1997): Biologische Wirkungen elektromagnetischer Felder im Frequenzbereich 0 bis 3 GHz auf den Menschen. Etter oppdrag for Bundesinstitut fur Telekommunikation. Contract No. 4231/630402.

Den generelle forklaringsmodellen som gis her er for akutt og langsiktig biologisk påvirkning gjennom *biologisk stress* er kort summer her:

Ref. 66: Advokatfirmaet Erling Grimstad AS og Einar Flydal: Smartmålerne, jussen og helsa, Z-forlag, 2018, Del 2, side 206-207, https://einarflydal.com/utredninger-boker-m-m-a-laste-ned-bestille/

2.10 Spesielt om el-overfølsomhet

Her anføres belegg på at el-overfølsomhet er en realitet, utløst av EMF. At slik ekstra følsomhet kan eksistere, utfordrer dagens grenseverdier og strålevernet som bygger på dem: Er reaksjonene reelle og utløst av elektromagnetiske felt, er grenseverdiene ikke restriktive nok, eventuelt ikke relevante som vern mot helse- og miljøskader.

Betegnelsen «el-overfølsomhet» er i bruk om akutte reaksjoner på elektromagnetiske felt som er svakere enn myndighetenes grenseverdier. Men betegnelsen brukes også om *ekstra sterk følsomhet*, altså om sterkere symptomer enn det som er vanlig eller forventet.

Selve betegnelsen er altså uklar og derfor uvitenskapelig, men betegner forhold som det foreligger omfattende observasjoner av: En del folk reagerer akutt på eksponering av EMF, mens andre ikke gjør det.

I forsvaret av dagens grenseverdier inngår påstander om at el-overfølsomhet ikke kan skyldes eksponering for EMF, men må ha andre forklaringer, eventuelt psykiske: Bekreftes koplingen til EMF, faller det *termiske paradigmet*.

Helt siden den tidligste utforskningen av elektrisitetens helsevirkninger på slutten av 1700-tallet er det rapportert både om alvorlig sykelighetsutvikling over tid, terapeutiske virkninger, og helt spesielt sterke, akutte symptomer hos enkeltpersoner og dyr, utløst av eksponering for selv meget svake elektromagnetiske felt.

> Ref. 67: Arthur Firstenberg: Den usynlige regnbuen – Historien om elektrisiteten og livet, 2018, spesielt kapitlene 1 og 2.

På midten av 1800-tallet, da telegrafi og husholdningsstrøm ble innført på måter som i løpet av kort tid eksponerte store befolkningsgrupper i byer for elektriske felt, ga det opphavet til sivilisasjonssykdommen *nevrasteni* (Firstenberg 2018, s. 69 ff.), der det nye elektriske miljøet og andre miljøstressorer var sentrale komponenter. (Betegnelsen *nevrasteni* ble ifølge Firsteberg av Freud senere omdefinert til en rent psykososial lidelse, men er fortsatt i bruk i opprinnelig betydning i deler av verden.)

Reaksjoner på elektromagnetiske felt har opp gjennom årene fått svært mange ulike betegnelser, blant annet de følgende, her sitert etter nettstedet https://www.e-stress.dk/:

> Radio Wave Sickness (Tyskland 1932), Microwave Syndrome (Polen 1964), Microwave Sickness (Polen 1973), Neurological (Asthenia) Syndrome (Rusland 1964), Autonomic Vascular Syndrome (Rusland 1964), Cardiac Syndrome (Rusland 1964), Neuro-vegetative Asthenic Syndrome (Rusland 2001), Cardiac Pain Syndrome (1973), Diplomats' Disease (1976), Visual Display Unit Illness (1977), Electrical Sensitivities (1986), Electrical Hypersensitivity (1989), Electromagnetic Hypersensitivity (1994), Electromagnetic Sensitivity (1991), Elektro hyper sensitivitet (EHS), Asthenic Syndrome (2009), Membrane Sensitivity Syndrome (2008), Microwave Disease, Microwave Syndrome, Radiofrequency (RF) Sickness, Rapid Aging Syndrome, El-overfølsomhed, El-allergi, Elektrosensitivitet (ES), Radiosyge, Strålesyge, Radarsyge, Elektro-stress, Idiopathic Environmental Intolerance with attribution to EMF (IEI-EMF), Elektromagnetic field intolerance syndrom (EMFIS), Mikrobølge-syge, Mikrobølgesyndrom, Mikrobølgehørelse, Elektrooverføl-somhed, Wi-Fi syndrom, Elektromagnetisk overfølsomhed, Neurasteni

Det foreligger et meget store antall medisinske rapporter, forsknings-studier og litteratursamlinger av observasjoner om fenomenet, selv om de biofysiske mekanismene som kan forklare de store individuelle variasjo-nene ikke er klarlagt.

For en omfattende liste over forskningslitteratur om el-overfølsomhet, med sammendrag, se

> Ref. 68: https://www.saferemr.com/2014/10/electromagnetic-hypersensitivity_30.html

Selv om slik følsomhet altså ikke kan forklares i alle detaljer, kan den observeres og gjøres til gjenstand for blindtester, selv om dette er vanskelig fordi testbetingelsene lett påvirker resultatet.

Tester som har vist seg å fungere og ha høy treffprosent, er tester der man finner noen som sier selv at de blir akutt dårlige av EMF-eksponering, og blindtester dem gjentatte ganger på akkurat det de sier at de blir dårlige av. Markerer de rett, har de rett. Markerer de derimot helt tilfeldig, finner man ikke ut av det med denne testen, og må stramme inn forsøks-betingelsene. Dette er f.eks. gjort på en meget enkel måte av Danmarks Radio (DR2), med særdeles høy treffprosent:

> Ref 69: test av el-overfølsomme, Danmarks Radio, https://youtu.be/_xeWmi9M1_M

Samme type test ble utført som forskningsprosjekt på et litt større antall personer alt i 1991, også med særdeles høy treffprosent:

> Ref 70: Rea, William & al, Electromagnetic Field Sensitivity, Journal of Bioelectricity, 10 (1&2), 241-256, 1991

Denne type tester, der man har silt bort de normalt svært få personer som feilaktig tilordner EMF som årsak til sine helseplager, og så tester mer omfattende de personene som i første omgang viste seg å reagere på eksponering i blindtester, er så langt vi kjenner til, *aldri* blitt utført av de forskningsmiljøene som *forsvarer* dagens grenseverdier, eller som finansieres av næringen. De er ganske enkle å utføre, men de forutsetter at man tester på den type eksponering (WiFi / mobillader / billader...) som personene faktisk er funnet å reagere på. Man får da verifisert at de faktisk reagerer, og at slike reaksjoner faktisk er mulig. Den motsatte påstanden blir da falsifisert. Denne type tester gir svært høy treffprosent – nærmere 100%.

En motsatt testtilnærming er å gjøre tilfeldige utvalg av befolkningen og teste på en bestemt frekvens, kanskje til og med uten pulser. Sjansene er da svært dårlige for å finne statistisk signifikante funn: Få er el-overfølsomme, ikke alle reagerer raskt, men kanskje først etter et døgn, de reagerer på ulike typer EMF, osv. En del reagerer først og fremst ved samspill mellom flere miljøfaktorer, osv.. Slike rigide tester har vært brukt som "bevis" på at el-overfølsomhet ikke synes å skyldes EMF, og lå til grunn for den utvalgsutredningen som er grunnlag for gjeldende norsk helsepolitikk på området:

Ref 71: Jan Alexander m.fl.: Svake høyfrekvente elektromagnetiske felt – en vurdering av helserisiko og forvaltningspraksis, FHI-rapport 2012:3, Folkehelseinstituttet, 2012, lastes ned fra http://www.fhi.no/

Grunnlaget som ble gitt i denne utredningen, var en bestilt utredning til Helsedepartementet:

Ref. 72: Oftedal, Gunnhild: El-overfølsomhet – utredning om årsaker og mulige tiltak og behandlingsopplegg, RAPPORT, HØGSKOLEN I SØR-TRØNDELAG, Avdeling for teknologi, 2006

Nå synes det som om miljøet som har forsvart og brukt slike testmetoder, er kommet til at slike testmetoder er uholdbare:

Ref. 73: Schmiedchen, K., Driessen, S. & Oftedal, G. Methodological limitations in experimental studies on symptom development in individuals with idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF) – a systematic review. Environ Health 18, 88 (2019). https://doi.org/10.1186/s12940-019-0519-x

Den forsker som først og fremst har stått for forsøkene som har bygget opp forestillingen om el-overfølsomhet som en rent psykisk opplevelse uten forbindelse til EMF, er dr. James Rubin, King's College, London.

Ref. 74: Rubin, GJ, Hillert, L, Nieto-Hernandez, R, van Rongen, E, Oftedal, G: Do People With Idiopathic Environmental Intoleralnce Attributed to Electromagnetic Fields Display Physiological Effects When Exposed to Electromagnetic Fields? A Systematic Review of Provocation Studies, Wiley, 2011

Et eksempel på hvordan Rubins testprosedyrer feilet på det mest elementære, finner vi i Brian Steins referater som forsøkskanin:

Ref. 75: Stein, Brian & Mantle, Jonathan: The Microwave Delusion, Grosvenor House Publishing, 2020, s. 35-39.

Stein forteller fra sine opplevelser som forsøksperson hos Rubin at testprotokollen var satt opp slik at de sykeste, de som ikke kunne ta sjansen på å bli eksponert, eller ikke kunne fullføre testen, ble utelatt fra rapporterte funn. Steins egne voldsomme, akutte reaksjoner på eksponering, som bl.a. førte til blodstyrt ved gjentatte anledninger, førte til at han ikke kunne fullføre hele testprotokollen. Hans testresultater ble utelatt fra prosjektets rapport siden han ikke fullførte!

Det Europeiske Økonomiske og Sosiale Utvalg (EØSU) uttalte i 2015 i et notat, at EU-komitéen erkjenner og ser bekymret på stigningen i el-overfølsomhet (engelsk: *EHS*, for *electrohypersensitivity*):

> Ref. 76: Opinion of the European Economic and Social Committee on 'Electromagnetic hypersensitivity', (own-initiative opinion), (2015/C 242/05), https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014IE5117&from=PL
>
> «1.1 EESC erkjenner og er bekymret for utbredelsen av el-overfølsomhet. Det oppfordres til å legge merke til at det pågår videre, vesentlig forskning for å forstå problemet og dets årsaker.
>
> 1.6 Komiteen bemerker at de som lider av el-overfølsomhet, opplever ekte, reelle symptomer. Det bør gjøres en innsats for å forbedre deres helsetilstand med fokus på å redusere deres funksjonshemning, slik det er beskrevet i Biomedicine and Molecular Biosciences COST Action BM0704 (BMBS COST Action BM0704 Emerging EMF Technologies and Health Risk Management)»

Etter at innføringen av kontordatamaskiner og skjermer på tidlig 1980-tallet førte til en lang rekke «skjermskadde» el-overfølsomme, anerkjente Sverige el-overfølsomhet som en funksjonshemning. Dette gjenspeiler seg f.eks. i det svenske Boverkets anbefalinger for hvordan man skal skjerme elektrisk utstyr i boliger for å skjerme mot svake elektromagnetiske felt, herunder skitten strøm fra moderne elektronikk:

> Ref. 77: Förbättrad elmiljö vid nybyggnad – Furiren 3 i Kristianstad. (PDF) BOVERKET 1998, ISBN 91-7147-497-8. 36 sider
> Ref. 78: God elmiljö från början – Erfarenheter från konsultbranschen. (PDF) BOVERKET 1998, ISBN 91-7147-481-1, 34 sider
> Ref. 79: Förbättrad elmiljö – åtgärder för att minska elektriska och magnetiska fält i bostäder (PDF på cirka 6MB). BOVERKET 1998, ISBN 91-7147-503-6. 44 sider
> Ref. 80: Omfattande elsanering – Åtgärder för att minska elektriska och magnetiska fält i bostäder. (PDF) BOVERKET 1998, ISBN 91-7147-508-7. 40 sider
>
> Veiledningene kan leses her: https://einarflydal.com/2021/02/28/interessert-i-el-miljo-i-boliger-sjekk-her/

Alle disse veiledningene kom fra Boverket samme år som ICNIRPs 1998-retningslinjer ble publisert, og forteller at å reagere på pulset EMF og på 60

skitten strøm nærmest er å anse som normalt. Disse veiledningene er altså i strid med ICNIRPs retningslinjer. De er ikke lenger i distribusjon.

Striden om el-overfølsomhetens årsak har vært svært sentral i forsvaret av de termisk baserte grenseverdiene.

Det har utviklet seg en formell håndteringsmåte der helsemyndigheter på den ene side erkjenner at de som påberoper seg el-overfølsomhet, åpenbart har helseplager og skal tas alvorlig og behandles med respekt, samtidig som helsemyndighetene ikke kan erkjenne at årsaken til helseplagen er EMF-eksponering, uten å komme i konflikt med retningslinjene fra Strålevernet (DSA). Dette gjelder fra WHO-nivå og nedover. Det betyr at man kan heller ikke innrømme det ganske åpenbare og som all erfaring viser, at det som virker klart mest effektivt som behandling, er fjerning av strålekilder, skjerming, og eventuelt komme seg på avstand, mens kognitiv terapi, som er det som anbefales i grunnlags-dokumentene for norsk politikk på området, erfaringsmessig gir ganske svake resultater.

Et slags toppunkt ble nådd i 2004: Den ICNIRP-dominerte WHO-arbeidsgruppen som var samlet i Praha i 2004 for å diskutere sin forståelse av el-overfølsomhet, *frarådet å måle eksponering eller sette inn tiltak* hos personer som hevder seg å få symptomer fra menneskeskapt EMF. Begrunnelsen var at man *ikke burde gi dem forhåpninger om at helseplagene faktisk kunne ha EMF som årsak*!

> Ref. 81: WHO. Working group report of WHO International Seminar and Working Group meeting on EMF Hypersensitivity 25-27 October 2004, Prague, Czech Republic. 2005. URL: http://www.who.int/peh-emf/meetings/hypersensitivity_prague2004/en/index1.html

I seinere deler av boka blir det referert til mer forskningsmateriale og observasjoner som underbygger akutte helseplager og sterke symptomer fra eksponering for sub-termisk EMF – hva vi enn velger å kalle det.

2.11 Langsiktige skadevirkninger på helsen

El-overfølsomhet forbindes først og fremst med akutte helseplager. Kunnskap om *langsiktige* skadevirkninger på helsen fra EMF-eksponering

er mindre spektakulært. Slik kunnskap har imidlertid vært samlet i over 90 år. Den første tyske rapporten om *akkumulerte langtidsvirkninger av svak mikrobølget stråling* kom i 1932, ifølge

> Ref. 82: Hecht, K. «Der Wert der Grenzwerte für Handystrahlungen», Kompetenz-initiative e.V., 2009, http://competence-initiative.net/KIT/wpcontent/uploads/2014/09/hechtgrenzwertekiint20090109.pdf En engelsk bearbeidet utgave fins som: http://kompetenzinitiative.net/KIT/wp-content/uploads/2016/07/KI_Brochure-6_K_Hecht_web.pdf

Siden 1932 er slike skadevirkninger bekreftet en rekke ganger – og ofte beskrevet som *mikrobølgesyndrom*, altså en samling typiske helse-virkninger som enkeltvis eller sammen oppstår klart oftere hos langtids-eksponerte enn i befolkningen ellers. I sin oppsummering nevner veteranen Hecht blant annet følgende studier som ga samme resultat – påvisning av skadevirkninger. Noen ble utført på oppdrag for USAs forsvar, andre som del av Sovjetunionens meget omfattende forskning på helseskadelige så vel som -fremmende virkninger:

> Abramowitsch-Poljakow et al. 1974; Bojzow und Osinzewa 1984; Drogitschina 1960; Drogitschina und Sadschikova 1968, 1965, 1964; Drogitschino et al. 1966; Frey 1963a und b, 1962, 1961; Garkawi et al. 1984; Ginsburg und Sadtschikowa 1964; Krylow et al. 1982; Marha et al. 1968/71; Marino 1988; McLaughlin 1962; Medwedew 1973; Moros 1984; Owsjannikow 1973; Pawlowa und Drogitischina 1968; Plechanow 1984; Rakitin 1977; Sadtschikowa 1964; Sadtschikowa et al. 1972, 1971; Szmigielski 1977; Tjashelova 1983.

Mange flere studier er referert i denne boka. Her snakker vi om symptomer som omfatter en rekke alvorlige tilstander. Å hevde at skadevirkninger og/eller skadepotensialet ikke er dokumentert, blir derfor åpenbart urimelig.

2.12 Helsevirkninger fra AMS-målere: klassisk mikrobølgesyke

I dette avsnittet understrekes behovet for å se på hele symptombildet, ikke bare symptomene enkeltvis, for å kunne se sammenhengen med EMF-eksponering.

Det går fram av de biofysikk-faglige og medisinske kildene, f.eks. (Pockett 2020) at det ikke går an å være særlig spesifikk på hvilke symptomer som framkalles av AMS-målere:

Fordi det er grunnleggende mekanismer som påvirkes, kan virkningene komme på svært ulike områder. «Stråletåka» fordeler seg på mange symptomer.

Ser man på symptomene enkeltvis, havner de typisk i kategorien MUPS – medisinsk uforklarte plager og symptomer. Etiketten MUPS brukes om tilstander karakterisert av langvarige, plagsomme og funksjonsnedsettende symptomer, og som legen ikke vet hva skyldes. Legeforeningens faggruppe for MUPS understreker at MUPS er

> Ref. 83: https://www.legeforeningen.no/foreningsledd/fagmed/norsk-forening-for-allmennmedisin/faggrupper/medisinsk-uforklarte-plager-og-symptomer-mups/
>
> «mer eller mindre uforklart men ikke på noen måte «uforklarlig». Det finnes mye forskningsbasert kunnskap på området, som det er viktig å gjøre kjent.»

Helseplager som ikke fører til objektive utslag, f.eks. utslett, men bare oppleves, som f.eks. hodepine, migrene, tretthet, osv., klassifiseres som *subjektive symptomer*. I WHOs klassifiksjonssystem ICD gis de en egen kode (R68.8), og betegnes som *ideopatiske, altså opplevde/subjektive, uten klar årsak, men tillagt en eller annen miljøstressor som utløsende årsak*.

En av følgene av at helseplager klassifiseres som subjektive symptomer uten objektive funn, er at sykelighetstilstanden lett blir «psykologisert», eller i hvert fall gjort til et spørsmål om hvordan pasienten skal mestre hverdagen, slik som i følgende artikkel:

Figur 8 Illustrasjon av forhøyet kalsium-influx som forklaring på en lang rekke MUPS (figur: Einar Flydal, foredragsmateriale)

Ref. 84: Rune Skogheim: De synkende hjerters sang, Tidsskrift for den norske legeforening, https://tidsskriftet.no/2017/10/intervju/de-synkende-hjerters-sang

Men forståelsen av de *rent biofysiske* mekanismene som utløses av eksponering for elektromagnetiske felt, tilsier at reaksjonene *ikke* vil være spesifikke, verken de akutte eller de som eventuelt kommer over tid, men kan variere mye fra individ til individ av mer eller mindre tilfeldige årsaker, selv om de bakenforliggende biofysiske mekanismene kan være i stor grad de samme. De ser altså ut som MUPS, så lenge man ikke har en forståelse av de bakenforliggende mekanismene.

At reaksjonene *ikke* vil være spesifikke, men spres utover et stort register, illustreres av en populærfaglig illustrasjon av virkningene av *oksidativt stress*, også omtalt som *celleinflammasjon*.

Figur 8 viser en «vifte» av ulike virkninger (til høyre) som springer ut av samme grunnleggende mekanismer – forhøyet kalsium-opptak i celler. Slikt forhøyet kalsium-opptak kan utløses av flere ulike miljøstressorer, eventuelt flere i samspill.

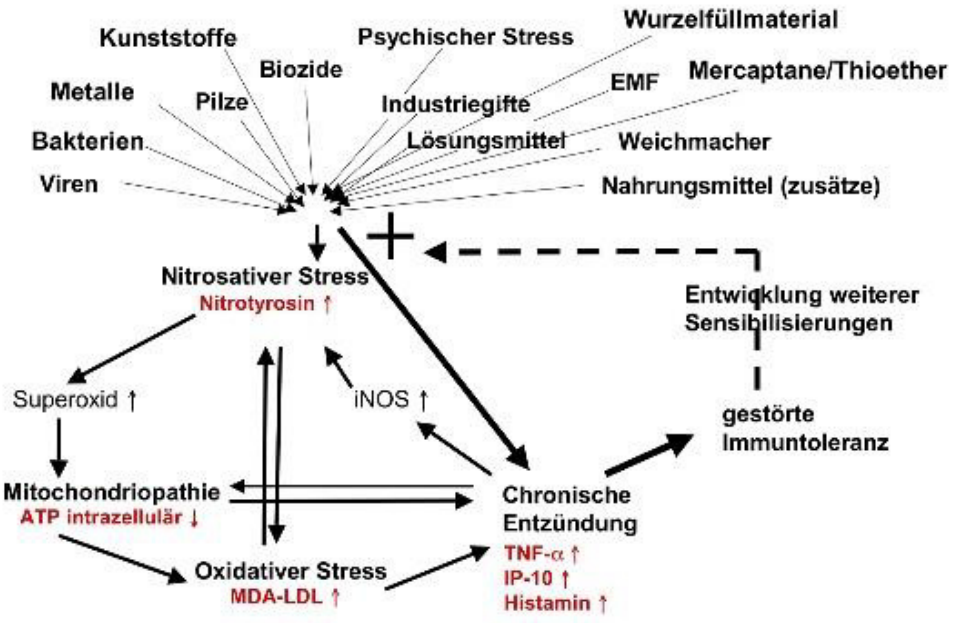
Figur 8 er en popularisering av nedenstående Figur 9, her hentet fra (Huber & Baehr 2014). I Figur 9 er det også tatt med en *tilbakekoplings-sløyfe* (øverst til høyre) som viser *utvikling av økt ømfintlighet for en bestemt stressor*: «Kroppen lærer seg å reagere» på bestemte miljøgifter.

Ref. 85: Wolfgang Huber und Volker von Baehr: Chronische Systemische Entzündungserkrankungen – eine standardisierte Diagnostik führt zur zielgerichteten Therapie, tidsskriftet umwelt·medizin·gesellschaft, 27, 4/2014, s. 271 ff.

Denne forklaringsmodellen ble – uten EMF som miljøstressor – kjent rundt 2006, og kan brukes til å redegjøre for en rekke såkalte MUPS. Den er vidt akseptert innen miljømedisin.

Ref. 86: Pall M. L. 2007 Explaining 'Unexplained Illness': Disease Paradigm for Chronic Fatigue Syndrome, Multiple Chemical Sensitivity, Fibromyalgia, Post-Traumatic Stress Disorder, Gulf War Syndrome and Others, Harrington Park (Haworth) Press.

Modellen gjengis i svært mange forskningspublikasjoner. (Huber & Baehr 2014) omtaler den som en standardmodell for forståelse av vår tids typiske lidelser knyttet til tap av immuntoleranse i møtet med miljøforurensning.



Figur 9: Oksidativt stress-modell, med tilbakekopling som viser utvikling av overfølsomhet (Huber & Baehr 2014)

At EMF hører med blant miljøstressorene som kan utløse slikt oksidativt stress, og derpå følgende overfølsomhet, har vært kjent i lengre tid, men ble relansert som forklaring i 2013, og ble meget raskt verdenskjent.

> Ref. 87: Pall ML. 2013 Electromagnetic fields act via activation of voltage-gated calcium channels to produce beneficial or adverse effects. J Cell Mol Med 17:958-965.

(Å se på EMF som en miljøstressor også ved svake eksponeringsstyrker, er likevel fortsatt relativt ukjent i helsesektoren, og gjenspeiles ikke i medisinutdanningen i land som Norge, heller ikke i utdanningen i arbeids- og miljømedisin. Et slikt syn på EMFs virkninger innebærer en sterk kritikk av dagens grenseverdier mot eksponering.)

Siden EMF-reaksjonene er så varierte, vil empiriske undersøkelser som ser på sammenhenger mellom enkeltsymptomer og EMF som utløsende årsak,

vanskelig finne tydelige sammenhenger: utslagene er spredt på for mange diagnoser til å gi sterk signifikans.

Symptomene må derfor forstås som del av et *symptomknippe*. Flere forskere argumenterer derfor for at det samlede symptombildet må tas i betraktning, altså som et *syndrom*. De argumenterer for at symptombildet vi ser f.eks. fra reaksjonen på AMS-målere er typisk og er identisk med det som er kjent under betegnelsen *mikrobølgesyke*.

Professorene Claude Monnet og Pierre le Ruz, doktorgrader i henholdsvis radiologi og fysiologi, summerer opp kunnskapsstatus, symptomer og mekanismer på en tre-siders pamflett:

> Ref. 88: Claude Monnet og Pierre le Ruz: The Microwave Syndrome, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2019/01/MicrowaveSyndrome012007Uk.pdf

Vi skal se seinere at i dagens mest fremstående amerikanske forsknings-miljøer benyttet man seg nylig av mikrobølgesyke-syndromet for å forklare helseproblemene til diplomatene fra USA og Canada som fikk helseplager i Havana og Guangzou.

Temaet blir også utdypet i flere av ekspertvitnemålene nedenfor.

2.13 Ekspertvitnemål og utredninger m.m. om AMS-målere

I dette avsnittet er det listet en del ekspertvitnemål som peker på AMS-målere, skitten strøm og pulsing som helse- og miljøproblem.

Her er det ført opp noen rettslige ekspertvitnemål, utredninger o.l. der det redegjøres for konstaterte og/eller påregnelige helse- og miljøskadelige virkninger fra trådløse AMS-målere. Listen er ganske sikkert mangelfull. Noen steder er det føyd til kommentarer.

Enkelte vitenskapelige, publiserte studier er også tatt med. Slike er det ganske få av, av naturlige grunner:

De første utplasseringer av AMS-målere begynte tidlig på 2000-tallet. Produksjonstid på vitenskapelige studier fra planlegging til publisering i vitenskapelige tidsskrifter er normalt en del år. Men ettersom formen for stråling fra trådløse AMS-målere er godt studert i andre mer generelle

studier (omtalt mange steder i denne boka), er det disse studiene det legges vekt på. De to følgende studiene viser sammenfall mellom de generelle studiene, disse studiene, medisineres kliniske erfaringer og personlige historier som rapporteres (f.eks. her: http://einarflydal.com/smartmaler-historier/).

I Beetys rapport (Beety 2019) pekes det på at i den refererte laboratorie-testen som USAs regulatoriske myndighet FCC har utført for å måle radiofrekvent stråling, er AMS-måleren testet under *svært urealistiske betingelser, i forhold til når den i et hus kobles til husets ledningsnett, som vil virke som en antenne og gjøre den radiofrekvente strålingen langt sterkere*.

Dette er en påpekning helt i tråd med påstandene og forklaringene som gis i denne boka.

I tillegg nevner Beety at *skitten strøm* fra måleren ikke er underlagt reguleringer med tanke på den radiofrekvente strålingen den skaper, hvilket også er tilfelle i Norge. (Derimot er målerne underlagt EMC-reguleringer, som har tekniske hensikter):

> Ref. 89: Beety, Nina: Overview: Fire and Electrical Hazards from 'Smart', Wireless, PLC, and Digital Utility Meters, notat, July, 2019, https://smartmeterharm.files.wordpress.com/2019/07/fire-and-electrical-hazards-report.pdf, side 25:
>
> «Testing av AMS-målere i laboratorier klarer ikke å simulere kablingen slik den er i praksis. Lab-testingen av AMS-målerne brukte en enkelt strømledning som var midlertidig koblet til måleren, som var montert på et panel. Måleren har vanligvis ikke noen slik tilkoblet strømledning. Denne tilnærmingen simulerer ikke måten som husets ledningsnett blir fóret på gjennom den elektriske måleren. Målere har to strømforbindelser: en som går inn i måleren typisk ovenfra for å levere strøm til måleren, og en annen som går ut nederst på baksiden av målerpanelet for å gi strøm til hoved-sikringspanelet. Når man bruker en enkel strømledning inn i måleren, i stedet for å koble opp måleren slik utstyret faktisk brukes, kan det medføre at man ikke får avdekket hvordan husets ledningsnett via måleren vil oppføre seg. Det faktiske lednings-

nettet på stedet kan virke mer som en antenne som kan plukke opp uønsket RF energi og støy inne i måleren og lede dette utover i huset. Se foto som er lagt ved denne rapporten (side 15-16) Andre støyfrekvenser over 30 Hz som er forårsaket av pulserende strømforsyning [SMPS, switched mode power supply], er forøvrig ikke regulert av FCC Part 15.»

Beetys rapport omtaler først og fremst brannfaren, og i den forbindelse skriver hun også om *oksidativt stress* som følge av smartmålere, og at dette er observert på trær som har fått dårligere helsetilstand, observert som økt utskillelse av flyktige oljer som øker brannfaren (side 34):

«Økt terpenproduksjon i omkringliggende trær på grunn av stress

Studier har påvist vesentlig stress, skade og død blant trær forårsaket RF-eksponering fra mobilmaster og radarer[94], og innbyggere har rapportert om raske, negative helsevirkninger på trær etter utrullinger av smartmålere. Dette skjedde i Monterey. Trær produserer under normale forhold terpener – flyktige oljer som er aerosoler. Når trær blir stresset eller skadet, utsondrer de mere terpener. Økt mengde flyktige oljer på grunn av eksponering for stråling fra trådløs kommunikasjon vil skape et miljø som er mer lettantennelig ved brann.»

Beetys kommentarer supplerer her observasjoner om mikrobølgers skadelige virkninger på trær, gjort i en rekke studier, se f.eks. (Breunig 2017) og kilder oppgitt der:

Ref. 90: Helmut Breunig: Skader på trær på grunn av stråling fra mobilmaster En observasjonsveiledning, Versjon 2.01 September 2017, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2017/09/breunig-2017_observasjonsveiledning-v2-01_norsk.pdf

Dean ved Institutt for folkehelse, Universitetet i Albany, USA, David Carpenter skriver i et opprop undertegnet av mer enn 50 andre forskere, blant annet:

Ref. 91: Carpenter, David m.fl.: “Correcting the Gross Misinformation”, La Maison du 21e siecle, 17. juni 2012, https://maisonsaine.ca/actualites/smart-meters-correcting-the-gross-misinformation.html – oversettelse

https://einarflydal.com/2021/01/06/ams-smartmalere-straling-og-skitten-strom-folkehelseeksperter-kloden-rundt-advarer/

> «Mens smartmålere er for nytt til at det kan finnes studier av helse-påvirkning på mennesker spesifikt fra eksponering fra smarte målere, fins det en solid korpus belegg som påviser en rekke negative helsevirkninger, så som kreft og påvirkninger på hjernen og på atferd, som kommer fra eksponering for radiofrekvent stråling av samme slag som den som skapes av trådløse smart-målere.»

I et brev til Kommisjonen for strømforsyning i North Carolina, USA, skriver den samme David Carpenter sammen med andre fremstående forskere på helsevirkninger av elektromagnetiske felt, (side 1, vår uthevelse), at de radiofrekvente feltene fra trådløse AMS-målere preges av spesielt mange og kraftige pulser som er spesielt skadelige, og at i tillegg til kreft er det økende vitenskapelig belegg for at slik eksponering fra AMS-målere gjør en betydelig andel av befolkningen el-overfølsomme med en rekke diffuse helseplager (som vi ellers kjenner som symptomer på mikrobølgesyke):

> Ref. 92: Carpenter, David, Hardell, Lennart, Havas, Magda, Herbert, Martha og Milham, Sam: Subject: Docket Number E-7 Sub 1115- Smart Meter Opt-Out Fees, Letter to the North Carolina Utilities Commission, 2. August 2016, https://ehtrust.org/wp-content/uploads/Carpenter-Letter.pdf
>
> «Fordi eksponeringen fra smartmålere i løpet av en 24 timers periode kan strekke seg over så lang tid (pulser kan komme i gjennomsnitt 9 600 ganger per dag), og fordi det er økende bevis for at de skarpe, høyintensitets-pulsene er spesielt skadelige, er funnene i mobiltelefonstudien anvendbare når man diskuterer negative helsevirkninger fra smartmålere.
>
> Om enn de sterkeste beleggene for fare fra RF-stråling er knyttet til kreft, er det et økende bevistilfang for at noen mennesker utvikler en tilstand kalt el-overfølsomhet (EHS). Disse personene reagerer med en rekke ulike symptomer på å være i nærheten av RFR, herunder hodepine, utmattelse, hukommelsestap, ringing i ørene, «hjernetåke» og brennende, prikkende og kløende hud. *Noen rapporter peker i retning av at opp mot tre prosent av befolkningen*

kanskje vil utvikle slike symptomer, og at eksponering for smart-målere er en utløser for utvikling av EHS.

… RF-strålingen fra mobiltelefoner er konsentrert, hvilket angår hodet og området der mobiltelefonen oppbevares, mens RF-stråling fra smartmålere påvirker hele kroppen [like mye].»

I et ekspertvitnemål i 2015 for en kommisjon for offentlige tjenester i Michigan, USA, gir prof. Carpenter uttrykk for at forskningsresultatene tilsier at man ikke kan forsvare installasjon av trådløse AMS-målere, på grunn av helsefaren (side 3 og utover):

Ref. 93: Carpenter, David: Testimony on Smartmeters for Michigan Public Service Commission by Dr. David Carpenter May 22 2015, Before The Michigan Public Service Commission, med vedlegg, https://ehtrust.org/wp-content/uploads/testimony-of-dr-david-carpenter-with-exhibits.pdf

«Q: Har du noen oppfatning, basert på din fagkunnskap og erfaring, om den omfattende installasjonen av radiosendende smartmålere er trygt og en forsvarlig handlemåte, gitt dagens kunnskap om virkningen av slik radiosending på biologiske prosesser?

A: Det har jeg. Min oppfatning er at for tida kan slik omfattende utrulling ikke forsvares utfra på den fagfellevurderte forskningen som vi har. Jeg vil si at allmenn utrulling av slike målere over alt i våre tettbygde områder utgjør et eksperiment på folkene som bor i disse områdene, et eksperiment uten samtykke fra dem som er gjenstand for eksperimentet.»

Q: Kan du tydeliggjøre dette punktet?

A: Ja. Tidligere dette året ble jeg spurt om å skrive ned mine bekymringer rundt helsefarene ved smartmålere. Førtifem medisinske fagfolk og forskere, som til sammen har forfattet hundrevis av fagfellevurderte artikler om virkningen av elektromagnetisk stråling, gikk sammen med meg om en uttalelse som gir uttrykk for våre syn på virkningene av svak radiofrekvent og mikrobølget stråling generelt og smartmålerstråling spesielt. Denne uttalelsen er vedlagt mitt vitnemål som Exhibit One.

Q: Så langt du vet, hvor stor prosentandel av befolkningen kan man kalle «el-overfølsomme», dvs. personer som opplever mer eller mindre umiddelbare symptomer når de eksponeres for elektromagnetisk stråling, slikt som hodepine, mental forvirring, raskere hjerteslag osv.?

A: Bevisene er ikke ufullstendige av flere grunner, men de fleste rapporter antyder at mellom 5 og 10 % av befolkningen framviser symptomer på el-overfølsomhet.

Q: Er det mulig at el-overfølsomme personer sannsynligvis er kanarifuglen i gruven? Eller mer presist, er det mulig at den type elektromagnetiske felt som forårsaker at el-overfølsomme opplever umiddelbare, plagsomme symptomer, også er den typen felt som det er sannsynlig vil forårsake sykdom på lengre sikt hos et langt større antall mennesker som ikke opplever umiddelbare symptomer?

A: Ja, dette er ikke bare mulig, men sannsynlig.

Q: Så vil det være rimelig å si, fra et folkehelseperspektiv, at å beskytte de mest sårbare blant oss gjerne kan sees ikke bare som en handling vi gjør av medfølelse med dem, men også har den virkningen å beskytte flertallet av befolkningen fra sykdommer som kommer over tid, så som kreft og nevrologiske lidelser som Alzheimers sykdom?

A: Det stemmer.

Side 7: Q: Er det noe mer du vil legge til i ditt vitnemål i dag?

A: Eksponering for radiofrekvent stråling er påvist å føre til sykdom hos mennesker, og vi burde iverksette alle rimelige tiltak for å unngå økt eksponering. Alle fordelene ved smart strømnett-teknologien kan oppnås med kablede smartmålere uten å øke faren for eksponering og sykdom hos mennesker. Som et minimum burde alle få anledning til å velge vekk å ha trådløse smartmålere plassert [på ytterveggen] i sine hjem.»

Biokjemikeren Richard Conrad tar i flere skriv opp helsevirkninger fra trådløse AMS-målere. Han peker på den store mengden forskning som påviser helsevirkninger fra pulsede mikrobølger, gjerne «flere størrelses-ordener under grenseverdiene», og han argumenterer for at spissverdier er viktigere enn gjennomsnittsverdier for slik stråling, og at kontinuerlig eksponering for pulser fra AMS-målere derfor har større virkning enn langt kortere bruk av mobiltelefon.

Conrad framhever WHOs fareklassifisering av all radiokommunikasjon, og framholder at innføring av AMS-målere innebærer at man tvinger befolkningen til å eksponere seg for noe som er klassifisert som et mulig *karsinogen* (kreftfremkallende stoff) og en årsak til el-overfølsomhet, som både kan innebære mental og fysisk uførhet:

> Ref. 94: Conrad, Richard H., Ph.D. Biochemist: Nine Reasons Why Today's Smart Meter Systems are a Mistake, by, May 9, 2014, https://www.conradbiologic.com/articles/nine-reasons-why-todays-smart-meter-systems-are-a-mistake.html
>
> 4) NEGATIVE BIOLOGISKE VIRKNINGER AV MIKROBØLGET STRÅLING
>
> Svak mikrobølget stråling er ikke uskadelig. Tusenvis av fagfellevurderte forskningspublikasjoner (Bioinitiative 2012; 16. januar 2014) viser negative biologiske virkninger fra pulset mikrobølgefrekvent stråling ved eksponeringsnivåer langt under FCCs grenser; ofte flere størrelsesordener lavere og innenfor området for strålingen fra smartmålere. (For ikke-termiske biologiske virkninger er topp-intensiteten viktigere enn genomsnittsintensiteten. 24/7-eksponering fra en smartmålers pulser er faktisk en eksponering av samme størrelsesorden som å bruke en mobiltelefon i et langt kortere tidsrom.) Studier har vist ødeleggende virkninger av svak mikrobølget eksponering på dyr, fugler og bier. For dyr: redusert forplantningsevne og sædkvalitet, forstyrrelser av immunsystemet, økt antall DNA-brudd, brudd på blod-hjernebarrieren som gjør den mer gjennomtrengelig for giftstoffer, økt oksidativt stress, økte kreftforekomster og mange andre virkninger. Se «Viktige brev fra eksperter» i referanse- og

notat-delene. I mennesker [er det funnet] endrede hjernebølger, søvnmønstre og hjerterytmer, og økt forekomst av kreft.

5) MULIG KREFTFREMKALLENDE FOR MENNESKER

Verdens helseorganisasjon [WHO] sitt Internasjonale byrå for kreftforskning (IARC) har klassifisert mikrobølget stråling, uttrykkelig omfattet slik stråling som sendes ut av smartmålere, som mulig kreftfremkallende for mennesker. Det betyr at for å fortsette å få elektrisk strøm, blir folk tvunget til bo med et utstyr i sine hjem som sender ut mulig kreftfremkallende mikrobølger 24/7. Resultatene fra tusenvis av studier tyder sterkt på at mikrobølger ikke er trygge for mennesker. Med mobiltelefoner har man i det minste et valg om man vil bruke dem eller ikke. Hvis planen for utrulling av smartmålere var blitt sendt inn som et forslag til et eksperiment på mennesker, noe det uten tvil er, ville enhver bedømmelseskomite som helst, inkludert den avdelingen i USAs Nasjonale Helseinstitutt som overvåker slike eksperimenter på mennesker, avslått søknaden tvert. Millioner av mennesker verden over blir brukt som forsøkskaniner uten at de har gitt samtykke. Utrullingen av smartmålere bryter med Nürnberg-prinsippene.

7) MENTAL OG FYSISK SVEKKELSE

Mange mennesker kloden rundt rapporterer helt uavhengig av hverandre at de for første gang i livet blir følsomme for elektrisitet etter at smartmåleren ble installert, og de kan ikke lenger tåle å bruke mobiltelefoner eller WiFi. Det er viktig å legge merke til at i mange av disse tilfellene begynner det å oppstå helt nye og alvorlige symptomer dager eller uker FØR de ble kjent med at det fantes en smartmåler i nærheten (se Spørreundersøkelses-rapporten). Virkninger på menneskers funksjonsevne en følgelig en realitet og ikke paranoia eller hysteri. På grunn av styrken i disse symptomene tvinges folk i mange tilfeller til å forlate sine hjem hvis [nettleverandøren] nekter å fjerne smartmåleren, noen de noen ganger gjør.»

I et skriv rettet mot politikere understreker Richard H. Conrad at reguleringsmyndigheten har slått fast at grenseverdiene bare beskytter mot overoppvarming og sjokk. Det følger at grenseverdiene ikke beskytter mot ikke-termiske virkninger som er påvist i tusenvis av forskningsartikler. Videre framholder han at det drives lite forskning i sivil sektor, og at det meste av denne utføres av mobilbransjen selv.

Conrad slutter av dette at det ikke er rimelig å forvente forskning fra disse instansene som vil konkludere med at strålingen er farlig:

> Ref. 95: Conrad, Richard H., Ph.D.: For Legislators on Wireless Smart Meters: HEALTH and SAFETY ISSUES, May 12, 2014, https://www.conradbiologic.com/articles/letter-for-legislators-on-wireless-smart-meters.html
>
> Tusenvis av forskningsartikler påviser alvorlige ikke-termiske virkninger [4]. Men FCC (OET Bulletin 56) slår fast at [FCCs] MPE [Maximum Permissible Exposure, dvs. anbefalte maksimalverdier] kun beskytter mot «erkjente farer» (overoppheting og sjokk). Siden ingen offentlig myndighet i USA har offisielt erkjent at ikke-termiske biologiske virkninger er en fare for mennesker, sier FCC egentlig at deres standarder ikke beskytter mot ikke-termiske virkninger.
>
> Videre sier FCC at «relativt lite sivil RF-forskning blir i dag finansiert av USAs myndigheter. Nå for tida er mye av den ikke-militære forskningen …. finansiert av næringslivsorganisasjoner så som Motorola, Inc.» Med andre ord er det usannsynlig at noen av de organisasjonene som driver forskning, vil gå offentlig ut med «skadelig» som sin klare konklusjon.
>
> Ni land som utgjør 40% av verdens befolking (deriblant Kina, Russland og mye av Europa), har mye lavere eksponeringsgrenser enn USA [og Norge]. Noen land har fastsatt grenseverdier som er mer enn 100 ganger lavere. Kina og Russland er forøvrig så visst ikke kjent for å være overdrevent beskyttende overfor sin befolkning».

I et ekspertvitnemål til Infrastrukturkommisjonen i Maine, USA, forteller Richard H Conrad om hvordan han oppdaget at AMS-målere skapte el-

overfølsomhet (EHS) hos folk: Som el-overfølsom selv, med omfattende bakgrunn i biofysikk og elektronikk, fikk han henvendelser fra folk som plutselig ikke lenger tålte å bruke eget datautstyr m.m.. Etterhvert ble det tydelig at AMS-målere var blitt installert kort tid før – ofte uten at den rammede var klar over det. Han understreker at når man ser bort fra en liten gruppe personer som kan sies å ha nocebo-effekter, er el-overfølsomhet påvist med alle vanlige krav til god vitenskap: helt blindede forsøk, omhyggelig observasjon, konsistens og spesifisitet, gjentatt sterk og direkte korrelasjon mellom årsak og virkning og nær sammenheng i tid (side 5 ff.):

> Ref. 96: Conrad, Richard H, dr.: Maine Public utilities Commission Testimony on Smart Meters. 2013, https://www.mainecoalitiontostopsmartmeters.org/wp-content/uploads/2013/01/Exhibit-9-Conrad-Web.pdf

Den samme Richard Conrad står bak en nettbasert undersøkelse av 210 selvrekrutterte respondenter som hevdet å ha fått helsereaksjoner etter installasjon av AMS. Undersøkelsens siktemål var å sjekke ut om koplingen til AMS er en årsakssammenheng eller ikke. Utvalget er altså selvrekruttert, dvs. personer som har valgt å svare på et spørreskjema lagt ut på nettsider for folk som er opptatt av EMF og AMS. Utvalgsmetoden har selvsagt sine svakheter fordi den er basert på selvrekruttering, og antall svar per spørsmål er svært ujevne. Svarene må tolkes i det lyset.

Analysen viser at 98% av respondentene mente at deres økte helseproblemer hadde sammenheng med innføring av AMS-måler. Rundt 60% hadde god helse og ingen el-overfølsomhet så langt de visste, før installasjon av AMS-måler, langt færre en stund etterpå:

> Ref. 97: Conrad, Richard, PhD og Feinman, Ed: Smart Meter Health Effects Survey: Results, Analysis and Report, 2013, presented to the Maine PUC in their proceedings to determine the safety of smart meters:http://www.mainecoalitiontostopsmartmeters.org/wp-content/uploads/2013/01/Exhibit-10-Smart-Meter-Health-Effects-Report-Survey2.pdf

Ed Halteman gjennomgår Conrad og Feinmans spørreundersøkelse. Analysen viser blant annet at etter at AMS-måler ble installert, opplever respondentene følge nye problemer:

Ref. 98: Halteman, Ed, PhD: Report on Wireless Smart Meters showing the health effects, presentasjon, 2011, https://www.emfanalysis.com/wp-content/uploads/2015/08/emf-survey-on-smart-meters.pdf

- søvnproblemer: 49%
- stress, uro, irriterbarhet: 43%
- hodepine: 40%
- ringing i ørene: 38%
- hjerteproblemer: 26%

Seks leger og en teknolog foretok i 2013 en gjennomgang av forsknings-litteraturen og avleverte rapport til vann- og strømstyret i byen Eugene, Oregon, USA:

Ref. 99: Dart, Paul, M.D., (lead author), Kathleen Cordes, M.D., Andrew Elliott, N.D., James Knackstedt, M.D., Joseph Morgan, M.D., Pamela Wible, M.D., Steven Baker: Biological And Health Effects Of Microwave Radio Frequency Transmissions A Review Of The Research Literature – A Report To The Staff And Directors Of The Eugene Water And Electric Board, June 4, 2013, https://apps.fcc.gov/els/GetAtt.html?id=171436&x=

I rapporten advarer de mot helsemessige konsekvenser på kort og lang sikt av mikrobølget kommunikasjon fra AMS-målere. De viser videre til at de offentlige grenseverdiene kun er formet for å beskytte mot oppvarming, og at

> «en stor samling vitenskapelig forskning dokumenterer at eksponering for radiofrekvente felt ved svake nivå kan framkalle skadelige biologiske og helsemessige virkninger».

Videre henviser de til det typiske symptombildet for *mikrobølgesyke*:

> SAMMENDRAG
>
> Reguleringene fra FCC for godtakbare eksponeringer for mikrobølget radiofrekvente (RF) sendinger er konstruert for bare å beskytte mot oppvarmingsvirkningene ved høye eksponeringsnivåer. Representanter for telekomindustrien hevder vanligvis at det er «ikke noe klart eller endelig» vitenskapelig belegg for de biologiske virkningene av svake, såkalte «ikke-termiske» RF-eksponeringer. Men i realiteten dokumenterer et stort tilfang

vitenskapelig forskning at RF-eksponering ved svake nivåer kan gi negative biologiske eller helsemessige virkninger.

EL-OVERFØLSOMHET (EHS)

Mikrobølget RF-eksponering kan gi akutte symptomer hos enkelte mennesker. Disse symptomene kan blant annet være hodepine, søvnforstyrrelser, konsentrasjonsproblemer, hukommelsesforstyrrelser, utmattelse, depresjon, irritabilitet, svimmelhet, uvelfølelse, tinnitus, brennende og flammet hud, fordøyelsesproblemer, skjelvinger og hjerterytmeforstyrrelser. Dette syndromet ble først beskrevet av en russisk forsker på 1950-tallet, som kalte det «mikrobølgesyke». Mellom 1953 og 1978 sendte den russiske stat med hensikt stråler med mikrobølge-RF mot USAs ambassade i Moskva, noe som ga symptomer på mikrobølgesyke hos mange av de ambassadeansatte.

Dr. De Kun Li, epidemiolog og seniorforsker ved Kaiser Permanente, har forsket på virkninger av lavfrekvente spenninger og helse, og er også kjent med forskningen innen mikrobølger. Han slår i en utredning sendt som brev til FCC (udatert) fast at det *ikke fins noen egentlige standarder på området, bare noen*

> «utilstrekkelige retningsgivende beregningsmåter for å unngå akutte oppvarmingsskader»

og at disse er utilstrekkelige for å brukes som beregningsgrunnlag for grenseverdier, slik det i dag gjøres.

Ref. 100: De Kun Li: Letter from Dr. De-Kun Li, MD, PhD, MPH on Smartmeters and the lack of public health protection, udatert notat, https://ecfsapi.fcc.gov/file/7022311506.pdf

Videre skriver De Kun Li at det forskningsgrunnlaget som legges til grunn, er høyst utilstrekkelig, og at retningslinjene ikke tar hensyn til skade-virkninger som er konstatert å oppstå over tid, og at *dette også gjelder for den type eksponering og de nivåer man eksponeres for fra smartmålere*:

I en 20-siders ekspertuttalelse for retten fra 2012 gjentar De Kun Li det samme som over: at usikkerhetene er store. Videre framholder han at det

må være produsentens, ikke kundens, ansvar å påvise at produktet er trygt – slik som for legemidler. Det foreligger ikke, skriver han, forskning som viser dette, selv om forskning som definitivt viser at det er skadelig, heller ikke foreligger. Derimot foreligger det forskning som gir *indikasjoner* på at det er skadelig:

> Ref. 101: De Kun Li, dr., forsker ved Kaiser Permanente: Pre-Filed Testimony Of De-Kun Li, MD, PhD, MPH, MPUC Docket No. 2011-00262, https://ecfsapi.fcc.gov/file/7520940945.pdf, Sidene 3 – 4 (våre uthevelser):
>
> Vitenskapen om å forstå helsevirkninger fra EMF er fortsatt på et tidlig stadium. Som i studiet av andre risikofaktorer i miljøet, vil vi måtte håndtere uvissheten om hvor sikker EMF[eksponering er] i en tid framover. En slik uvisshet betyr at ingen kan uttale seg med sikkerhet om helsevirkninger fra RF EMF, om trygt eller ikke trygt. Med andre ord, mens ingen kan trekke noen endelig konklusjon om RF EMFs negative helsevirkninger, *kan heller ingen påstå at RF EMF er trygt. Enhver slik påstand om at RF EMF er trygt, er enten gjort av uvitenhet eller for å villede*.
>
> Gitt usikkerheten om helsevirkningene fra RF EMF, *blir spørsmålet om det er forbrukernes ansvar å påvise i hvilken grad et produkt er ufarlig ved å bli eksponert for det og bli et offer eller et skadetilfelle (f.eks. hjernekreft); eller om det er produsenten av smartmålere sitt ansvar å dokumentere at produktet er trygt å bruke før det gjøres allment tilgjengelig.* FDA krever at legemiddelselskaper påviser at nye legemidler er trygge før det er tillatt å slippe dem ut på markedet. Legemidler har vanligvis terapeutisk verdi for pasientene og bare de med bestemte helsetilstander blir utsatt for dem (for de fleste legemidler er berørt gruppe ganske liten). *For et produkt som smartmålere, som nesten alle blir eksponert for, er det produsentens altoverskyggende ansvar å vise at produktet er trygt å bruke.*

I Frankrike benyttes primært signalering over strømnettet (PLC, Power Line Communication, altså skitten strøm utnyttet til kommunikasjon) som kommunikasjonsform mellom AMS-målere.

79

Det foreligger flere franske dommer på at signaleringen må slås av for el-overfølsomme som reagerer på denne. I denne referansen vises det til 13 personer som har vunnet frem med slikt krav i retten:

> Ref. 102: Le tribunal de Tours demande le retrait de compteurs Linky chez treize particuliers pour raisons médicales, Franceinfo: 30/07/2019, https://www.francetvinfo.fr/economie/linky/le-tribunal-de-tours-demande-le-retrait-de-compteurs-linky-chez-treize-particuliers-pour-raisons-medicales_3557845.html?fbclid=IwAR27mf6Gzcg1Rg4qTTyvp0C4cHV9UYy5npx1TZ26ppQ26qoIV5OO2ciIMt4, omtalt i Flydal, E: Domstoler i Frankrike krever at smartmålere skal fjernes på grunn av helseplager fra «skitten strøm», bloggpost 06/08/2019, https://einarflydal.com/2019/08/06/domstoler-i-frankrike-krever-at-smartmalere-skal-fjernes-pa-grunn-av-helseplager-fra-skitten-strom/

En saksøker i en tilsvarende sak som de ovenfor nevnte franske sakene, en eloverfølsom i Grenoble, har fått sin måler fjernet gjennom rettsavgjørelse. Hennes «smarte» vannmåler hadde forverret hennes symptomer. Hun fikk bistand fra den departementale forvaltningsmyndighet for bistand til funksjonshemmede CDAPH (Commission des droits et de l'autonomie des personnes handicapées) til skjerming av boligen mot elektromagnetiske felt svakere enn de offentlige grenseverdiene (som er lik de norske):

> Ref. 103: https://informations.handicap.fr/art-electrosensible-justice-875-9369.php, omtalt i Flydal, E: AMS, radiobølger og skitten strøm: En fransk historie, bloggpost 07.01.2021, https://einarflydal.com/2021/01/07/ams-radiobolger-og-skitten-strom-en-fransk-tragedie/

I en dom i trygderetten (Tribunal du contentieux de l'incapacité) i Toulouse i 2015 ble reaksjoner på eksponeringer under grenseverdiene – el-overfølsomhet – anerkjent som funksjonshemning:

> Ref. 104: 1re en France, l'électrosensibilité reconnue comme handicap, https://informations.handicap.fr/a-justice-reconnaissance-electrosensible-7956.php

I delstaten Iowa, USA, avsa retten i 2018 en kjennelse der flere elementer er parallelle til AMS-målerinnføringen i Norge:

> Ref. 105: Iowa Final Ruling on Smartmeter Opt Out Against Interstate Power and Light 2018, https://ehtrust.org/wp-content/uploads/Final-ruling.pdf

Her følger vår oppsummering av dommen:

Saken kom for retten etter flere hundre klager mot områdets nettselskap (IPL) i anledning innføring av AMI – automatisk måler-infrastruktur – med trådløse målere for selskapets ca 500 000 målerpunkter for strøm og 228 000 for gass. Visse privatkundegrupper fikk anledning til å velge bort slike målere, mot en egen tariff (15 US$/mnd) som skulle dekke nettselskapets ekstra kostnader ved fritak etter at nye målere ble standardløsningen, og mot at kunden måtte avlese måler selv innen en firedagersperiode hver måned. Fritaksprogrammet var formet slik at det skulle være midlertidig. (sidene 1-6)

Blant de åtte klagepunktene var at gebyret var urimelig og at målerne påførte kundene urimelig helserisiko (side 6). Et betydelig antall kunder ønsket å beholde de gamle analoge målerne, bl.a. for å begrense elektromagnetisk forurensing som radiobølger og som skitten strøm i ledningsnettet («conducted emissions», side 15).

Blant innvendingene vedr. helse (side 33 ff) var at målerne ofte installeres feil, at *sikkerhetsavstander* ikke kan sikres slik målerne installeres, og at produsenten tilslører eller omgår FCC-krav ved å beregne tidsgjennomsnitt av radiostrålingen på villedende vis. Nettselskapets argumenter var at forskriftene overholdes mht. eksponeringsmengder.

Blant innvendingene vedrørende helse var også (side 36 ff) at de digitale målerne, både med og uten sender, produserer skitten strøm (sterke transienter) som kan påvirke biologisk materiale like så vel som ikke-biologisk materiale. Mot dette ble det innvendt at FCC-krav innfris – selv om FCCs krav ikke retter seg mot helsevern, og at skitten strøm kan fjernes med filtre.

Domstolen fant at

- fritaksprogrammets begrensinger var uakseptable.
- det var ikke rimelig grunn for å skifte ut analoge målere utfra pålitelighetshensyn.
- domstolen ikke var rett instans til å ta stilling til om radiostrålingen var helseskadelig
- kunder kan selv uten urimelige kostnader fjerne skitten strøm fra måleren med filtre.

81

Kjennelsen påla nettselskapet bl.a. å 1) opprettholde fritak som valg for alle privatkunder med vanlig strømabonnement, og gjøre fritakene permanente, inntil videre uten noen tilleggstariff, 2) la analoge målere bli stående hos kunder som ønsket dette, inntil målerne svikter teknisk, 3) innføre som valg at AMS-måleren bare sender en gang per måned og ikke inngår i noe maskenett.

Fra prosesskriftene i denne saken tas her med det følgende, som spesielt tar for seg skitten strøm og helsevirkninger:

> Ref. 106: Marcus, Jay B., Marcus Law Offices: BEFORE THE IOWA UTILITIES BOARD, INTERVENORS' POST-HEARING BRIEF, DOCKET NO: SPU-2018-0007, January 4, 2019, Fairfield, Iowa, USA: https://ehtrust.org/wp-content/uploads/Lipman-Matara-Post-Hearing-Brief-PUBLIC.pdf

I en konsulentutredning for den britiske opplysningsorganisasjonen *The EM Radiation Research Trust* gjorde forsker og miljødesigner Isaac A Jamieson i 2012 en bred gjennomgang av tekniske, helsemessige, miljømessige, sikkerhetsmessige, personvernrelaterte, rettslige og andre aspekter ved AMS for strøm og andre leveranser, samt gjennomgang av alternative løsninger for AMS-målere som ikke gir påviselige helseplager.

Utredningen inneholder en lang rekke omtaler av forskningskilder som påviser helseskader ved eksponering svakere enn gjeldende anbefalte grenseverdier i UK (som er lik med de norske), samt en lang rekke sitater fra ulike personers erfaringer med å få helseplager av AMS-målere. Det vises også hvordan den internasjonale satsningen på AMS-målere er organisert, og enheter som deltar i dette:

> Ref. 107: Jamieson, Isaac A, PhD DIC RIBA DipAAS BSc (Hons) MInstPS: SMART METERS – SMARTER PRACTICES, Revision 1, January 2012 EM-Radiation Research Trust, 279 s, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2019/12/Jamieson-Smart-meters-smarter-practices-0120130.pdf

Hvilke symptomer er de mest hyppige etter installasjon av AMS-målere? Symptomer som ble mest hyppig rapportert å komme etter installasjon av smartmålere ble kartlagt i en australsk studie i 2014. Denne tar for seg 92 beboere som rapporterte symptomer til et nettsted, og analyserer og drøfter dem. De hyppigste var *søvnløshet, hodepine, tinnitus, utmattethet, kognitive forstyrrelser, dysestesi, omtåkethet*:

Ref. 108: Lamech F.: Self-Reporting of Symptom Development From Exposure to Radiofrequency Fields of Wireless Smart Meters in Victoria, Australia: A Case Series, Altern Ther Health Med. 2014 Nov-Dec;20(6):28-39. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25478801

Vi ser at disse symptomene er omtrent de samme som går igjen i alle undersøkelser av akutte virkninger fra AMS-målere og inngår i *mikrobølge-syndromet*, omtalt over.

Forskeren Andrew Marino, fysiker og jurist, vitnet i 2016 for Infrastruktur-kommisjonen i Pennsylvania. Han foretok en omfattende gjennomgang av bioelektrisitet, påvirkning generelt og for AMS spesielt, inklusive gjennom-gang av hvordan forskning på el-overfølsomhet har verifisert at dette er en nevrologisk tilstand, og falsifisert at det er *nocebo*. Han understreket bl.a. følgende (side 1-2 og i omfattende gjennomgang ss. 17-26):

Ref. 109: Marino, Andrew A: Expert Report of Andrew A Marino, August 8, 2016 Povacz v PECO, Pennsylvania Utility Commission, 2017 (Marino 2016), https://www.andrewamarino.com/PDFs/F277-Povacz_v_PECO2017.pdf

«Vitenskapelig belegg tyder på at det nevrologiske syndromet el-overfølsomhet eksisterer. Det fins et rimelig grunnlag for å anta at saksøkernes symptom-mønster og dets forbindelse til smartmåleres elektromagnetiske energi er reell.»

(Side 4) «Elektromagnetisk energi forekommer naturlig i vårt miljø, som for eksempel jordas magnetfelt, og har dyptgripende påvirkning på alle grunnleggende biologiske fenomener, herunder vekstregulering og -kontroll, på døgnrytmer og på romlig orientering. Siden begynnelsen av det tyvende århundret, og spesielt efter 2. verdenskrigs slutt, har nivået på menneskeskapt elektromagnetisk energi som forekommer i omgivelsene generelt og i arbeidsmiljøet økt dramatisk som et resultat av menneskets økonomiske og sosiale aktiviteter» … [så som] … «telegraf, radio, TV, radar, høyspentledninger, mobiltelefoner, trådløse nettverk, smartmålere og utallige liknende eksempler.»

Helsefarer som skyldes menneskeskapt elektromagnetisk energi i miljøet

(Side 12) Q: Da du sa at det er et grunnlag i etablert vitenskap for alvorlig bekymring hva gjelder risikoen for menneskers helse forårsaket av menneskeskapt elektromagnetisk energi i omgivelsene, hva mente du med «etablert vitenskap»?

A: Jeg mente de to typene fagfellevurderte publiseringer som utgjør det viktigste forrådet vårt av vitenskapelig kunnskap om levende systemer, herunder, selvfølgelig, kunnskap om virkningene som elektromagnetiske energi har på levende ting. De to typene er eksperimentelle studier og epidemiologiske studier.

(Sidene 15 – 16) Q: Hvorfor trekker du den slutning at det er grunnlag i etablert forskning for alvorlig bekymring hva gjelder trusler for menneskers helse forårsaket av menneskeskapt elektromagnetisk energi i miljøet, inkludert den type elektromagnetisk energi som kommer fra smartmålere?

A: Fordi begge metodene i eksperimentell biologi for a vurdere om en faktor eller visse forhold er en mulig helserisiko, nemlig eksperimentelle studier og epidemiologiske studier, hver for seg og sammen, tyder på at menneskeskapt elektromagnetisk energi i miljøet er en helserisiko. Utallige fagfellevurderte vitenskapelige studier innen eksperimentell biologi som omhandler virkninger av menneskeskapt elektromagnetisk energi, herunder den typen som stråler fra smartmetere, har vist at slik energi forårsaker en lang rekke biologiske virkninger på de endokrine, immunologiske, kardiovaskulære, hematologiske og nevrologiske systemene i kroppen, og på vekst og helbredelse. Resultatene av disse studiene er de beste bevis det går an å skaffe ved hjelp av vitenskapelig metode. hva gjelder helserisiko for mennesker. Følgelig støtter disse studiene direkte den slutning at eksponering for menneskeskapt elektromagnetisk energi er en helserisiko for mennesker. I tillegg viser mange uavhengige epidemiologiske studier at menneskeskapt elektromagnetisk energi i miljøet kan

knyttes til en bred vifte av menneskelige sykdommer og lidelser, spesielt kreft. Jeg har vanskelig for å forestille meg hva slags videre belegg som skulle være nødvendig for å fastslå at det er grunnlag i etablert vitenskap for alvorlig bekymring for risikoen for mennesker helse forårsaket av menneskeskapt elektromagnetiske energi i miljøet, herunder den typen elektromagnetisk energi som stråler fra smartmålere.»

Martin L. Pall, basalmedisiner og genetiker, ble verdenskjent sammen med to andre forskere rundt 2006 for en miljøgift- og oksidant-basert forklaring av en rekke «MUPS», medisinsk uforklarte lidelser, omtalt andre steder i denne boka. I 2013 trakk han EMF inn i modellen, og har siden blitt verdenskjent for sine mange studier og foredrag om EMF-virkninger gjennom samme forklaringsmodell. I et ekspertvitnemål for senatet i Massachusetts framhevet Pall at det er store mengder generell forskning om helsevirkninger av elektromagnetiske felt og som er relevant for AMS-målere, og som viser helsevirkninger som også er rapportert som virkning av AMS-målere. Her følger noen utdrag fra utskriften:

> Ref. 110: Martin Pall, prof. em.: Testimony given during a hearing on Massachusetts Senate Bill 1864: No Fee Opt Out for Smart Meters. June, 20, 2017, https://ehtrust.org/wp-content/uploads/F0A37E38-356D-42BB-86F3-1E6C50CABE83.pdf
>
> «Det er mange ulike helsevirkninger som er blitt omfattende dokumentert som forårsaket av EMF. De fleste av dem har aldri blitt undersøkt i forbindelse med smartmålere, men tre av dem har det, og de har alle blitt rapportert å forekomme i svært betydelig omfang som reaksjon på smartmålere. *Og disse er: at det er utbredte nevropsykiatriske virkninger; det er hjertepåvirkninger av den elektriske kontrollen av hjertet – disse er livstruende fordi rytmeforstyrrelsene som oppstår kan bli, er ofte, forbundet med plutselig hjertestans og død; og endelig er det el-overfølsomhet, som det nettopp er blitt referert til. Disse tre er alle blitt rapportert å forekomme som reaksjon på smartmålere.»*

Pall understreker også at målerne utplasseres uten at det har forekommet noen form for testing for biologiske virkninger, og at det gjøres utfra

grenseverdier som siden 1950-tallet gjentatte ganger er påvist å ikke gi beskyttelse mot slik stråling:

> Nå ble smartmålerne utplassert, slik alt trådløst kommunikasjons-utstyr blir, uten noen biologisk testing overhodet, [ingen] trygghets-testing overhodet. Trygghetsgarantien som bransjen har kommet med, er basert på en antakelse om at bare termisk, det vil si, bare oppvarmningsskader kan forekomme. Og det har vært [lagt fram] data fra tusenvis av studier, som går helt tilbake til 1950-tallet, på at dette ikke er sant, altså, at det er mange ikke-termiske* virkninger, deriblant de tre som jeg nettopp omtalte. Så jeg mener at det ikke fins tvil om at smartmålere har biologiske virkninger.
>
> [Tilføyelse gjort i utskriften av vitneforklaringen: *[ikke-termiske = ikke røntgen, ikke-ioniserende, ikke oppvarming]]

Pall avslutter sin vitneforklaring med å omtale at sterkt pulset stråling, slik som fra AMS-målere, har vesentlig større biologisk påvirkning enn ikke-pulsede radiofrekvente felt:

> Det er imidlertid noen andre problemer her som er viktige. Ett er at pulsede felt – felt som pulser opp og ned – er mye mer biologiske aktive i de fleste tilfeller en ikke-pulsende felt, eller kontinuerlig bølgende felt. Smartmålere er sterkt pulsede, og derfor er de problematiske også av denne grunnen. Og så, la meg bare si, alt jeg sier her vil bli benektet av næringen, det garanterer jeg. Dette [som jeg har presentert] er hva vitenskapen forteller. Takk for meg.»

Tekniske beregninger av stråling fra AMS-målere, sammenholdt med USAs grenseverdier (som er svært like de norske), er foretatt av Sage Associates, Santa Barbara, California, et firma spesialisert på EMF-problematikk og tungt involvert i *The BioInitiative Report:*

> Ref. 111: Sage Environmental Consultants: Assessment of Radiofrequency Microwave Radiation Emissions from Smart Meters, Sage Associates, Santa Barbara, CA, USA, January 1, 2011, 69 s, http://sagereports.com/smart-meter-rf/docs/Smart-Meter_Report.B-Tables.pdf, (sidene 2-3):

Sage Associates finner ved modellberegninger at grenseverdiene over-skrides i en rekke realistiske og praktiske scenarier (s. 3-4):

RF-nivåer fra de ulike modellberegningene som beskriver normale installasjoner og drift, og mulige brudd på FCCs regler, er blitt påvist, både basert på gjennomsnittsmålinger over tid og maksimale energitopper.

Basert på datamodeller (Tabellene 10-17) er det i denne rapporten beregnet at det kan skje brudd på dagens sikkerhetsgrenser for befolkningen fra FCC for smartmålere og/eller datainnsamlings-målere, slik de er installert og driftes i California.

Tabellene 1 – 17 viser data for energitetthet og mulige situasjoner som overtrer FCCs sikkerhetsgrenser for befolkningen, og tabellene 18 – 33 viser sammenlikninger med helsestudier som rapporterer negativ helsepåvirkning.

Det er sannsynlig at det vil forekomme brudd på FCCs regler under normale forhold ved installasjon og drift av smartmålere og datainnsamlingsmålere i California. Overtredelser av FCCs sikkerhetsgrenser for ukontrollert tilgang i befolkningen [tilsvarende den norske fribruksforskriften, o.a.] blir funnet ved avstander på under 6” [6 tommer, dvs. 15 cm] fra målerne. Eksponering mot ansiktet ved denne avstanden er mulig, hvilket er brudd på den tidsveide gjennomsnittlige sikkerhetsgrensen (Tabell 10-11). Overtredelsene av FCC-reglene er beregnet å forekomme ved faktorene 60% refleksjon (OET formel 10) og 100% refleksjon (OET formel 6)*, som begge brukes i formlene i FCC IET 65 til slike beregninger av tidsvektede gjennomsnittsgrenser. Energigrenser for spisser brytes ikke ved en avstand på 6” (når man ser på måleren) men kan overskrides ved 3” [5 cm] fra måleren, hvis man berører den.

Denne rapporten har også vurdert muligheten for krenkelser av FCCs regler basert på to eksempler på RF-eksponering i typiske boliger. RF-nivåer er beregnet for en avstand på 11” [28 cm] (for å representere et barnerom eller soverom med en barneseng eller seng plassert ved en vegg med en eller flere smartmålere på motsatt side), og ved 28” [71 cm] (for å representere arbeids-

området på et kjøkken med en eller flere målere installert på kjøkkenveggen).

Det ble funnet overskridelser av FCCs regler ved 11" i barnerom og soverom ved bruk av likning 10* fra FCC OET 65-forskriftene (Tabell 12-13). Disse bruddene er beregnet til å oppstå der det er plasser en rekke smartmålere, eller én datainnsamlingsmåler, eller én datainnsamlingsmåler montert sammen med flere smartmålere.

Tilsvarende studier under realistiske forhold er så langt vi kjenner til, ikke gjort for de målerne som installeres i Norge. Det er meget tenkelig at man kan få liknende resultater, f.eks. fordi plassering av sikringsskap ofte er i vegg mot soverom, og ofte i entré, der man kan bli stående i senderens *nærfelt*, der målinger av fysiske grunner blir upålitelige og feltene vesentlig kraftigere. Nærfelt er omtalt annet sted i denne boka.

Rapporten fra Sage Associates peker også på at en hovedhensikt med AMS-målere er at AMS-målere i neste omgang skal kunne brukes til styrings-funksjoner i hjemmet. Dette vil sette i gang en utvikling der husholdnings-artikler i stigende grad utstyres med sendere og mottakere inne i huset (s. 11):

> For at smartmålerne skal kunne overvåke og kontrollere energibruk via dette trådløse kommunikasjonssystemet, må forbrukeren være villig til å installere energisendere inne i hjemmet sitt. [Det er her tale om *radiosendere*, men Sage kaller dem «energisendere» - «power transmitters» - for å understreke at de tilfører elektriske felt og sender den elektriske energien gjennom lufta, o.a.] Dette er den tredje delen av systemet og innebærer at det i hvert enkelt elektrisk utstyr i huset utplasseres energisendere (enheter som sender ut radiofrekvent/mikrobølget stråling). For å måle energibruken kreves det en energisender for hvert eneste apparat (f.eks. vaskemaskiner, tørkemaskiner, oppvaskmaskiner, etc.), og de skal sende informasjon via trådløse, radiofrekvente signaler tilbake til smartmåleren. Hver energisender styrer ett enkelt apparat. Et typisk kjøkken eller vaskerom vil i alt kunne ha dusinvis av energisendere. Hvis energisenderne ikke er installert av boligens

> eier, eller på andre måter pålagt forbrukerne gjennom føderal lovgivning som krever at alle nye apparater skal ha innebyggede energisendere, vil det kunne bli lite eller ingen innrapportering av energibruk, og lite eller ingen energisparing.
>
> Det kunne i stedet installeres smartmålere som kommuniserer over ledningsnettet i stedet for på trådløst vis. Skjermet kabel, slike som brukes for kabelmodemer (kablet internettforbindelse [Ethernet-kabel, o.a.]) kunne knytte smartmåleren til strømselskapet. Men noen løsning for å overføre signaler fra energisenderne (energi-forbruk for hvert elektrisk utstyr) er det imidlertid ikke enkelt å se for seg.»

Rapporten fra Sage Associates reiser i forlengelsen temaet om AMS-måleren som kommunikasjons- og styringssentral for automatiske funksjoner i hjemmet, spørsmål ved hvordan det skulle være mulig å forhåndsgodkjenne de helsemessige aspektene ved en slik løsning som har et ukjent antall sendere knyttet til seg. (Side 18).

Yrkeshygieniker og måleteknisk spesialist Peter H Sierck demonstrerer at de skarpe pulsene fra AMS-målere er svært vanskelige å måle: Ulike måleinstrumenter vil registrere svært ulike hyppigheter og styrker. Dette skyldes at måleapparatene ikke måler kontinuerlig, men bare tar prøver, og at pulsene er svært korte, gjerne bare 12 millisekunder.

Jo sjeldnere måleapparatene logger, jo lavere pulsfrekvens vil derfor bli registrert. Pulsene kan også være for kraftige til at måleapparatene klarer å fange opp styrken: Slike feil kan ligge til grunn for at målinger viser for gunstige resultater.

> Ref. 112: Sierck, Peter H., Industrial Hygienist: Smart Meter – What We Know, Measurement Challenges and Complexities, A Technical Paper to Clarify RF Radiation Emissions and Measurement Methodologies, EMF&RF solutions, Environmental Testing & Technology, Inc (ET&T), California, December 2011, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2021/01/SmartMeter-Smart-Meter-What-We-Know-2011-Sierck.pdf

EMF Consult AS har kritisert NKOM for å måle altfor lavt antall pulser fra AMS-målere – bare 25% av korrekt antall – og for å bruke uegnet måleapparat som fører nettopp til slike feil:

89

Ref. 113: epost 8.8.2018 fra EMF Consult AS til NKOM, for lenke og omtale: https://einarflydal.com/2018/09/04/smartmalere-nye-alvorlige-feil-funnet-i-nkoms-malerapport/

DSA baserte således sitt informasjonsskriv om AMS-målere på feilaktige opplysninger:

Ref. 114: Statens strålevern: «Svak stråling fra smarte strømmålere», Stråleverninfo 09 17, 2 s, 21.08.2017,
original versjon: https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2018/06/StraaleverninfoORIGINAL-09-2017-smarte-stroemmaalere.pdf;
retusjert versjon: https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2018/06/StraaleverninfoRETTET-09-2017-smarte-stroemmaalere-ny-versjon.pdf

Kritikken fra EMF Consult gjelder *den eneste rapporten* om stråling fra AMS-målere som DSA/NKOM har laget. DSA har ved flere anledninger hevdet at det ikke kan være nødvendig å foreta flere målinger, ettersom målerne uansett stråler langt under grenseverdiene.

Utfra det gjennomgåtte materialet forstår vi at slike påstander ikke kan være velbegrunnede. Dette underbygges ytterligere i senere deler av denne boka.

2.13.1 Noen andre tema fra ekspertvitnemål

I tillegg til helse- og miljøvirkninger kan design, materialvalg og skitten strøm påvirke målernes pålitelighet. Dette framgår av enkelte ekspertvurderinger og nevnes her. Det behandles ikke videre i denne boka.

Dårlig design og manglende spesifikasjoner kan hindre smartmålerne i å virke, eller i stor grad redusere deres registreringsnøyaktighet (og dermed øke regningene), f.eks. under ekstremt lave temperaturer. Jamieson utreder dette i følgende notat:

Ref. 115: Jamieson, Isaac A: Smart Meters and Weather Extremes – Set to Fail? – What happens when weather is colder than smart meters can operate?, notat, udatert, http://stopsmartmeters.org.uk/wp-content/uploads/2012/09/Jamieson-I.-Smart-Meters-Weather-Extremes-1-Sep-2012.pdf

Skitten strøm fra særlig sparepærer, LED og dimmere kan føre til store avvik i avregningen. Dette vises i

> Ref. 116: Leferink, Frank, Cees Keyer, Anton Melentjev: Static Energy Meter Errors Caused by Conducted Electromagnetic Interference, IEEE Electromagnetic Compatibility Magazine – Volume 5 – Quarter 4, 2016, omtalt i «Strømmålere viser grove feil i nederlandsk forskningsrapport: Opptil 582 prosent avvik på smarte strømmålere», Din Side, 2016, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2019/12/Strømmålere-viser-grove-feil-i-nederlandsk-forskningsrapport-Opptil-582-prosent-avvik-på-smarte-strømmålere-DinSide.pdf

2.13.2 Mal for å stille nettselskap til ansvar

Mal for å advare ledelse i lokalt nettselskap om personlig ansvar for skadevirkninger, m.m. som følge av installasjon av AMS-måler. Dette dokumentet er tatt med her til informasjon.

I miljøer som har motsatt seg bytte til AMS-målere, har det vært arbeidet for å tilpasse dette dokumentet til norsk juss. Vi har etter samråd med juridisk ekspertise kommet til at det ikke er egnet på grunn av ulike rettstradisjoner:

> Ref. 117: Notice of Liability template, https://www.emfhelpcenter.com/

2.13.3 Noen relevante ekspertutredninger omtalt andre steder i denne boka

Den følgende studien sammenholder eksponeringsnivåer som er funnet å gi skadevirkninger med eksponeringsnivåer som er påregnelige fra trådløse AMS-målere:

> Ref. 118: Powell, Ronald M., fysiker, Ph.D.: Biological Effects from RF Radiation at Low-Intensity Exposure, based on the BioInitiative 2012 Report, and the Implications for Smart Meters and Smart Appliances, June 11, 2013, https://skyvisionsolutions.files.wordpress.com/2013/06/powell-report-bioinitiative-report-2012-applied-to-smart-meters-and-smart-appliances_june_11_2013.pdf

Powells studie er omtalt i

> Ref. 119: Flydal, E: Smart om «smarte målere» og helseskader, 25/01/2016, https://einarflydal.com/2016/01/25/smart-om-smarte-malere-og-helseskader/

Den følgende studien av Powell omfattende rangering av en rekke egenskaper ved AMS-måleres ulike tekniske sider i forhold til helse, personvern, samfunnssikkerhet m.m.:

> Ref. 120: Powell, Ronald M., fysiker, Ph.D.: Ranking Electricity Meters for Risk to Health, Privacy, and Cyber Security, November 12, 2015 Edition 3, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2019/12/Ronald-Powell-289782183-Ranking-Electricity-Meters-for-Risk-to-Health-Privacy-and-Cyber-Security.pdf , omtalt her: https://einarflydal.com/2020/12/22/ams-malerne-helse-personvern-og-nettsikkerhetsrisikoen-og-skitten-strom/ , på norsk: https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2020/12/Ronald-M-Powell-Rangering-av-malere-v-1.1.pdf

2.14 Nær senderne er strålingen kraftigere enn man får målt

Når man skal måle eksponering fra radiosendere, må man måle ved en viss avstand fra senderen. For nærme senderen gjør spesielle fysiske forhold seg gjeldende som gjør at målingene blir svært upålitelige og for lave.

Således understreker radioingeniør Jostein Ravndal at det er en så betydelig sone for nærfelt rundt et sikringsskap at målinger ofte ikke kan utføres med noen rimelig grad av pålitelighet:

> Ref. 121: Advokatfirmaet Erling Grimstad AS og Einar Flydal: Smartmålerne, jussen og helsa, Z-forlag, 2018, Del 2, side 66-67.
>
> «Man må måle - og beregne - eksponeringen i rett avstand, 2 - 3 bølgelengder fra antenna. Avstanden man skal måle i, er altså avhengig av frekvensen man måler og blir derfor lengre for Kamstrup-målere (2 m), enn for Aidon og Nuri (0,9 m), som sender på høyere frekvens.
>
> Dette kan by på overraskelser: Innenfor disse minimumsavstandene blir både målinger og teoretiske beregninger meget upålitelige. Det skjer fordi strålingen i nærfeltet oppfører seg ganske annerledes enn i fjernfeltet. Eksponeringen i nærfeltet lar seg ikke beregne eller måle i praksis. Det eneste man kan si om eksponeringen i nærfeltet, er at den nok blir større jo nærmere du kommer kilden, kanskje betydelig større enn den firegangen som gjelder for hver gang du halverer avstanden i fjernfeltet.

> Det er altså vesentlig usikkerhet rundt hva som er de reelle verdier ved den nærmeste hodeputen [i den omtalte situasjonen]: Eksponeringen er kanskje større enn beregnet fordi hodeputen ligger i nærfeltet.
>
> I korridoren/gangen i det samme huset ([figur 17 i kilden]) ser vi at store deler av gangen i huset er i nærfeltet, slik at det er usikkert hva eksponeringen er. Eksponeringer på 16.000 til 81.000 µW/m^2 eller høyere er beregnet ved avstander henholdsvis 0,9 og 2 meter.»

I mange boliger står man innenfor slike avstander fra måleren når man står ved inngangsdøra og prater med naboen. Man står da i nærfeltet, og kan ikke vite hva den reelle eksponeringen er der man står. Se bilde, Figur 10. Man kan også befinne seg i nærfeltet hvis man oppholder seg på andre siden av veggen fra der måleren er, for eksempel hvis man befinner seg i en seng, sofa eller stol som står inntil veggen.



Figur 10: Med hodet i nærfeltet under praten i entreen? Sikringsskapet til venstre, med speil.
Hva er rimelig sikkerhets-avstand til AMS-måleren når nærfeltet er på 0,9 til 2 m rundt sikringsskapet?

Relevansen for AMS-målere, f.eks. i metallskap der hele skapets vegger og dør fungerer som sendeantenne, er, så langt kjent, ikke vurdert under innføringen av AMS-målere. Heller ikke er de utstyrt med advarsler om

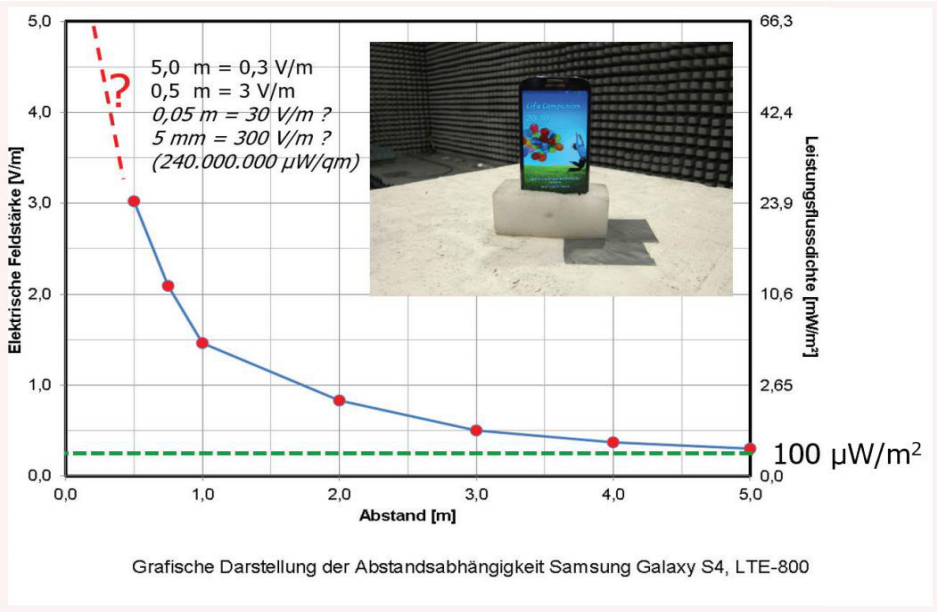
sikkerhetsavstander. Dette gjelder også i de tilfeller der det er montert ekstra antenne utvendig på sikringsskapet.

Det kan f.eks. godt tenkes situasjoner der beboer som har sikringsskap i entreen står i samtaler med hodet tett på sikringsskapet, f.eks. under en samtale ved utgangsdøra. Se illustrasjonsfoto over.

I en rekke stevninger om eksponering fra mobiltelefoner holdt til hodet, er det påvist at de termiske grenseverdiene overskrides, med krav om at disse modellene trekkes fra markedet, og flere er trukket.

> Ref. 122: Alerte Phonegate: 60 plaintiffs file class action against Xiaomi, pressemelding, 20.07.2020, https://www.phonegatealert.org/en/press-release-phonegate-60-plaintiffs-file-class-action-against-xiaomi

I en tysk utredning demonstreres usikkerheten ved måling – og opphold – i nærfelt knyttet til eksponeringsstyrke fra en moderne mobiltelefon (Samsung Galaxy S4) ved maks sendestyrke over 4G (LTE 800). Se under. Vertikale akser viser strålingens intensitet (styrke), målt som Volt per meter (V/m) og mikrowatt per kvadratmeter (µW/m^2), mens horisontal akse viser avstand i meter.



Figur 11: Eksponeringsnivåer ved ulike avstander (Samsung Galaxy S4), men meget usikkert nærfelt.

Ref. 123: Kühling, Wilfried: 5G/Mobilfunk durch gesamträumliche Planung steuern, Kompetenzinitiative, 2021, s. 11)

Figur 11 antyder at ved kort avstand, altså i nærfeltet, f.eks. 25 cm, kan eksponeringsnivået ved 5 cm avstand være på rundt 30 V/m, som tilsvarer rundt 2 400 000 µW/m^2. Som referanse er i Figur 11 oppgitt EUROPAEMs føre-var-baserte anbefalte maksimum for områder ved varig opphold, 100 µW/m^2, vist som grønn, stiplet linje.

AMS-målere har en maks sendestyrke på 3-4 ganger en moderne mobil-telefon.

2.15 Feilinformasjon fra myndigheter og næring

I d**ette avsnittet vises at næringen og myndighetene ser bort fra kliniske funn og de funnene som de langt fleste forskningsartikler dokumenterer. I stedet holder de seg til de retningsgivende verdiene fra IEEE/FCC/ICNIRP som er satt for å unngå *oppvarmingsskader* fra strålingen.**

Her følger noen eksempler på informasjon knyttet til AMS-målere der næring og myndigheter ser bort fra kliniske funn og de funnene som dokumenteres i det store flertall av uavhengig forskning.

Slik «frikjennes» faren ved strålingens *oppvarmingsevne*, siden den normalt vi være ubetydelig slik den måles i henhold til IEEE/ICNIRP/FCCs retningslinjer som et gjennomsnitt over tid, mens det ikke omtales andre egenskaper og begreper som er høyst relevante for helse- og miljøskader – herunder *pulsing, interferens, skitten strøm, informasjonsverdi* – samt kliniske funn og erfaring.

For mer generell omtale av forskningsfunn og analyser av hvordan argumentasjonen er bygd opp, se omtaler andre steder i denne boka.

Den følgende rapporten fra Tarditi nevnes her som et typisk eksempel: Den forholder seg til IEEE/ICNIRPs retningslinjer for å beskytte mot oppvarmingsrisiko, og vurderer eksponeringen bare utfra disse retningslinjenes anbefalinger. Dette vurderingsgrunnlaget blir ikke problematisert:

> Ref. 124: Tarditi, Alfonso G., Electric Power Research Institute (EPRI): Smart Metering Issues, 52nd Annual Rural Energy Conference February 12-14, 2014, La Crosse (WI), foiler, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2019/12/EPRI-2014-SmartMeteringIssues.Tarditi.pdf

Denne rapporten argumenterer blant annet ved å sammenlikne hvor bagatellmessig eksponeringen fra en AMS-måler *på en meters avstand* er i forhold til en mobiltelefon *holdt til øret*, målt med hensyn til *oppvarmingspotensialet*, som beregnes som et tidsgjennomsnitt. I slike beregninger vil strålingen fra AMS-måler nødvendigvis virke bagatellmessig, men målingen er urealistisk av en rekke grunner, i tillegg til at den kun måler på én kilde:

> Ref. 125: California Council on Science and Technology: Health Impacts Of Radio Frequency From Smart Meters, 2011, https://www.magdahavas.com/wp-content/uploads/2011/01/CCST-Jan-2011-Smart-Meter.pdf

Utredningen er imøtegått her (på invitasjon, men ikke publisert) av

> Ref. 126: Magda Havas: Havas Submission to CCST "Report on Smart Meters", 2011, https://www.magdahavas.com/wp-content/uploads/2011/01/Havas-Report-CCST-Smart-Meters.pdf

og her er det påvist at beregningene av eksponeringens intensitet i samme dokument fra CCST er grovt misvisende:

> Ref. 127: Daniel Hirsch: Comments on the Draft Report by the California Council on Science and Technology "Health Impacts of Radio Frequency from Smart Meters", 31 January 2011, https://ccst.us/wp-content/uploads/letter8hirsch.pdf

The GSM Association (GSMA) er en verdensomspennende bransjeorganisasjon for næringsaktører innen mobilkommunikasjon. GSMA utgir informasjonsmateriell, arbeider politisk, holder fast store konferanser og show, og samarbeider med FN-organer for å fremme næringens interesser. GSMA har publisert et informasjonshefte om AMS-målere:

> Ref. 128: GSMA, 2015, «Smart meters: Compliance with radio frequency exposure standards», GSMA, 2015, https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2015/06/gsma_smart-meters_2015.pdf

mot GSMAs informasjonshefte kan det rettes samme type kritikk som mot CCST-utredningen. GSMA-brosjyren argumenterer utfra vurderingskriterier som ikke fanger opp vesentlige parametere som er påvist å være skadeproduserende, og argumenterer ved å vise til ulike organer som utfra slike vurderingskriterier naturlig nok har funnet at strålingen ikke er helseskadelig, siden den ikke overskrider de anbefalte eksponeringsgrensene for å beskytte mot akutte oppvarmingsskader:

> Ref. 129: Flydal, E: Smartmålerne: helsepremisset som forsvant, bloggpost 16/11/2017, https://einarflydal.com/2017/11/16/smartmalerne-helsepremisset-som-forsvant/

Norske helsemyndigheter har valgt å følge utvalgsvurderinger som underkjenner all forskning som påviser andre skadevirkninger enn akutte oppvarmingsskader. Utfra fagmyndighetens eget utsagn i brevs form (se Figur 12), gjøres dette uten at de selv har kompetanse til å foreta noen slik vurdering:

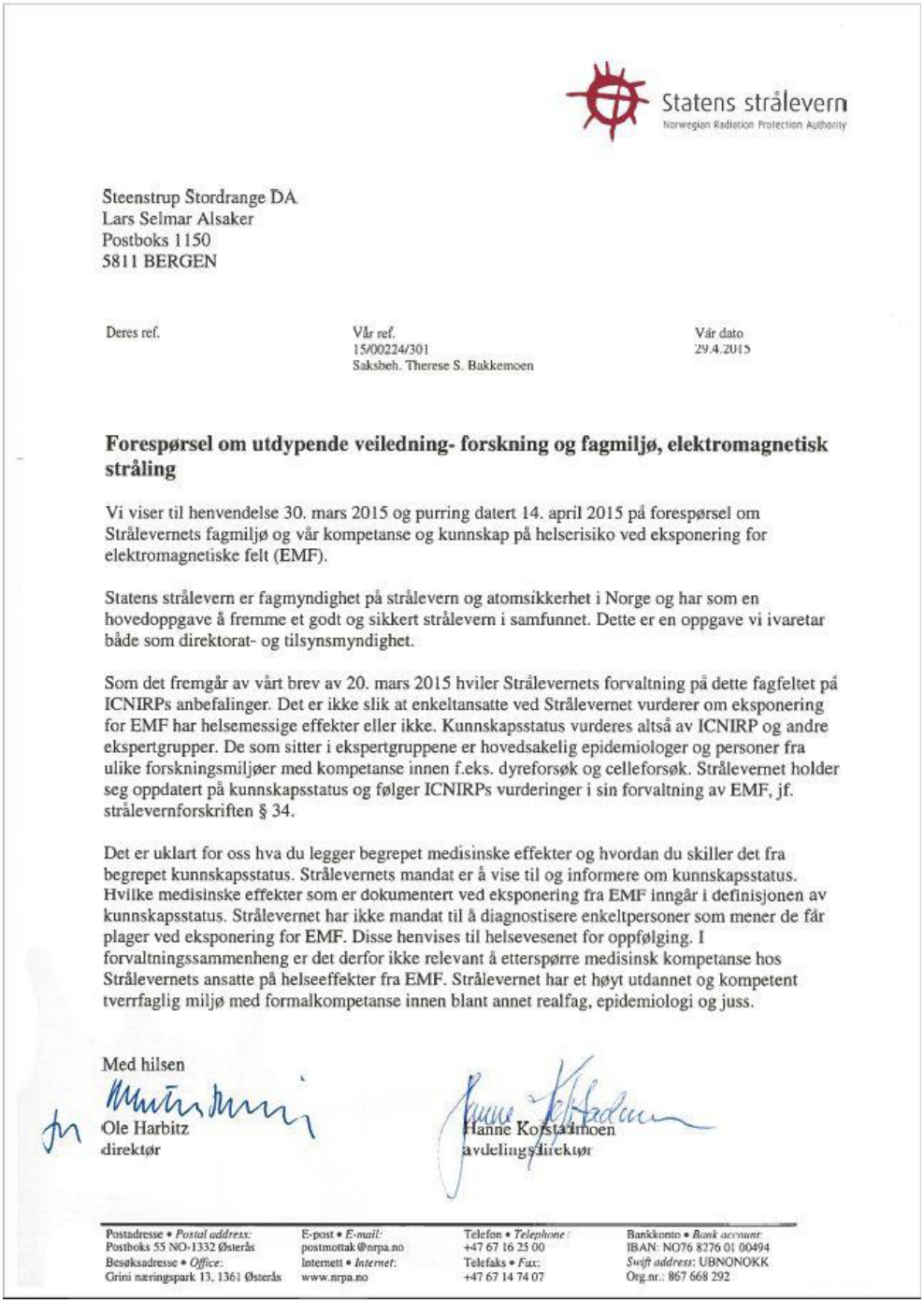
> Ref. 130: Brev fra Statens strålevern til Steenstrup Stordrange DA, 29.4.2015, ref. 15/00224/301 vedr. Strålevernets kompetanse

> «Som det fremgår av vårt brev av 20. mars 2015 hviler Strålevernets forvaltning på dette fagfeltet på ICNIRPs anbefalinger. Det er ikke slik at enkeltansatte ved Strålevernet vurderer om eksponering for EMF har helsemessige effekter eller ikke. Kunnskapsstatus vurderes altså av ICNIRP og andre ekspertgrupper.»

Det følger av denne mangelen på egen kompetanse en politisk basert forpliktelse til å underkjenne all annen forskning og alle forskningsmiljøer som kritiserer helsemyndighetens valgte standpunkt, og å hevde at det "ikke er faglig uenighet om strålingen". Dette går igjen i en lang rekke utsagn, der DSA og andre deler av helsemyndighetene viser til grenseverdier for beskyttelse mot akutt oppvarmingsskade, for å legitimere at det ikke skulle finnes annen helserisiko forbundet med AMS-målerne, og forsvarer et syn på kunnskapsstatus som kun framkommer dersom man avviser det meste av forskningen og selv godt dokumenterte funn av virkninger som er skadeutløsende:

> Ref. 131: Klæboe Lars: «Ikke faglig uenighet om strålingen», Varden ca 16.06.2019.jpg, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2019/12/Klæboe-Varden-22.03.2016-Ikke-faglig-uenighet-om-strålingen.jpg
>
> «Det er ikke uenighet blant fagfolkene på dette feltet. De er enige om at strålingen fra de nye smarte strømmålerne er svak – bare tusendeler av grenseverdien.
>
> Dermed blir det ikke viktig om strålingen fra strømmålerne er høyere eller lavere enn fra mobil og trådløse nettverk.
>
> Det er også viktig å påpeke at forskninigen ikke gir holdepunkter for å påstå at stråling fra strømmålere, mobiler eller trådløse nettverk fører til helseplager og sykdommer.»

Strålevernet (DSA) framtrer således som et politisk organ som «frisk-melder» stråling og skitten strøm fra AMS-målere ved å gjenta «etablerte sannheter» snarere enn objektiv, balansert, forskningsbasert kunnskap. Typisk kommer dette til uttrykk som påstander i informasjonsmateriell der det hevdes at strålingen fra AMS-målere er *så svak og sjelden* at den ikke kan gi skade, og at strålingen fra en AMS-måler er *langt svakere enn fra en mobiltelefon*, i tillegg til å være på *bare tusendeler av grenseverdiene*.



Statens strålevern
Norwegian Radiation Protection Authority

Steenstrup Stordrange DA
Lars Selmar Alsaker
Postboks 1150
5811 BERGEN

Deres ref.	Vår ref.	Vår dato
	15/00224/301 Saksbeh. Therese S. Bakkemoen	29.4.2015

Forespørsel om utdypende veiledning- forskning og fagmiljø, elektromagnetisk stråling

Vi viser til henvendelse 30. mars 2015 og purring datert 14. april 2015 på forespørsel om Strålevernets fagmiljø og vår kompetanse og kunnskap på helserisiko ved eksponering for elektromagnetiske felt (EMF).

Statens strålevern er fagmyndighet på strålevern og atomsikkerhet i Norge og har som en hovedoppgave å fremme et godt og sikkert strålevern i samfunnet. Dette er en oppgave vi ivaretar både som direktorat- og tilsynsmyndighet.

Som det fremgår av vårt brev av 20. mars 2015 hviler Strålevernets forvaltning på dette fagfeltet på ICNIRPs anbefalinger. Det er ikke slik at enkeltansatte ved Strålevernet vurderer om eksponering for EMF har helsemessige effekter eller ikke. Kunnskapsstatus vurderes altså av ICNIRP og andre ekspertgrupper. De som sitter i ekspertgruppene er hovedsakelig epidemiologer og personer fra ulike forskningsmiljøer med kompetanse innen f.eks. dyreforsøk og celleforsøk. Strålevernet holder seg oppdatert på kunnskapsstatus og følger ICNIRPs vurderinger i sin forvaltning av EMF, jf. strålevernforskriften § 34.

Det er uklart for oss hva du legger begrepet medisinske effekter og hvordan du skiller det fra begrepet kunnskapsstatus. Strålevernets mandat er å vise til og informere om kunnskapsstatus. Hvilke medisinske effekter som er dokumentert ved eksponering fra EMF inngår i definisjonen av kunnskapsstatus. Strålevernet har ikke mandat til å diagnostisere enkeltpersoner som mener de får plager ved eksponering for EMF. Disse henvises til helsevesenet for oppfølging. I forvaltningssammenheng er det derfor ikke relevant å etterspørre medisinsk kompetanse hos Strålevernets ansatte på helseeffekter fra EMF. Strålevernet har et høyt utdannet og kompetent tverrfaglig miljø med formalkompetanse innen blant annet realfag, epidemiologi og juss.

Med hilsen

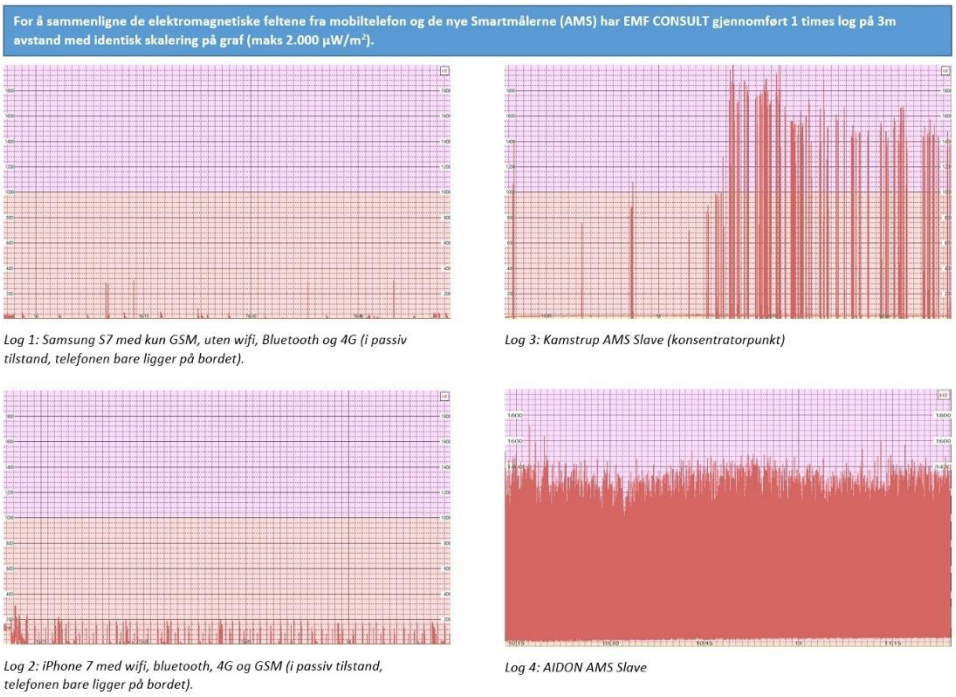
Ole Harbitz
direktør

Hanne Korstadmoen
avdelingsdirektør

Postadresse • *Postal address:*	E-post • *E-mail:*	Telefon • *Telephone:*	Bankkonto • *Bank account:*
Postboks 55 NO-1332 Østerås	postmottak@nrpa.no	+47 67 16 25 00	IBAN: NO76 8276 01 00494
Besøksadresse • *Office:*	Internett • *Internet:*	Telefaks • *Fax:*	*Swift address:* UBNONOKK
Grini næringspark 13, 1361 Østerås	www.nrpa.no	+47 67 14 74 07	Org.nr.: 867 668 292

Figur 12: Brev som forteller at Statens strålevern ikke har egen kompetanse på helserisiko fra EMF, men omgjør ICNIRPs retningsgivende verdier uendret til grenseverdier, og lar utvalgenes konklusjoner utgjøre "kunnskapsstatus".

Dette er påstander som er direkte feil, men ble lagt til grunn i NVE og i nettselskapenes informasjon til kundene og fortsatt gjenfinnes på deres nettsider.



Figur 13: Signaleringsstyrker fra to mobiler, påslåtte i «passiv» tilstand (Samsung S7 og iPhone 7,t.v.) og to AMS-målere (Kamstrup og Aidon, t.h.). Samme avstand (3m), samme skalaer (2 000 µW/m², 1 time). Målinger i felt utført av EMF-Consult AS.

Figur 13 over viser *reell signalering* fra AMS-målere. Det framgår at pulsingen er svært mye sterkere og hyppigere fra målerne enn fra mobil-telefoner (til venstre) under ellers like forhold, og spesielt hyppig fra Aidon.

AMS-målerne har dynamisk regulering av sendestyrken, som betyr at de tilpasser seg forholdene. I forskrifter og i sammenlikninger brukes derfor alltid *maksimal utgangseffekt*, dvs. det maksimale nivået som tillates. Dette er for AMS-målere regulert av fribruksforskriften.

Fra AMS-målere er maksimal utgangseffekt 3-4 ganger sterkere enn fra mobiler. EMF-Consult dokumenterte at Strålevernet påstander hvilte på at Strålevernet hadde blandet målemetoder, og at forholdet mellom AMS-

målernes signaleringsstyrke og mobiltelefoner er omvendt av hva Strålevernet hevdet. Strålevernet innrømmet etter en tids tautrekking at det var gjort en feil, men ville ikke informere NVE eller andre om dette.

Maks utgangseffekt for AMS-målere er *flere ganger større enn for mobil-telefoner*, ikke langt mindre, som hevdet i Stråleverninfo 09-2017. Av Stråleverninfo 09-2017 fins det imidlertid to versjoner, der versjon nr. 2 er forsiktig omformulert etter innrømmelsen.

Omtale av saken og av feilene i Stråleverninfo 09-2017, versjon 1, og om DSAs uvillighet til å korrigere dem, er omtalt bl.a. her:

> Ref. 132: Flydal, E: Smartmålerne: Strålevernet biter seg fast, bloggpost 27/06/2018, https://einarflydal.com/2018/06/27/smartmalerne-stralevernet-biter-seg-fast/

Rettet versjon av Stråleverninfo 09-2017:

> Ref. 133: Statens strålevern: Stråleverninfo 09-2017 om smarte strømmålere, versjon 2: https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2020/02/Stråleverninfo-03-2002.pdf

2.16 Hvem sitt ansvar?

Det er vanskelig å unngå å reise spørsmålet om hvem som sitter med ansvaret for helserisikoen knyttet til innføringen av AMS-målerne. Er det DSA / Strålevernet, som åpenbart ga misvisende opplysninger? Er det NVE, som måtte vite at AMS-målerne i all hovedsak ville baseres på trådløs kommunikasjon, men har holdt seg til å definere funksjonskrav, ikke teknisk implementeringsmåte? Er det de enkelte nettselskapene, som sluttet seg sammen i ulike grupper som sto for tekniske krav og valg av leverandører?

Vi har ikke forutsetninger for å gi svarene, men kan liste opp enkelte momenter for dem som måtte ønske å grave videre i dette temaet:

- Flere av ekspertvitnemålene som vi har gjengitt over, kom tidlig nok til at de kunne vært fanget opp av innføringsprosjektet og ført til valg av andre tekniske løsninger.
- Prosjektets dokumenter viser at NVE begrenser seg til å gi *funksjonskrav*, og overlater ansvaret for tekniske løsninger til nettselskapene. Dette må nødvendigvis også omfatte ansvar for kommunikasjonsløsninger og for EMC-

kompatibilitet, CE-sertifiseringer, krav til konsekvensutredninger, m.m. Men det framgår samtidig, f.eks. av en SINTEF-rapport, at NVE er fullt inneforstått med at mikrobølget radio vil være den sentrale kommunikasjonsteknologien.

> Ref. 134: SINTEF Energi AS: Evaluering av NVEs veileder til sikkerhet i AMS – Konsulentrapport utarbeidet for NVE, 44, 2017, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2019/12/SINTEF-Evaluering-av-NVEs-sikkerhetsveileder-rapport2017_44.pdf

- Alt etter den såkalte *AMS-høringen* våren 2011 sendte FELO, Foreningen for el-overfølsomme, spørsmål om el-overfølsomme ville få dispensasjon fra AMS-måler, og påpeker problemene som reiser seg for dem som bor i blokk-leiligheter. Det gjalt da åpenbart ikke skitten strøm eller AMS-funksjonalitetene knyttet til automatisk avlesning, men mikrobølgene. NVE opplyser at dispensasjonsadgang er gitt i forskriftsvedtak av 24. juni 2011, men kun gjelder helse, og er overlatt nettselskapene, med NVE som klageinstans. NVE er med andre ord i 2011, flere år før målerne rulles ut, dypt involvert i teknologivalget.

> Ref. 135: Brev fra NVE til FELO, ref. NVE 200701944-252 ek/ave, 14.03.2012, om dispensasjon for eloverfølsomme

- Vi er ikke kjent med at NVE selv har foretatt noen konsekvensutredninger av helse- og miljøsidene, eller stilt noen som helst krav til utredning av helse- og miljøkonsekvenser. SINTEF har heller ikke hatt noen anmerkninger til dette i ovennevte rapport, til tross for at det på dette tidspunkt fantes betydelig belegg fra USA og andre land som indikerte helse- og miljøskader fra valget av sterkt pulset trådløs teknologi, og fra strømforsyninger som ville påføre de elektriske anleggene skitten strøm.
- Vi er ikke kjent med at noen nettselskap har foretatt slike utredninger av helse- og miljøkonsekvenser ved AMS-innføringen.
- Det har under hele prosjekteringsperioden foreligget rikelig med forsknings-rapporter som påpeker økt helserisiko fra mikrobølget stråling, også ved slike effekter som fra AMS-målere.
- Det ble i sentralt norsk teknologimiljø lagt fram sterke advarsler og betenkeligheter mht. helsevirkningene av mikrobølget stråling, og disse ble drøftet.

> Ref. 136: Mulige helseskader som følge av laveffekt elektromagnetisk stråling, notat fra Ole Petter Håkonsen, fhv. teknologidirektør i Televerket/Telenor ASA, datert 1. oktober 2019, publisert på nettstedet til fhv. ansatte ved Televerkets Forskningsinstitutt, Kjeller, januar 2021

«Ved julemøtet i Norges Tekniske Vitenskapsakademi (NTVA) i 2011 holdt den svenske professor Leif Salford fra Universitetet i Lund og Cand.Scient Sissel Halmøy fra Folkets Strålevern hvert sitt interessante foredrag om ny forskning som ga indikasjoner på at helseskader også kan oppstå ved langt lavere stråleverdier enn de norske grenseverdiene. Flere land, på bakgrunn av den usikkerhet som var skapt, hadde angivelig allerede startet arbeid med «føre var»-type tiltak for å begrense strålingen for de som så langt synes å være mest utsatt – i første omgang barn og ungdom.

I et eget innlegg avviste imidlertid representantene fra Statens Strålevern at de nye forskningsresultatene ville føre til endringer av de etablerte grenseverdier i Norge.

Tilhørerne, som i hovedsak var innvalgte medlem av NTVA og derved presumptivt erfarne forskere og ingeniører, fant imidlertid Statens stråleverns avvisning av de nye forskningsresultatene tankevekkende og diskusjonen fortsatte under og etter den etterfølgende middagen. ...

Kombinasjonen av stor usikkerhet og mulighet for alvorlige helsemessige konsekvenser i befolkningen, burde – etter min oppfatning – ha ført til at myndighetene for mange år siden skulle ha lagt et «føre var»-prinsipp til grunn og – inntil resultat fra offentlig kontrollerte og uavhengige undersøkelser forelå – innført sterkere begrensing på tillatt strålestyrke.

Årsaken til at dette ikke har skjedd, kan ha sammenheng med at de samme myndighetene for raskt flagget sitt syn basert på noen få tidlige studier initiert og finansiert av bransjen selv.»

2.17 *AMS-målerne er en spesielt uheldig kombinasjon*

I dette avsnittet refereres analyser gjort av fysikeren Ronald M Powell av AMS-målere og helserisiko. Powell kritiserer AMS-målere av det slag som er innført i Norge, for å være den maksimalt mest uheldige tekniske løsning utfra helse, personvern og sikkerhet.

	Målertype	Kommunikasjonstype				Samlet risiko 5 er høyest. Tom celle er lavest.		
			Trådløs	Kablet		Helse-risiko	Personvern-risiko	Risiko mht nettsikkerhet
G	SMARTMÅLER	WAN / HAN	✓			5	5	5
F	AMR-måler	«Putring»[2]	✓			4	4	
	Analog måler (med trådløs digital elektronikk)	«Putring»	✓			4	4	
E	AMR-måler	«Vekking»[3]	✓			3	4	
	Analog måler (med trådløs digital elektronikk)	«Vekking»	✓			3	2	
D	SMARTMÅLER	Internett kabel/fiber		✓		2	4	4
	AMR-måler	Internett kabel/fiber		✓		2	4	
C	SMARTMÅLER	Fast telefonlinje		✓		2	3	2
	AMR-måler	Fast telefonlinje		✓		2	1	
B	Enkel digital elektronisk måler	Ingen				2		
A	Tradisjonell analog måler	Ingen						
	SMARTMÅLER[4]	*PLC (strømnettet)*		✓		3	5	2

Figur 14: Rangering av AMS-målere etter helse, personvern og sikkerhet i forhold til teknisk løsning (Powell 2015)

At AMS-målerne som er tatt i bruk i Norge, er en spesielt uheldig kombinasjon, er konklusjonen som Ronald M. Powell, Harvard-utdannet i anvendt fysikk, har kommet til i et av flere notater han har skrevet om AMS-målere:

> Ref. 137: Ronald M. Powell: «Ranking Electricity Meters for Risk to Health, Privacy, and Cyber Security», pdf-notat, 3. utgave, datert 12. november 2015, oversatt til norsk som «Rangering av strømmålere med hensyn til helserisiko, personvern og nettsikkerhet», https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2020/12/Ronald-M-Powell-Rangering-av-malere-v-1.1.pdf

I AMS-målerne møtes trådløsbransjen og elektrisitetsbransjen, og kombinasjonen er ifølge Powell av flere grunner spesielt uheldig:

- AMS-målere installeres med mikrobølgesendere og kommunikasjonsmønstre som er sterkt biofysisk aktive døgnet rundt
- AMS-målere tilfører skitten strøm fra strømforsyning og prosessorer
- AMS-målere kan ikke slås av uten at også husets strøm slås av med hovedbryteren.

AMS-målerne påtvinger dermed brukerne eksponering for en økt biofysisk belastning som brukerne ikke kan unngå dersom de ønsker å få strømleveranser fra nettselskapet. Alle andre kilder til skittenstrøm og stråling i huset kan kunden selv regulere uten å miste strømmen, men ikke AMS-måleren.

Av de mange tekniske løsningene som er utformet for fjernavlesning av strøm, er de målerne som er tatt i bruk i Norge, de mest moderne og de mest automatiserte med hensyn til kommunikasjonsmåte. Men disse målertypene er også de i Powells rangering som skårer dårligst på helse-, miljø- og sikkerhetsrisiko. De som skårer best i rangeringen, er de tradisjonelle, gamle målerne.

Den dominerende målertypen i Norge, uansett fabrikat, er den som i Powells tabell er angitt som «G SMARTMÅLER», med bruk av WAN (Wide Area Network) og HAN (Home Area Network).

Powells artikkel gjennomgår rangeringskriteriene og begrunner rangeringen nøye og systematisk. Den er oversatt til norsk. Det vises til denne for detaljer (referanse over).

3. Trådløs kommunikasjon og skittenstrøm gir pulset elektromagnetisk stråling

Denne delen gir en generell gjennomgang for lekmenn av tekniske begreper og forklaring på begreper som «stråling», «skitten strøm» og «pulsing».

Det er lagt vekt på enkle forklaringer for folk som ikke er bevandret innen elektro- og radioteknologi. Det forklares hvordan både trådløs kommunikasjon, vekselstrøm og moderne elektronisk utstyr er kilder til mange ulike typer elektromagnetiske pulser som kan nå over store avstander.

I det følgende vises at «skitten strøm» og «pulset stråling» i hovedsak er ulike betegnelser for samme fenomen, og at fenomenet er felles for strøm og stråling: skarpe variasjoner i elektromagnetiske felt.

3.1 Relevans

De generelle forklaringene som gis her, utdyper og begrunner de redegjørelsene for at AMS-målere utløser helse- og miljøproblemer som er gitt i andre deler av denne boka. Forklaringene har således direkte relevans for AMS-målere – både hva gjelder AMS-målernes sendere og hva gjelder målerne selv når radiodelen er demontert eller deaktivert, og da etter NVEs definisjon ikke lenger er en AMS-måler, men kun en elektronisk måler.

Denne delen formidler i det alt vesentlige vanlig lærebokstoff om grunnleggende fysiske fenomener. Der teksten avviker fra dette, eller bruker spesifikt materiale, er det oppgitt kilder.

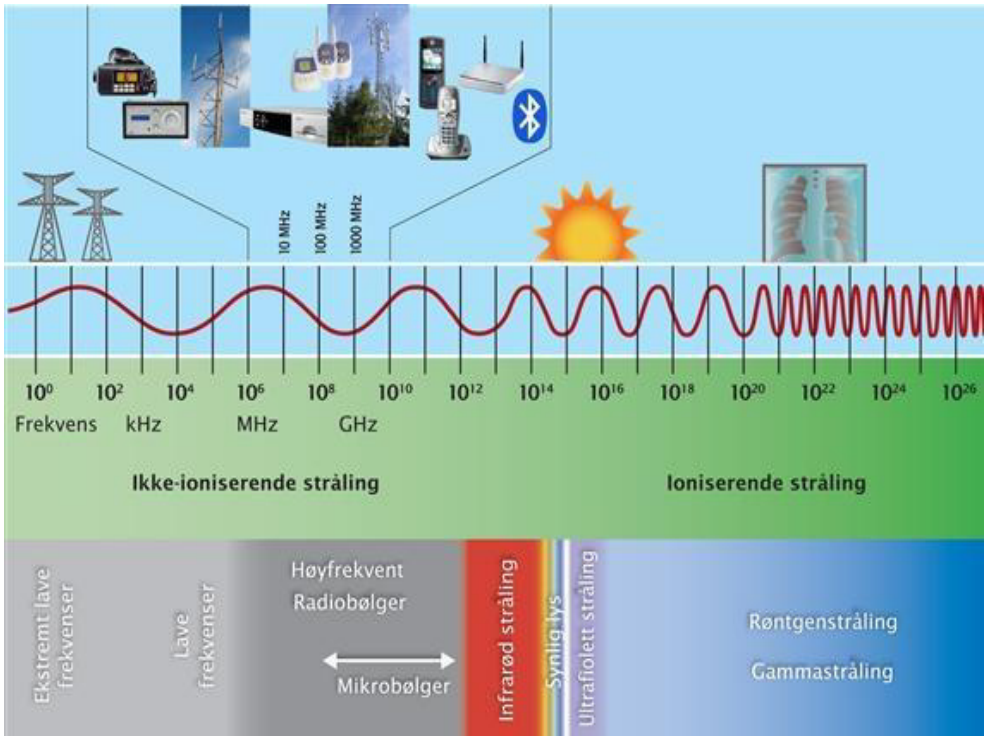
Hvorfor forklares alt dette? Jo, for å gi det nødvendige fysikk-baserte faglige grunnlag for å forklare at menneskeskapte energifelt i form av strøm og radiobølger kan påvirke biologien gjennom ulike former for *interferens,* på samme måte som materiell kan påvirkes: At elektrisk og elektronisk materiell kan påvirkes, er velkjent innen elektro- og elektronikkfagene om omtales som EMC-problemer. At biofysikken

påvirkes og at biologiske prosesser kan påvirkes selv ved energimengder som virker svært beskjedne, er derimot langt mindre kjent. Som vi har sett i bokas tidligere deler og vil se også siden, blir kunnskapen om dette aktivt motarbeidet.

Det vil gå fram at AMS-målere er kilder til skitten strøm som ikke enkelt kan fjernes uten å slå av all strøm, og kilder til *interferens* som man ikke uten videre blir klar over og enkelt kan fjerne. At dette tilfører en potensiell helseplage og en biofysisk belastning som kan slå ut i helse- og miljøskader, godtgjøres gjennom denne og de andre delene av boka.

3.2 Stråling, bølger og frekvenser

Her forklares noen grunnleggende begreper som er lærebokstoff, og det vises at skillet mellom «ioniserende» og «ikke-ioniserende» stråling er misvisende.



Figur 15: Frekvensspekteret hvor Hz angir antall ganger en bølge passerer per sekund. 1 MHz er frekvensen for stråling hvor en million bølgetopper passerer per sekund. (kilde: FHI-rapport 2012:3)

Med stråling menes *elektromagnetisk stråling*. Slik stråling kan beskrives som bølger av elektrisk og magnetisk kraft som sprer seg ut fra en kilde. Lys er en form for elektromagnetisk stråling, men det finnes et helt spekter av strålingstyper. Ulike typer stråling har ulik bølgefrekvens, det vil si hvor mange bølgetopper som passerer per sekund. Det angis i hertz (oppkalt etter en fysiker) og forkortet Hz. Én hertz betyr at det sendes ut én bølge per sekund, mens for eksempel 1 MHz betyr at det sendes ut én million bølger per sekund.

I Figur 15 vises til venstre den delen av det elektromagnetiske spektrum som er relevant i vår sammenheng: det grå området med såkalt «ikke-ioniserende stråling».

Betegnelsen «ikke-ioniserende stråling» brukes i realfagene og medisin ofte og feilaktig som ensbetydende med «ikke-skadelig»:

At slik stråling ikke er «ioniserende», vil si at den er for svak til å lage *ioner*, altså varianter av et molekyl der molekylet har en elektrisk ladning. Men dette er feil og villedende: De frekvenser som dekkes av betegnelsen «ikke-ioniserende», kan dels skape ioner *direkte* ved å påvirke svake bindinger i molekyler, dels *indirekte* gjennom biologiske mekanismer.

> Ref. 138: Pockett, Sue: Stråletåka – Helse- og miljøforurensningen fra mikrobølgene, Z-forlag, 2020, s. 176
>
> Ref. 139: Hecht, Karl: Ist die Unterteilung in ionisierende und nichtionisierende Strahlung noch aktuell? Neuester wissenschaftlicher Erkenntnisstand: EMF-Strahlung kann O2- und NO-Radikale im Überschuss im menschlichen Körper generieren, Forschungsbericht, Kompetenzinitiative zum Schutz von Mensch, Umwelt und Demokratie e.V., 2015, http://kompetenzinitiative.net/

Av den «ikke-ioniserende» strålingen betegnes den mest høyfrekvente delen, i Figur 15 til venstre for midten, som HF. Denne delen av spekteret består av radiobølger (RF), herunder mikrobølger (MF). Frekvensområdet lengst til venstre kalles lavfrekvent (LF). Her finner vi blant annet de frekvenser som kommer fra vanlige strømledninger med husholdnings-strøm, og strømmen i høyspentledninger.

Mikrobølget radio, som brukes i AMS-målere med mobilkommunikasjon, har bølger med frekvenser rundt 1 milliard svingninger per sekund (1 GHz)

og oppover til 300 milliarder svingninger per sekund (300 GHz). Til sammenlikning har hørbar lyd et frekvensområde fra ca. 20 Hz til 20 000 Hz, altså til 20 kHz.

Radiobølgene som brukes til informasjonsoverføring fra AMS-målere i nettverk der de kommuniserer seg imellom (maskenett), har frekvens rundt 870 MHz (Nuri og Aidon-målere) og 444 MHz (Kamstrup), altså litt under mikrobølgene. Dette er *grunnfrekvensene*, eller *bærebølgene*, som danner grunnlaget for å sende informasjon. I disse grunnfrekvensene sender man ut elektromagnetiske bølger som pulser. Teknologien kalles *pulsmodulering*.

Ledninger med husholdningsstrøm sender elektromagnetiske bølger på 50 Hz *ut fra* ledningen. Området rundt ledningen der bølgene kan måles, omtales som *det elektromagnetiske feltet* rundt ledningene.

Skitten strøm er en fellesbetegnelse på bølger som avviker fra de 50 Hz, og kan bestå av mange ulike frekvenser fra hele spekteret av «ikke-ioniserende» stråling.

Frekvens brukes også i en annen betydning når man skal betegne husholdningsstrøm og andre typer vekselstrøm. Frekvensen i dette tilfellet angir hvor ofte elektronene (som utgjør den elektriske strømmen) skifter retning. Retningsskiftene er nettopp det som karakteriserer *vekselstrøm*: Husholdningsstrøm holder en jevn frekvens på retningsskiftingen: 50 ganger per sekund, altså 50 Hz. (I USA og noen andre land er den på 60 Hz.)

3.3 Elektromagnetiske bølger skapes av elektroner som endrer fart

Her forklares mer grunnleggende lærebokstoff, og det settes i sammenheng med helse- og miljøproblematikk.

Når strømmen i en ledning eller i en antenne skifter retning eller varierer i styrke, akselererer (eller retarderer) elektronene. I fysikken kalles begge deler pussig nok for *akselerasjon*.

Ved akselerasjonen sendes det ut en elektromagnetisk bølge som svinger i takt med endringen i elektronenes hastighet. Dette er et grunnleggende

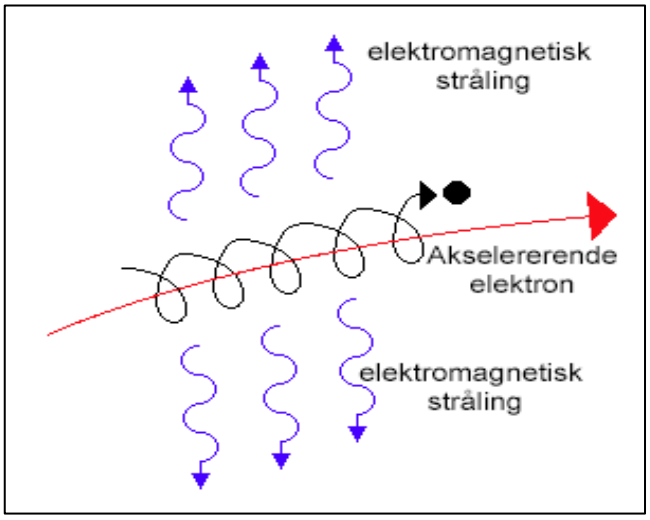
fysisk fenomen. Elektromagnetiske bølger skapes altså av elektriske ladninger som endrer fart til raskere eller saktere, altså akselererer. Den type elektriske ladninger som er relevante i vår sammenheng, er elektroner som strømmer gjennom ledninger.

Når elektriske ladninger strømmer av gårde *uten* å endre farten, skapes det ikke noe elektromagnetisk felt.

På en nettside fra Western University, Illinois, gis en enkel forklaring på hvordan radiosignaler oppstår. Her forklares samtidig hvordan *både radiosendere, husholdningsstrøm og skittenstrøm gir opphav til bølger i elektromagnetiske felt* (vår oversettelse):

> Ref. 140: How do you make a radio wave?, Western University, Illinois, https://www.qrg.northwestern.edu/projects/vss/docs/Communications/3-how-do-you-make-a-radio-wave.html
>
> **Hvordan lager du en radiobølge?**
>
> Når det settes elektrisk likestrøm på en ledning, skaper strømmen et elektromagnetiske felt rundt ledningen. Dette feltet sender en bølge utover fra ledningen. Når strømmen fjernes, kollapser feltet, noe som igjen sender en bølge. Hvis strømmen koples til og fjernes om og om igjen over en tidsperiode, spres det ut en serie bølger med en bestemt frekvens. Hvis strømmen endrer polaritet eller retning gang på gang, ville også dette skape bølger. Dette fenomenet er grunnlaget for elektromagnetisk aktivitet og beskriver det grunnleggende ved hvordan radiobølger skapes i sendere.

I ledninger med vekselstrøm endrer elektronene stadig retning. For norsk husholdningsstrøm skjer dette, som nevnt over, 50 ganger i sekundet. Altså skapes det elektromagnetiske bølger med 50 bølgetopper i sekundet. Figur 16 illustrerer dette.



Figur 16: Et elektron som akselererer sender ut elektro-magnetisk stråling (kilde: snl.no)

Dette fenomenet, at en ledning med varierende strøm vil fungere som en antenne og sende ut et elektromagnetisk felt til omgivelsene, har vært kjent siden fysikeren Maxwells tid (1832-1879) – selv om ordet «antenne» ikke var i bruk. Det følger av Maxwells 4. likning, som kan formuleres som «sirkulering av et magnetfelt = strøm»:

> Ref. 141: Blundell, Stephen: Magnetism – A very short introduction, Oxford University Press, 2012, s. 47:
>
> «Maxwell innså at disse endringene i elektriske felt vil gi endringer i magnetfelt, og vice versa, og at en selvopprettholdende bølge av skiftende elektriske og magnetiske felt vil spre seg gjennom rommet. Maxwell hadde dermed forutsett at elektromagnetiske bølger eksisterer. (Faktisk er den oscillerende spenningen i ledningen, som forårsaket det hele i utgangspunktet, ikke noe annet enn en radiosender.)»

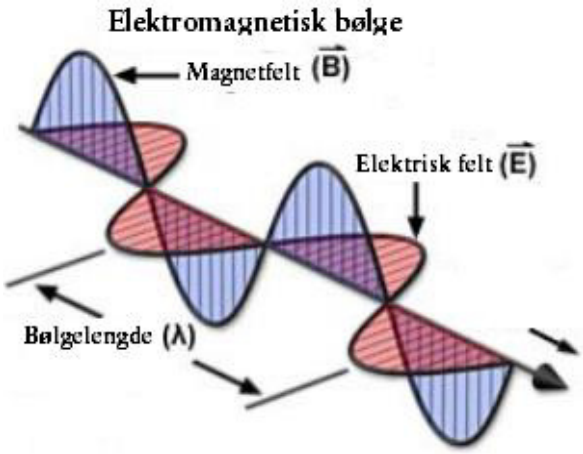
I en antenne for digital radiokommunikasjon reguleres hastigheten på elektronene slik at det skapes pulser av varierende elektromagnetiske bølger. Informasjonen som skal sendes, kodes i form av *pulsmønstre*. Se f.eks. Figur 25, eller på denne bokas omslag.

En elektromagnetisk bølge som «bølger seg» utover, som de blå pilene på Figur 17, består av en jevn og koordinert veksling mellom ulike elektriske og magnetiske ladninger. (Dette er standard lærebokframstilling. At det ikke er helt korrekt fysikk, er ikke viktig i vår sammenheng.) Når akselera-

sjonen stopper så ladningen får jevn fart, stopper samtidig bølgen. Når elektroner endre hastighet igjen, oppstår bølgene på ny.

Bølgenes *frekvens* (tiden det tar mellom bølgetoppene) gir seg av hvor raskt endringene skjer i elektronets akselerasjon: Skjer endringene raskere, sier man at frekvensen er *høyere*.

Styrken i bølgene, eller *energimengden* eller *intensiteten*, uttrykkes i form av bølgehøyden, kalt *amplituden*.



Figur 17: En bølge i et elektromagnetisk felt

Vi ser av Figur 17 at det koordinert veksler mellom ulike elektriske og ulike magnetiske ladninger. Det elektriske feltet svinger fram og tilbake mellom negativ ladning og positiv ladning. Det magnetiske feltet svinger fram og tilbake mellom nordpol og sydpol.

3.4 Tap av energi

Her forklares at strålingen taper seg raskt, men når uendelig langt, og at den når langt lengre som skitten strøm. I praksis dekkes en bolig av det som måtte være av skitten strøm fra ledningsnettet. Uforutsette svakere eller kraftigere felt kan oppstå.

Når strøm går *gjennom ledninger*, svekkes den svært lite med avstanden. For våre formål kan vi regne det til nær null. Derfor vil endringer i elektroners hastighet forplante seg slik at de er like sterke i hele ledningsnettet innen en bolig. Dette innebærer at *det elektriske feltet rundt ledningene* også vil være likt – så lenge andre forhold er like – og at lett vil

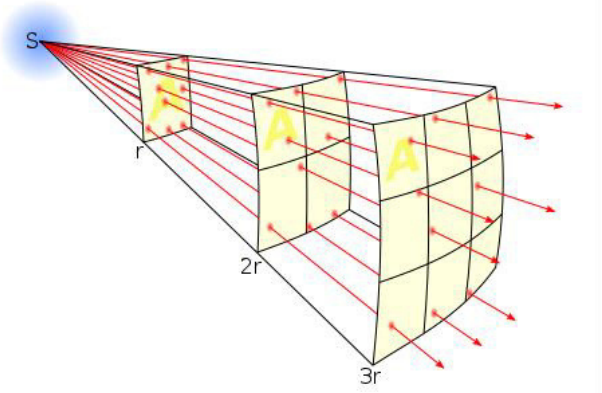
komme elektrisk påvirkning i husets strømnett fra kilder utenfra – med mindre det er satt opp *filtre* mot slik påvirkning.

Elektromagnetiske bølger gjennom tomt rom når uendelig langt. Likevel blir energien i feltet svakere og svakere jo lengre bort fra kilden vi måler, siden strålingen sprer seg:

Slik lyset blir svakere jo lenger unna lyskilden vi går, blir også de ikke-ioniserende bølgene – altså strålene – tynnere og tynnere fordelt jo lenger vi kommer vekk fra kilden. Dette er ganske enkelt likt med at det er større avstand mellom eikene i et sykkelhjul jo lenger unna navet vi måler:

Når elektromagnetiske bølger – inkludert radiobølger og lys – sendes ut fra en rundtstrålende kilde, slik som fra en lyspære, en antenne eller en ledning, stråler de ut i alle retninger. Strålene spres utover i rommet, dvs. i tre dimensjoner, og energien svekkes derfor nødvendigvis til en fjerdedel når avstanden fordobles.

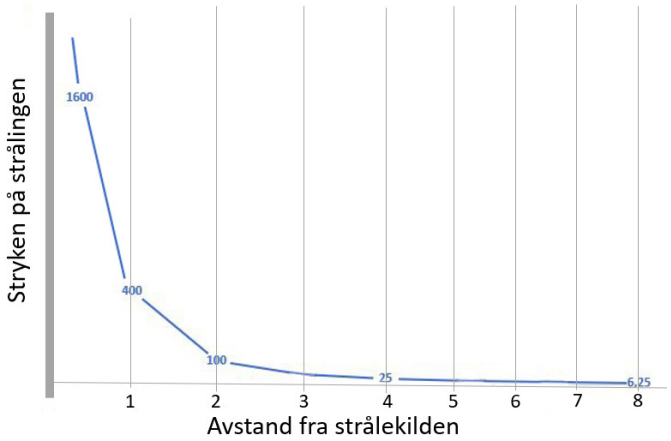
Figur 18 viser hvordan det blir lengre og lengre mellom hver bølge som stråler ut fra kilden (røde piler). Ved en gitt avstand (r) ser vi at det går omtrent 9 stråler gjennom et bestemt areal (A). Ved dobbelt avstand (2r) går det en firedel. Går vi tre ganger så langt ut (3r), er det bare omtrent én stråle som går gjennom det samme arealet.



Figur 18: Strålingen tynnes ut til en firedel når avstanden dobles (Wikipedia)

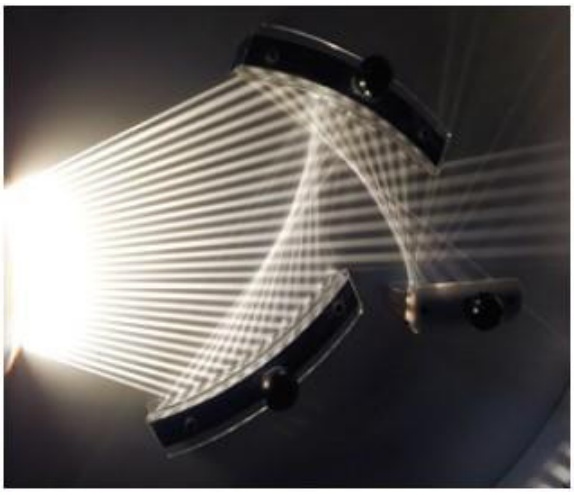
Dette mønsteret gjelder så lenge ikke strålingen reflekteres eller absorberes av noe den støter på, f.eks. metaller, vann, betong eller annet.

Figur 19 viser det samme som graf, altså hvordan eksponeringen svekkes med avstanden.



Figur 19: Styrken/energien på det elektro-magnetiske feltet faller raskt når avstanden økes. Dobler man avstanden blir energien redusert til en firedel.

Det vi har beskrevet, er forhold som gjelder når man analyserer situasjonen rundt én enkelt kilde til elektromagnetisk stråling. I praksis er situasjonen langt mer kompleks, med flere kilder, elektriske ledere og andre metall-gjenstander, reflekterende flater, dempende materialer, o.l. i omgivelsene. Da står man overfor fenomener som *refleks, induksjon* og *interferens* som kan videreføre og/eller forsterke elektromagnetiske bølger slik at de når over langt større avstander enn de enkle matematiske beregningene for en enkeltkilde angir. Mer om dette følger under.

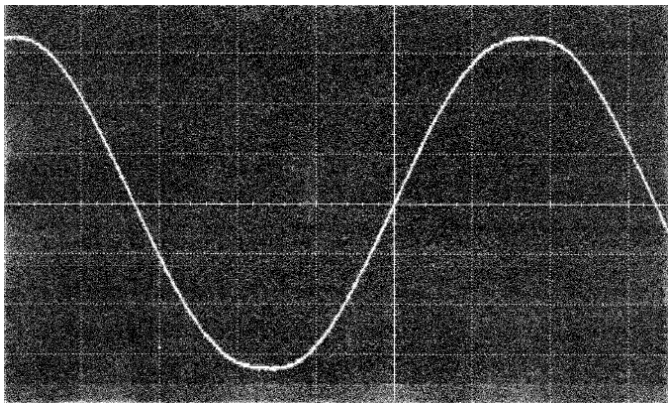


Figur 20: "Hot spots" - konsentrasjoner skapt ved refleks fra flater (foto: E Flydal 2015)

En enkel situasjon der stråler reflekteres og konsentreres til såkalte «hotspots» med langt høyere energi, her vist som sterkere lysflekker, er illustrert med en lampe og to krumme speil i Figur 20.

3.5 Husholdningsstrøm: «myke bølger». Skitten strøm: ødelegger dem

Også her forklares grunnleggende lærebokstoff. Men her defineres også «skitten strøm», og kopling til helsevirkninger eksemplifiseres. Det vises at skitten strøm kan inneholde mange ulike høyfrekvente komponenter, slik som mikrobølget, pulset radio.



Figur 21: Sinuskurvet strøm («ren strøm»). Horisontal akse: tid, Vertikal: ladning

Til husholdninger leverer nettselskapene vekselstrøm med *frekvens 50 Hz*, altså strøm som skifter retning 50 ganger per sekund.

Med et oscilloskop ser man at disse skiftningene foregår gradvis. De avtegner seg som jevne bølger med *sinusform* rundt en null-linje, der den elektriske ladningen er null. (Figur 21)

«Skittenstrøm» er en samlebetegnelse på strøm med ulike slags avvik fra sinuskurven. Betegnelsen brukes som en fellesbetegnelse på «forurenset strøm». Skitten strøm kan avleses som at sinuskurvene ikke avtegner seg jevnt.

Ref. 142: Magee, Steven: Toxic Electricity, Edition 2 – 2013, ISBN 9781475295696, side 247-269 som også er trykt i Magee, Steven: Electrical Forensics, Edition 1 – 2013, ISBN 9781492118909, side 217-238. For norsk oversettelse: Magee, Steven: Skitten strøm – Hva det er og hvordan den ser ut?, PDF-notat,

https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2021/01/S-Magee-Electrical-Forensics-2013-s-216-238-NORSK.pdf

En litt mer innsnevrende definisjon er gjengitt nedenfor hentet fra:

> Ref. 143: Lloyd Morgan: https://www.stetzerelectric.com/wp-content/uploads/Morgan-blood-glucosecorrelation.pdf
>
> "Det er blitt vanlig å kalle disse høyfrekvente transientene for "skitten strøm". "Skitten strøm" omtales også som "transienter", "støy" eller "vagabonderende strømmer" og lignende betegnelser. Ren strøm er det når strømmen vi bruker, utelukkende har form som en 60 Hz [standard i USA, mot 50 Hz i f.eks. Norge, o.a.] sinusformet spenning og strøm uten høyfrekvenskomponenter. Skitten strøm betegner høyfrekvens-komponenter (>10 kHz), som rir på denne sinusformede bølgen. Skitten strøm er en del av den 60 Hz-strømmen som vi alle er utsatt for, i vår moderne elektrifisert verden, i varierende grad.»

Den fysiske mekanismen som ligger til grunn for at skitten strøm oppstår, er den vi forklarte ovenfor:

Hver gang det skjer en spenningsvariasjon i strømnettet, vil det i tillegg til vekselstrømendringene sendes ut en brå puls – en energivariasjon – i det elektromagnetiske feltet. Vi snakker altså om energivariasjoner som kommer i tillegg til de 50Hz-variasjonene som følger med vekselstrømmen.

I et hus med skittenstrøm sendes det slike «ekstra» energivariasjoner – pulser –gjennom ledningsnettet, og derfor også ut fra ledningsnettet som elektromagnetisk stråling. Ledningsnettet fungerer da som en antenne – på samme måte som det sendes pulser av elektromagnetisk stråling ut fra antenner som brukes til trådløs kommunikasjon, som WiFi, mobiltelefoner, smartmåler, etc.

Slike spenningsvariasjoner oppstår når strømnettet utsettes for plutselige, og eventuelt stadig gjentatte, små eller store belastninger. I sin enkleste form kommer de for eksempel av at en strømbryter slås av eller på. Et strømnett uten enkelte pulser er altså ikke tenkelig i praksis.

Det problematiske kommer når det blir store mengder slike pulser:

Viktige kilder til skitten strøm i dagens samfunn er særlig *ladere og andre strømforsyninger*. Disse er samtidig transformatorer, dvs. de omformer spenningen i husholdningsstrømmen, som er 220 Volt og 50 Hz, til spenninger med andre egenskaper, gjerne det vi kaller «lavspenning», f.eks. 12 Volt. Samtidig omformer de strømmen fra vekselstrøm til likestrøm, altså strøm som bare går i én retning gjennom ledningen (og tilbake i returledningen). Slike omformere inngår i dag i svært mye elektrisk utstyr.

Teknikken som brukes av transformatoren kalles *SMPS, «switched mode power supply»*:

Denne teknikken går ut på å skru strømmen raskt av og på, gjerne mange tusen ganger per sekund, for på den måten å «strupe» mengden strøm som hentes ut fra strømnettet og sendes videre til det elektroniske utstyret. Denne teknikken brukes i så godt som all moderne elektronikk, blant annet i strømforsyningen til datamaskiner, ladere til mobiler og el-biler – og til strømforsyningen til AMS-målere og alle andre strømmålere, vannmålere etc. som har elektronikk i seg, uansett om de inneholder sendere eller ikke.

Slike strømforsyninger fins derimot ikke i de gamle, mekaniske strøm-målerne med dreieskive og mekanisk telleverk.

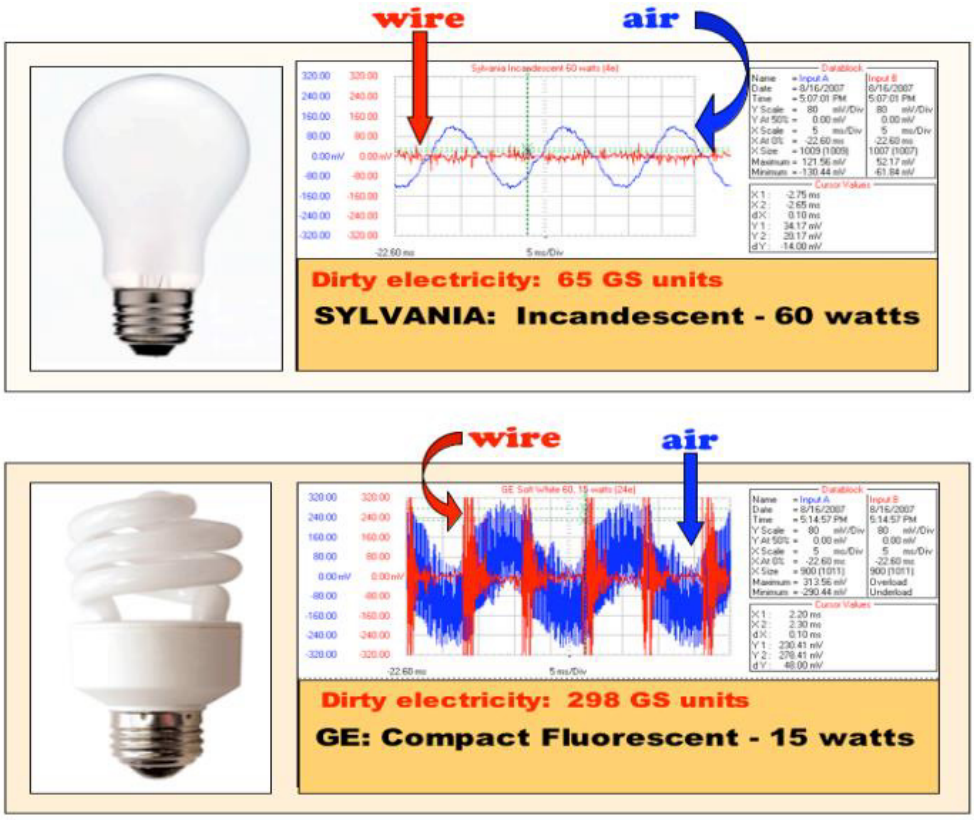
> Ref. 144: Dr. Magda Havas: Health Concerns associated with Energy Efficient Lighting and their Electromagnetic Emissions, response to Request for an opinion on “Light Sensitivity” from Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR), June 5, 2008, https://www.magdahavas.org/wordpress/wp-content/uploads/2009/10/08_Havas_CFL_SCENIHR.pdf

Havas viser at både i lufta og ledningsbundet skaper den moderne fluori-serende sparepæren svært mye mer elektrisk støy enn den tradisjonelle glødetrådpæren som nå er faset ut.

I tillegg vil alle gjenstander som inneholder digital elektronikk, skape skittenstrøm fordi de inneholder prosessorer som slår strømmen av/på i meget høyt tempo som påvirker strømmen i ledningen de er koblet til. Også dette gjelder AMS-målere, hva enten med eller uten senderdel.

Alle disse ulike kildene til skittenstrøm gir sterkere eller svakere spennings-endringer i strømnettet. Noen gjør det med faste frekvenser, mens andre med mer tilfeldige frekvenser. Noen gjør det kontinuerlig, mens andre slår seg av og på og produserer bare skitten strøm nå og da.

De mest faste frekvensene gir opphav til andre frekvenser som er deres *overharmoniske* frekvenser, som overtoner i musikk (se under). Ved flere kilder til skittenstrøm får man dessuten gjerne ekstra frekvenser fra interferens mellom frekvensene fra ulike kilder (se under).



Figur 22: Forskjellene mellom en glødelampe og sparepære mht produksjon av skitten strøm og pulsede radiobølger (Havas 2008)

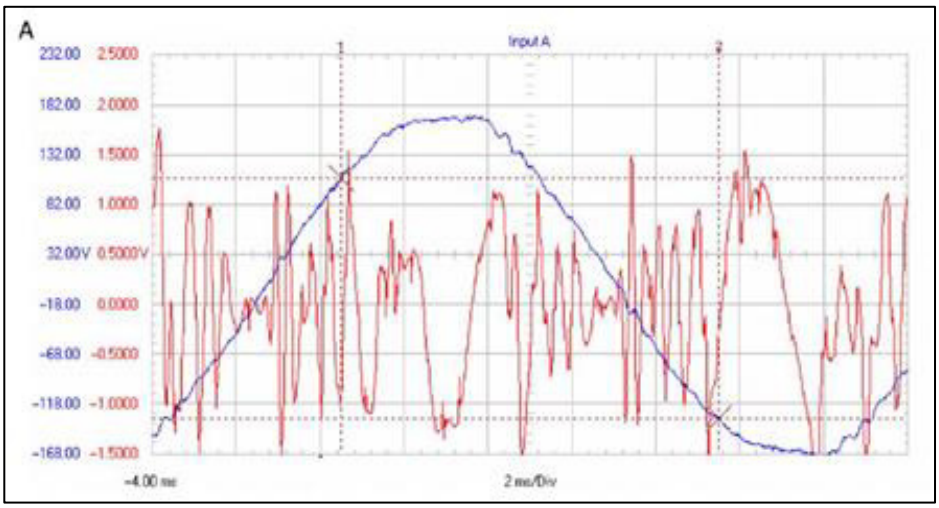
LED-pærer, sparepærer og dimmere bruker liknende teknikker og bidrar derfor også til skitten strøm. Dr. Magda Havas viser at *lysømfintlighet*, som er en stadig mer utbredt helseplage, synes å være koplet til sparepærers store produksjon av skitten strøm i ledningsnettet. (Figur 22)

På et oscilloskop framstår skitten strøm som plutselige, ekstra pulser/bølgetopper. De er spisse og smale på grunn av sin langt høyere og/eller plutseligere energivariasjoner enn strømmens rolige veksling på 50 Hz.

Faguttrykket i elektrofagene for slike variasjoner er flere, blant annet *transienter*, som både kan betegne at de er forbigående og at de har høy gjennomtrengningsevne. Skitten strøm kan avtegne seg som enkeltvise «gnister» (også kalt «spiker i strømmen», utledet av engelsk: «spikes»). Som forklart over, kan de altså komme som tilfeldige transienter, med faste intervaller, eller som mer eller mindre regulære og langvarige *pulsskurer*.

Grafen under viser målinger av «skitten strøm» på kontoret til lederen av biblioteket i Olympia, Massachusetts, USA. Dette eksemplet er spesielt interessant fordi målingene her ble fulgt opp med tiltak og målinger av biologiske reaksjoner hos ansatte på biblioteket:

> Ref. 145: Samuel Milham & David Stetzer (2013) Dirty electricity, chronic stress, neurotransmitters and disease, Electromagnetic Biology and Medicine, 32:4, 500-507, DOI: 10.3109/15368378.2012.743909



Figur 23: Målinger av «skitten strøm» på kontoret til lederen av biblioteket i Olympia, Massachusetts, USA. (Milham & Stetzer 2013): Blå kurve: 50 Hz strømforsyning; rødt: forstyrrelsene, dvs. skitten strøm.

Den blå kurven i grafen viser den vanlige strømmen (vekselspenningen, 60 Hz i USA). Den røde kurven viser spenningsforstyrrelser, altså skitten strøm, som ble målt fra elektronikk og strømomformere. Jo større utslag kurven gjør, jo kraftigere blir de radiofrekvente pulsene – altså radio-bølgene – som sendes ut fra ledningsnettet.

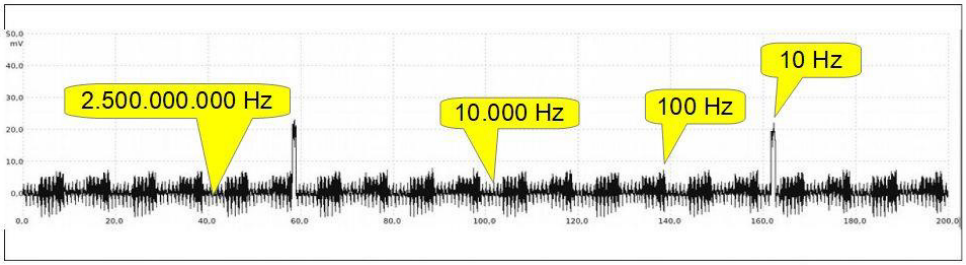
Når avvikene oppstår med faste intervaller, danner disse intervallene i seg selv en fast frekvens i tillegg til strømmens frekvens på 50 Hz. Disse frekvensene som dannes i tillegg, kan være langt høyere enn strømmens frekvens, som vist i Figur 23, eller de kan ha en lavere frekvens. Bildet av ulike frekvenser blir dermed fort ganske komplekst.

(I den engelske litteraturen brukes ofte uttrykket «intermittent» som betegnelse når den skitne strømmen ikke produseres kontinuerlig, men kommer i «pulstog» eller «utbrudd». Engelske ord som brukes, er «discontinous» eller «bursts».

Sterke biofysiske virkninger knyttes gjerne til «intermittent» eksponering, og eksponeringseksperimenter utføres gjerne slik – altså med kortere, påfølgende perioder med eksponering, f. eks. 10 minutter hvert døgn eller noen ganger i døgnet, ikke med kontinuerlig bestråling.)

Billadere til el-biler viser seg gjerne på strømnettet gjennom faste, ganske stor intervaller mellom hvert litte «utbrudd».

Radiofrekvenser fra en WiFi-ruter (Figur 24) består av både høyere og lavere frekvenser: Grunnfrekvensen er gjerne på 2,4 eller 5GHz, men WiFi-rutere sender faste signaler som gjentas 10 ganger per sekund, altså med en pulsfrekvens på 10 Hz. AMS-målere av type Aidon har, i tillegg til

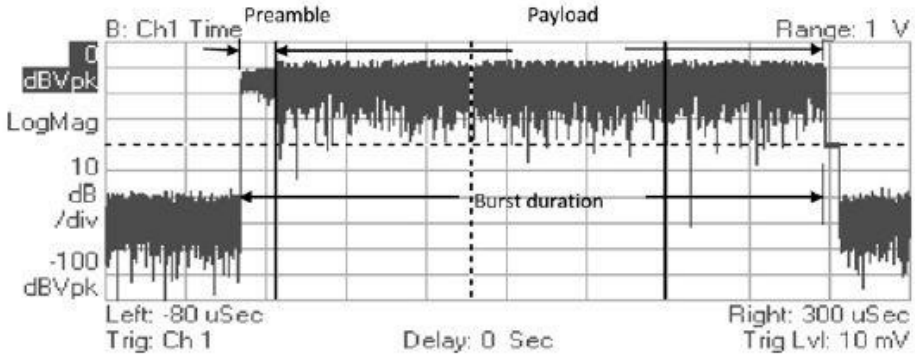


Figur 24: Ulike faste pulsfrekvenser fra en WiFi-ruter uten trafikk. Grunnfrekvensen: 2,5GHz. (måling: K. Horsevad)

spenningsstøyen fra strømforsyningen, radiosignaler som sender signaler ca. hvert 0,6 sekund. Dersom de induseres i strømnettet, vil slike signaler gjenspeiles i den skitne strømmen og spre pulser med en frekvens på 0,6 Hz gjennom huset.

Grad av skitten strøm fra teknisk utstyr varierer i stor grad med kvaliteten på utstyret: Billige komponenter og lite arbeid gjort for å sørge for elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) betyr gjerne at det kommer mer skitten strøm fra elektronikken i produktet.

Digital kommunikasjon foregår gjerne ved hjelp av intense *pulsskurer*. Disse har langt høyere frekvenser enn f.eks. 10 Hz. Et eksempel til illustrasjon er hentet fra en WiFi-ruter som kommuniserer. Se Figur 25.



Figur 25: Pulsskurer fra en WiFi-ruter, her med en samlet varighet på noen tidels sekunder (kilde ukjent)

3.6 Overharmoniske frekvenser, EMC

Her omtales *overharmoniske frekvenser*, normalt bare kalt *overharmoniske*. De dannes fysisk slik som overtonene i musikk. Og de er nær koplet til helsevirkninger.

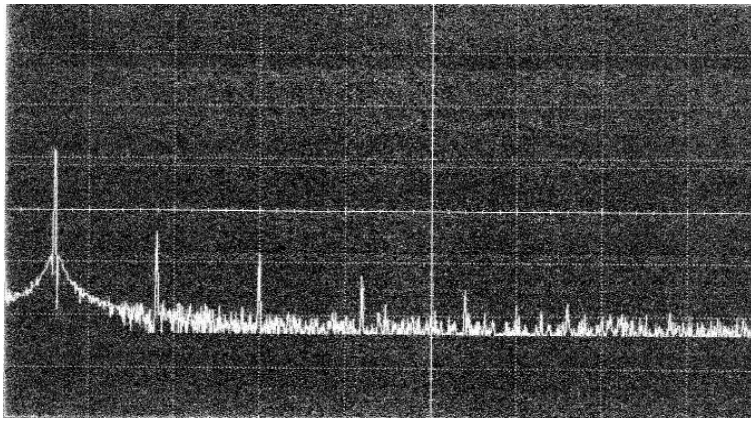
Alle former for bølger med frekvenser danner *overtoner* etter faste fysiske lover. Dette kjenner vi fra musikk, der overtonene som dannes, gir ulike instrumenter sin særklang. Overtoner dannes oppover i frekvensspekteret med intervaller lik grunnfrekvensen. Er grunnfrekvensen 50 Hz, vil det altså dannes overtoner ved 100 Hz, 150 Hz, 200 Hz, osv. Overtonene vil være

gradvis svakere. Slike nye og høyere frekvenser som dannes over en grunnfrekvens, kalles *overharmoniske*.

Også bølger i elektromagnetiske felt skaper overtoner. De overharmoniske i et elektromagnetisk felt kan leses av med oscilloskop, og sorteres etter frekvensene som forekommer i tidsrommet for målingen (Fourier-analyse). I Figur 26 ser vi et eksempel fra en slik måling fra en sender:

Grunnfrekvensen er den høye toppen til venstre, og de overharmoniske vises som de høye toppene, med stigende frekvens mot høyre.

Avhengig av kvalitet og tekniske krav, har elektrisk/elektronisk utstyr innebygde filtre for å fjerne uønskede overharmoniske. Dette gjøres for å sikre *elektromagnetisk kompatibilitet* (EMC), altså at annet utstyr ikke skal forstyrres.



Figur 26: Overharmonisk e. Horisontal akse: frekvens, Vertikal akse: intensitet (kilde: Magee 2013)

3.7 Elektromagnetisk stråling spres langt ved «å smitte over»

Her gis eksempler på hvordan EMF kan spre seg langt gjennom *induksjon*.

Elektromagnetiske bølger utbrer seg, som nevnt, uendelig langt i lufttomt rom, men tynnes raskt ut. Og de dempes og absorberes av det de støter på, selv av fuktigheten i lufta.

Når man beregner eksponering fra en strålekilde, regner man normalt utfra slike idealsituasjoner, der det ikke eksisterer andre dempende, reflekterende eller absorberende gjenstander enn menneskevev, og man regner på

oppvarmingspotensialet, som for slikt utstyr som er tema her – AMS-målere og annen elektronikk i hjemmet – i alle praktiske situasjoner er neglisjerbart.

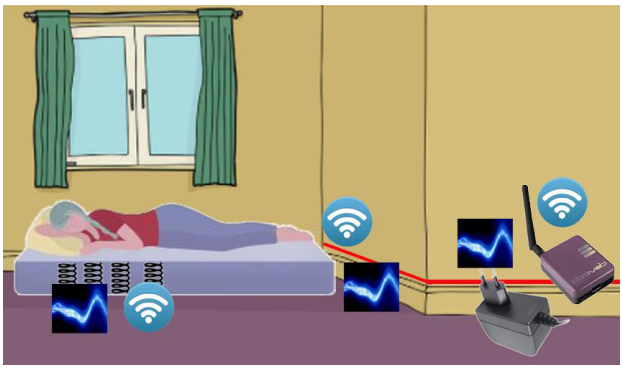
Men bølgene kan få langt større utbredelse enn de teoretiske beregningene tilsier, for beregningene gjøres gjerne av en idealisert situasjon med bølger fra bare én antenne, og der signalet bare sendes ut gjennom lufta og fortsetter der:

Ved å «smitte over» på ledningsnettet kan elektromagnetisk stråling nå mye lenger avgårde. Slik «smitte» kan skje ved *induksjon*:

Induksjon er et grunnleggende elektrisk fenomen. Når en elektromagnetisk bølge treffer et materiale som leder strøm, for eksempel en metallgjenstand eller ledning, påføres det – *induseres* det – en strøm i materialet. Induksjonen medfører at elektroner akselererer, som fører til at det sendes ut nye elektromagnetiske bølger.

Gjennom induksjon over til godt ledende materialer kan elektromagnetiske bølger derfor nå mye lenger av gårde enn de rent «luftbårne» elektromagnetiske bølgene vil gjøre. F.eks. vil en sender plassert tett inntil en ledning kunne føre til at de trådløse radiosignalene også gjenskapes – gjennom induksjon – som skitten strøm i ledningen, som igjen sender dem ut til ledningens elektriske felt, med ledningen som antenne. Går ledningen gjennom et hus, vil man derfor finne igjen radiosignalet i hele huset.

Gjennom induksjon kan elektromagnetisk stråling også videreformidles fra et område til et annet via en elektrisk ledende gjenstand som danner en «bro» mellom de to feltene, f.eks. spiralfjærene i madrassen i en seng, som så sender strålingen videre. Dette er eksemplifisert i Figur 27: En lader (her en mobillader) sender pulser ut i ledningsnettet og fra en trådløs sender (her en WiFi-ruter) induseres pulser i ledningene. Pulsene vandrer videre rundt i huset og ledningene fungere som antenner. Pulsene kan induseres i spiralfjærene i madrassen, som sender dem videre ut. Personen i sengen vil derfor bli eksponert fra mange kanter.



Figur 27: Eksempel på induksjon (illustrasjon: Else Nordhagen)

Induksjon er altså en kilde til at elektromagnetisk stråling kan nå langt ut, hva enten gjennom ledningsnett eller gjennom lufta, og så gjennom induksjon spre seg videre.

Elektromagnetisk stråling fra ett sted i en bolig kan på denne måten vandre i strømnettet over svært lange avstander (kilometer) og vil hele veien sende ut radiosignaler.

Slik induksjon er målbar over betydelige avstander, ikke bare fra ledningsnett, men også fra f.eks. *kringkastingssendere*:

Det er til og med påvist statistiske sammenhenger mellom bruken av spiralfjærmadrasser, utbredelsen av FM-sendere og brystkreft. Hypotesen som støttes av de statistiske funnene, er at utbygging av FM-sendere bidro ikke bare til økt forekomst av malignt melanom (ondartet føflekkreft), men også til økt forekomst av brystkreft på den side der stråling indusert i springfjær vil fokuseres – rundt 30 cm over madrassen, som er plasseringen til venstre bryst, siden de fleste sover på høyre side:

> Ref. 146: Örjan Hallberg, Paavo Huttunen and Olle Johansson: Cancer Incidence vs. Population Average Sleep Duration on Spring Mattresses, Advanced Studies in Medical Sciences, Vol. 2, 2014, no. 1, 1 – 15, http://dx.doi.org/10.12988/asms.2014.3810

Tilsvarende er det funnet at dersom bølgelengdene er så korte at de gir resonans i svettekanalene i huden, som «millimeterbølger» som nå tas i bruk i stigende grad, kan de spiralformede svettekanalene fungere som antenner og videresende strålingen lenger innover i kroppen. De stanser altså slett ikke mot huden slik det har vært antatt i ingeniørmiljøene som utformer teknologien og regner den som helsemessig trygg:

Ref. 147: Anna Kochnev, Noa Betzalel, Paul Ben Ishai and Yuri Feldman: Human sweat ducts as helical antennas in the sub-THz frequency range-an overview, Terahertz Science and Technology,,ISSN 1941-7411 Vol.11, No.2, June 2018, Invited Paper, omtalt i bloggpost 18.01.2019, https://einarflydal.com/2019/01/18/forskere-tverrvender-og-advarer-mot-5g/

Slike pulser som da oppstår, omtales blant annet som *Brillouin-forløpere* (engelsk: *Brillouin precursors*), og har den egenskap at de trenger dypt inn, også i organisk vev, uten å absorberes like lett som mindre skarpt pulset energi.

Ref. 148: Pockett, Susan: Stråletåka – Helse- og miljøforurensningen fra mikrobølgene, Z-forlag, 2020

Man kan spekulere på hva som skjer med energien fra senderen når en AMS-måler står inne i sikringsskapet, det vil si inne i en metallboks hvor ledningene til huset finnes: Vil denne metallboksen gi refleks og vil den fungere som et *Faradays bur*, en kasse der elektriske felt ikke lett trenger inn eller ut? Slik kan sikringsskapet tenkes å bidra til å øke strålingen *inne i* skapet, noe som kan øke induksjon i ledningene. Pulsene fra skitten-strømmen i elektronikken og strømtilførselen - og eventuelt senderdelen - vil også lettere kunne spre seg rundt i huset via strømnettet.

Eller kanskje vil sikringskapet fungere som en antenne, eller begge deler? Hvordan virkningene faktisk vil være i hvert enkelt tilfelle, kan det være vanskelig å forutse.

3.8 Samspill mellom flere kilder: Interferens, «hotspots»

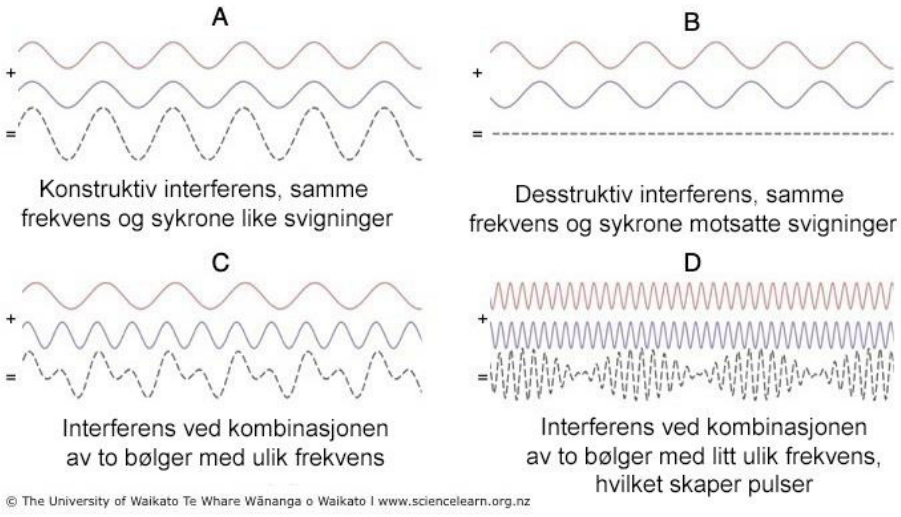
Her eksemplifiseres kompleksiteten i det elektromagnetiske feltet i reelle situasjoner og det vises store tekniske konsekvenser som kan følge.

Jo flere kilder og jo flere frekvenser som finnes på samme sted, jo mer komplekse blir energifeltene i omgivelsene, og jo større muligheter skapes for ulike former for *interferens* (gjensidig påvirkning/samspill).

To grunnformer for interferens er *konstruktiv interferens* og *destruktiv interferens*. De er enkelt illustrert Figur 28 som henholdsvis A og B, og viser hvordan to bølger adderes (A) når de er i samme fase, altså i takt, eller

nøytraliserer hverandre (B), fordi de er i motsatt fase. (C) og (D) viser mer kompliserte kombinasjoner.

Resonnementer rundt radioteknologi er ofte urealistisk forenklet, slik som i Figur 28 og i Figur 20. Figur 29 gir et *litt* mer realistisk bilde av interferens i praksis: Interferens mellom bølger fra flere kilder, her dråper i en vanndam. I møtene mellom bølgene oppstår konstruktiv og destruktiv interferens og *hotspots* i et temmelig uforutsigbart mønster. Mot land oppstår det *refleks*, noe som kompliserer bildet ytterligere.



Figur 28: Ulike former for interferens (kilde: Univ. of Waikato, NZ)

I realistiske situasjoner i by, eller f.eks. i en boligblokk med mange dimmere, LED-pærer, AMS-målere, refleks fra motstående bygninger og bygningssdeler, etc., vil det finnes mange kilder – med tilsvarende muligheter for interferens. Det vil også kunne oppstå små, meget lokale, *hotspots*.

Med flere kilder og deres overharmoniske blir altså bildet mer realistisk, men langt mer komplisert. Det vil være muligheter for større utslag og ikke minst mange ukjente pulser og frekvenser. Mønsteret blir også svært uforutsigbart. Det vil i praksis ikke være mulig å forutse, kartlegge eller måle seg fram til slik interferens på forhånd.

Ønsker man å redusere interferens i en slik situasjon, vil man i praksis få trinnvis fram – måle seg fram til kilder som avgir mest stråling, og fjerne/skjerme dem i tur og orden. Eller man gjør det som for de fleste er mer realistisk: fjerne de kilder man har kontroll over, og forsøke å skjerme mot resten.

En AMS-måler, og enhver annen elektronisk komponent som knyttes fast til strømnettet, representerer en kilde til radiobølger og skitten strøm som vil danne interferens på uforutsigbare måter med andre kilder i og utenfor huset. Man kan ikke fjerne dette på enkelt vis.



Figur 29: Interferens mellom bølger fra flere kilder, her dråper i vann, viser nær realistisk kompleksitet. Her oppstår konstruktiv og destruktiv interferens og «hotspots» og refleks. (Foto: Else Nordhagen 2019)

3.9 Å sende informasjon krever elektromagnetiske pulser

Her forklares hvordan informasjonsoverføring via radio rent fysisk er basert på pulsing og tilsvarer det som knyttet til strømledninger kalles *skitten strøm*.

Det finnes flere måter å kode informasjon inn i radiobølger på. For digital kommunikasjon, slik som for AMS-målere, benyttes *pulsmodulering*. Da kodes informasjonen i form av pulser, altså plutselige energivariasjoner i det elektromagnetiske feltet. Disse pulsene kommer med visse frekvenser som varierer med ulike kodingsteknikker. Frekvensene på pulsene er bestemt av kommunikasjonsstandarden som brukes (WiFi, 4G, Zigbee, o.l.) og av hvilke data som til enhver tid sendes.

En kommunikasjonsstandard angir *tre typer frekvenser*:

1. Det ene er frekvensen til radiobølgene som brukes, det kalles *bærebølgens grunnfrekvens*.
2. Den andre frekvensen er *pulsfrekvensen*, som angir «antall pulsluker per sekund». En pulsluke kan være fylt med en puls eller være taus som tilsvarer formidling av digital informasjon 1 eller 0.
3. I tillegg har de fleste teknologier en *fast frekvens for et kallesignal* som gjør at enheter i det trådløse nettet kan holde kontakten og ta kontakt med hverandre når de vil (engelsk: «beacon», dvs. «fyrtårnsignal»). Dette er den tredje typen frekvens. F.eks. har vi sett at WiFi har et kallesignal på 10 Hz.

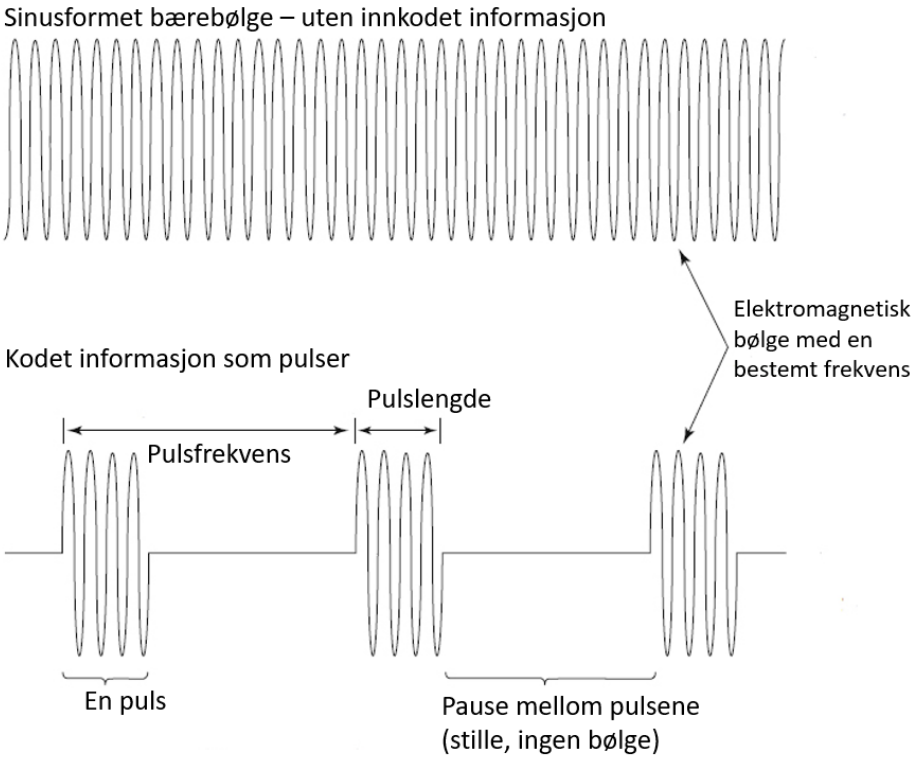
Alle enheter i samme trådløse nettverk bruker samme bærefrekvens(er). Dette er standardisert, og regulert og kontrollert av myndighetene (NKOM, for AMS-målere gjennom fribruksforskriften).

Videre er *pulsfrekvensen* og *kallesignalet* også helt essensielle for at enhetene skal kunne kommunisere med hverandre, så derfor er også disse strengt standardisert – ikke av myndighetene, men av næringen gjennom såkalte «industristandarder», eller gjennom tekniske løsninger som er egne for en produsent, f.eks. AMS-målerprodusenten Aidon, som sender et kallesignal hvert ca. 0,6 sekund døgnet rundt.

Variasjonen i pulsfrekvenser innenfor en bestemt type trådløst nett er derfor skapt av de data som sendes – utenom disse strengt standardiserte og forutsigbare signalene. Variasjonen skapt av dataene som sendes, vil

være avhengig av hva som sendes og derfor i stor grad *stokastisk* – altså *tilfeldig og uforutsigbar*.

Med et oscilloskop kan man se bærebølgen uten informasjon som jevne *bølger med sinusform*. Se Figur 30: Øverst i figuren er det en idealisert framstilling av en bærebølge slik den ville framstå om den ble sendt kontinuerlig – og uten kodet informasjon. Nederst er en idealisert framstilling av pulser som inneholder den kodede informasjonen som skal overføres. Man ser at hver puls kan inneholde én eller flere bølger, og at det er opphold mellom hver puls som koder informasjonen: Bærebølgen sendes ikke, fordi den ikke trengs.



Figur 30: Øverst: idealisert framstilling av en bærebølge. Nederst: idealisert framstilling av pulser med informasjonsinnhold. Her med tre pulser som formidler samme digitale verdi.

Av Figur 30 nederst kan vi se at enhver utregning av eksponering utfra *gjennomsnittlig intensitet over tid*, vil bli preget av de mange pausene: Gjennomsnittet vil bli lavt. Strålingen vil dermed bli regnet som svært svak,

selv om pulsene er sterke. De vil ikke gi oppvarming. ICNIRP bruker gjennomsnitt over tid som beregningsmåte for å beregne skadepotensialet.

Med mange sendere i omgivelsene har vi rundt oss en kakofoni av ulike signaler med ulike grunnfrekvenser og pulsfrekvenser. Figur 31 viser en praktisk situasjon i en norsk by – Stavanger:

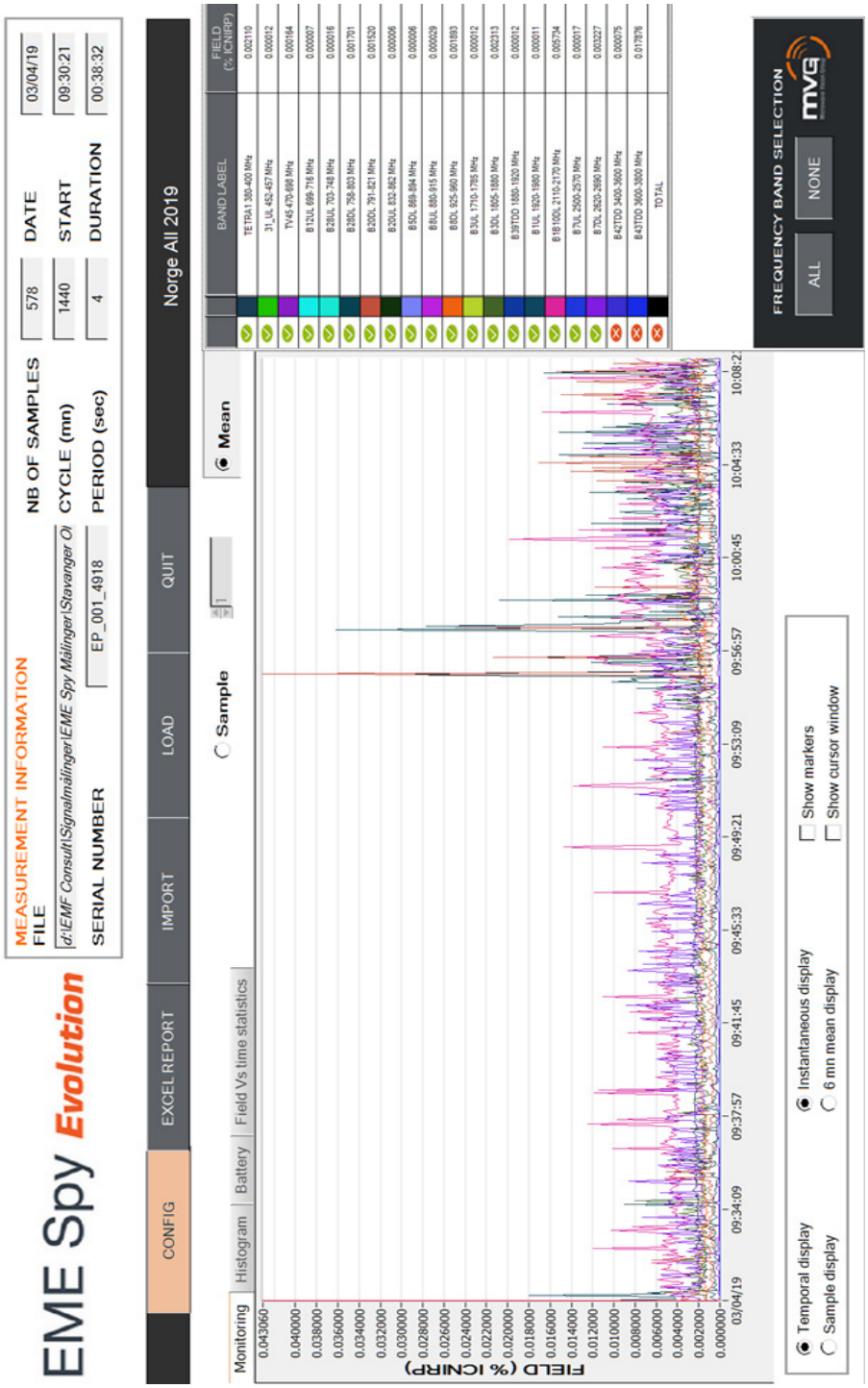
Vi ser en rekke ulike signaler ved ulike frekvenser som kommer fra en rekke kilder (listet til høyre i bildet) i omgivelsene. De ulike bærebølgene er angitt med ulike farger. Registreringen er gjort over ca. 40 minutter (vannrett akse). Loddrett akse viser intensiteten (strålingens «styrke») som prosent av ICNIRPs retningsgivende verdier for beskyttelse mot oppvarmings-skader: Vi ser at utfra en slik måling er strålingen neglisjerbar.

Vi ser pulsene med høyest energi som spisser som stikker opp. Vi ser også at dersom man letter etter mønstre, vil man antakelig finne en del pulsmønstre som går igjen.

For å lete etter pulsfrekvenser som går igjen, bruker man Fourier-analyse. En slik analyse er vist på s. 108 (figurene 27 og 28) i

> Ref. 149: Advokatfirmaet Erling Grimstad AS og Einar Flydal: Smartmålerne, jussen og helsa, Z-forlag, 2018

Der kan man se at visse frekvenser som er funnet å endre gjennomtrengeligheten til kollagen-molekyler, og dermed påvirker stoffskiftet og nevronenes signalering, ble funnet i 4G-mobilsignalering. De samme frekvensene må man forvente å finne igjen også i annen mikrobølget signalering som følge av informasjonen som sendes. Påvirkningen skjer selv ved særdeles lave intensiteter, og pulsene har svært høy gjennom-trengningsevne (*Broullioun-forløpere,* pkt. 3.7).



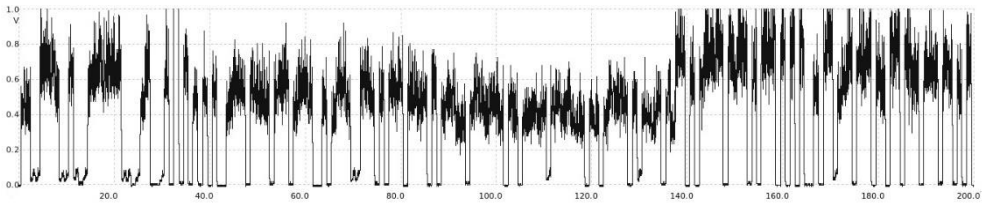
*Figur 31: Ulike frekvenser og signalstyrker (i % av ICNIRPs retningsgivende verdier, dvs. norske grenseverdier – **Stavanger** (måling: EMF-Consult AS)*

131

3.10 Digital radio – brå, korte pulser og skurer

Her forklares mer om hvordan informasjonsoverføring via radio er koplet til pulsing og skitten strøm, og nyere teknologier gir større problemer.

Nyere digital trådløs kommunikasjonsteknologi benytter seg av svært brå og sterke energivariasjoner. De har gjerne form av meget korte pulser eller pulsskurer med pauser imellom. Slik utforming gir rask overføring av større datamengder. (Figur 32)



Figur 32: LTE, dvs. 4G-kommunikasjon fra mobilmast. Vannrett: tid. Loddrett: intensitet. (Måling: Kim Horsevad)

Vi ser at på grunn av alle pausene i informasjonsoverføring, er gjennomsnittlig intensitet langt lavere enn pulstoppene.

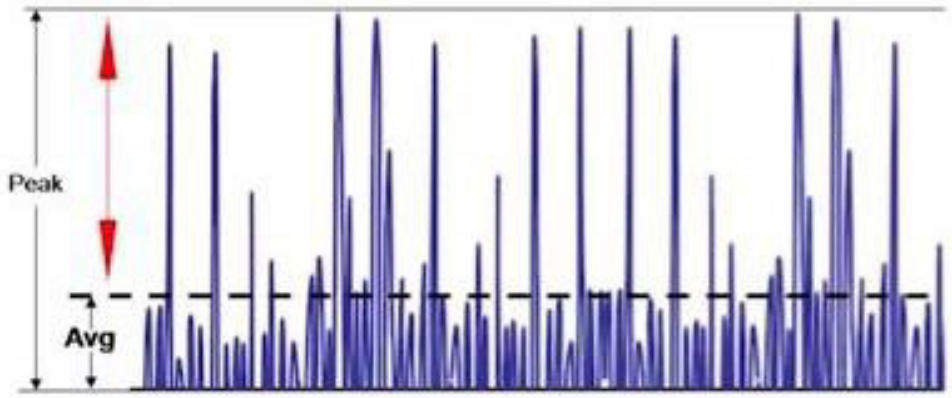
Et mål for forskjellen mellom energimengden i pulstoppene i forhold til den gjennomsnittlige energimengden i strålingen over tid angis gjerne som PAPR (Peak to Average Power Ratio), eller Crest-factor: Med dette betegnes energiforskjellen matematisk.

Figur 33 viser forskjellen mellom gjennomsnitt og pulstopper som en rød dobbeltpil. De blå søylene viser variasjonen i signalet. De høyeste pulsene har høyest energi («Peak»). Den stiplede linjen angir gjennomsnittsenergien over tid («Avg» står for «Average»: Gjennomsnitt).

PAPR (og Crest-factor) er med hensikt økt med utviklingen av stadig nyere generasjoner radiokommunikasjon: Det øker mengden data som kan overføres over tid og avstand. Det er derfor å regne med at PAPR (og Crest-factor) vil fortsette å øke framover, dersom dette ikke reguleres.

Dette betyr at vi er i en utvikling der pulsene stadig kommer tettere og blir bråere slik at det blir plass til flere.

Uten at vi har funnet fram til tall eller gjort målinger, tror vi det er rett å anta at kommunikasjonsteknologiene i dagens AMS-målere er kjennetegnet av langt kraftigere, brå pulser enn tidligere kommunikasjonsteknologier, og vi antar at vi her kan finne noen av forklaringene på den sterke biologiske reaksjonen som målerne framkaller hos en del personer.



Figur 33: PAPR (Peak to Average Power Ratio), eller «Crest-factor» angitt som rød pil.

Biosystemer er opp gjennom evolusjonsprosessen utviklet for å gjøre bruk av et stort mangfold av elektromagnetiske pulser og variasjoner som skapes i naturen. Se f.eks.

> Ref. 150: Zaporozhan, V., & Ponomarenko, A. (2010). Mechanisms of geomagnetic field influence on gene expression using influenza as a model system: basics of physical epidemiology. International journal of environmental research and public health, 7(3), 938–965. https://doi.org/10.3390/ijerph7030938, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2872305/

Dette gjelder også pulser fra værfronter. For en omfattende litteraturliste, se

> Ref. 151: Hans Baumer und Walter Sönning: Das natürliche Impuls-Frequenz-spektrum der Atmosphäre (CD-Sferics a.t.B.) und seine biologische Wirksamkeit, 2002 (47 sider, upublisert, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2017/03/baumersc3b6nning-das-natc3bcrliche-impuls-frequenzspektrum-der-athmosphc3a4re2002.pdf, referert i Advokatfirmaet Erling Grimstad AS og Einar Flydal: Smartmålerne, jussen og helsa, Z-forlag, 2018, Del 2, side 108.

Walter Sönning, medisinsk meteorolog, kartla sammen med Hans Baumer slike pulsmønstre fra værsystemer og deres innvirkning på biologisk materiale. Sönning er for lengst pensjonist. Han måtte slutte å forske innen dette feltet da URSI – FNs organisasjon for forskning på radio – kuttet finansieringen av hele dette forskningsfeltet rundt 1998, da det stadig ble tydeligere at det var konflikt mellom dette feltets forskningsresultater og utviklingen av radiokommunikasjon.

Sönning gir uttrykk for stor bekymring over at utviklingen av radio-kommunikasjon stadig går i retning av signalering som imiterer naturens pulser som livet bruker som styringssignaler.

> Ref. 152: Sönning, Walter: ‚Wetterfühligkeit' und Elektrosensibilität, Forschungsbericht, Kompetenzinitiative e. V., 2013, https://kompetenzinitiative.com/wp-content/uploads/2019/08/ki_fb_soenning_wetterfuehligkeit_okt13.pdf
>
> Ref. 153: Private eposter til Einar Flydal, 2017 -2021

Sönning framholder at denne utviklingen i signalering skaper dyptgripende endringer i livets livsbetingelser og med nødvendighet derfor vil måtte ramme mange arter, også mennesker, med ulike slags helseplager og sykeligheter eller andre virkninger som følger av habitat-ødeleggelse.

Flere forskere som arbeider innen dette feltet, gir uttrykk for den samme bekymring knyttet til pulsenes likheter med naturlige pulser, og til at livet forstyrres også av andre sider ved EMF der menneskets bruk av EMF etteraper naturens reguleringssystemer. Eksempelvis framholder biologen Ulrich Warnke og mange andre biologer at de for lengst se slike virkninger avspeiles, blant annet i artstap, ved at de arter som i størst grad bruker EMF til å orientere seg, dør ut først.

Her gis noen få noenlunde lett tilgjengelig kilder med mange videre referanser:

> Ref. 154: Warnke, Ulrich: Bees, birds and mankind - Destroying Nature by 'Electrosmog', 2009, http://www.naturalscience.org/wp-content/uploads/2015/01/kompetenzinitiative-ev_study_bees-birds-and-mankind_04-08_english.pdf

Ref. 155: Panagopoulos, Dimitris J. & Balmori, Alfonso: On the biophysical mechanism of sensing atmospheric discharges by living organisms, Science in the Total Environmment 599-600 (2017) 2026-2034

Ref. 156: HANNA ROTHKAEHL, NATALY IZOHKINA, IGOR PRUTENSKY, SERGEY PULINETS, MICHEL PARROT, GEORGYI LIZUNOV, JAN BLECKI and IWONA STANISLAWSKA: Ionospheric disturbances generated by different natural processes and by human activity in Earth plasma environment, ANNALS OF GEOPHYSICS, SUPPLEMENT TO VOL. 47, N. 2/3, 2004

3.11 Skitten strøm – ukjente pulsfrekvenser, pulslengder, styrke og PAPR

Her forklares hvordan skitten strøm og radiokommunikasjon er i høy grad uforutsigbar med tanke på interferens – både teknisk og biologisk.

Trådløs kommunikasjon er strengt regulert av myndighetene og sterkt standardisert. Derfor går det an å vurdere egenskapene til det elektromagnetiske feltet i forhold til parametere som bærebølgefrekvens, pulsfrekvenser, kallesignalfrekvenser og PAPR. Man kan dermed tegne seg et bilde av de elektromagnetiske forholdene rundt et trådløst nett.

En viktig grunn til regulering og standardisering er nettopp at man ønsker å unngå forstyrrelser (interferens) mellom ulike trådløse teknologier.

De frekvensene som dannes av pulser som koder informasjon, er derimot langt mindre forutsigbare: De avhenger av informasjonen som overføres.

Skitten strøm forholder seg derimot i langt mindre grad til reguleringer eller standarder: For eksempel fins det ikke EMC-reguleringer for skitten strøm ved frekvenser lavere enn 150 kHz, mens en rekke frekvenser det er godt påvist har biofysisk virkning, ligger nettopp lavere enn 150 kHz, f.eks. frekvenser som endrer kollagenmolekylets gjennomtrengelighet og dermed påvirker stoffskiftet, nervesignalering, m.m.. Disse ligger i området 4, 6, 8, 10, 12 og 28 kHz.

Ref. 157: Hans Baumer und Walter Sönning: Das natürliche Impuls-Frequenz-spektrum der Atmosphäre (CD-Sferics a.t.B.) und seine biologische Wirksamkeit, 2002 (47 sider, upublisert, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2017/03/baumersc3b6nning-das-natc3bcrliche-impuls-frequenzspektrum-der-athmosphc3a4re2002.pdf, referert i Advokatfirmaet Erling

Grimstad AS og Einar Flydal: Smartmålerne, jussen og helsa, Z-forlag, 2018, Del 2, side 108.

Skitten strøm som er biofysisk aktiv vil derfor lett slippe gjennom CE-sertifisering o.l. og vil kunne ha ulike bærebølgefrekvenser, pulsfrekvenser og styrker på pulsene, for bare å nevne noen få eksempler på mulig variasjon.

Når man ikke vet noe om skittenstrømmen som vil forekomme i et gitt tilfelle, er det umulig å forutsi egenskapene i detalj. Når man i tillegg står overfor flere samtidige radiokilder som påvirker hverandre, blir det umulig å på forhånd å vite noe om de elektromagnetiske forholdene i et hus, ved en sitteplass eller en seng. Det må eventuelt måles – og måles over tid og på ny når det skjer endringer i hva som er tilkoplet, på- eller avslått i huset, evt. i nærområdet. Kompleksiteten er altså urimelig stor å hanskes med for folk flest, og urimelig stor også for spesialister.

3.12 Skitten strøm skaper betydelige samfunnsproblemer

I senere år har moderne husholdninger etter hvert fått mange ulike kilder til skittenstrøm, og disse kan enkeltvis eller samlet – gjennom påvirkninger og samspill (interferens) – skape problemer.

Over har vi nevnt en rekke eksempler på elektronisk utstyr som skaper skitten strøm, og som nå finnes i de fleste hjem. Her skal nevnes noen eksempler på at problemet skitten strøm er et omfattende problem som ikke bare gjelder de enkelte husholdninger, men også samfunnet i som helhet:

Spesielt *solcellepaneler* skaper store problemer ved at de gjennom skittenstrøm skaper sterke elektromagnetiske signaler som forstyrre lisensiert trådløs kommunikasjon. Her er noen dokumenterte tilfeller som viser at skittenstrøm fra solcellepaneler kan gi stråling på samme frekvenser som mobiltelefoner og ulovlig forstyrre forsvarets, telekom-selskapenes og luftfartsverkets lisensierte frekvenser:

Ref. 158: Därför stör solcellerna, El-installatören, 4. mai 2020, https://www.elinstallatoren.se/innehall/nyheter/2020/maj/darfor-stor-solcellerna/:

«Därför stör solcellerna, EMC, elektromagnetisk kompatibilitet, är en produkts förmåga att fungera i sin omgivning utan att sprida oacceptabla störningar. Före 2019 fick Elsäkerhetsverket aldrig några klagomål om EMC-problem från solcellsanläggningar. Men ifjol dök tio anmälningar plötsligt upp från olika platser i landet. Ytterligare ett antal personer hörde av sig på mail och telefon. … Förutom Telia är det främst radioamatörer som plötsligt har fått problem efter att grannar – eller de själva – har installerat solceller på villatak. I några fall är störningarna förhållandevis kraftiga trots att solcellsanläggningen finns flera hundra meter bort. … Både optimerare och växelriktare kan vara potentiella störkällor. Optimerare innehåller dc/dc-omvandlare, medan växelriktare har dc/ac-omvandlare. Att sådan switchad kraftelektronik kan ge upphov till spänningsstörningar är väl känt.

Kruxet i en solcellsanläggning är att spänningsstörningarna kan smita ut på de långa dc-kablarna, som i sin tur kan fungera som oavsiktliga sändarantenner. De kan skicka ut oönskade radiosignaler på frekvensband som används av mobiloperatörer och försvaret såväl som radioamatörer och rundradion.

Vissa komponenter sprider störningar trots att de följer gällande EMC-standarder. … En annan svårighet är att EMC-labben testar en produkt i taget, medan en solcellsanläggning kan ha tiotals optimerare. Den sammanlagda störningen kan då bli betydligt högre.»

De tekniske standardene er ikke egnet til å hindre skadelig interferens fra solcellers strømomformere på vital inforastruktur:

Ref. 159: Per-Ove tvingades ta ner solcellerna: ”De stör”, El-installatören, 04. mai 2020, https://www.elinstallatoren.se/innehall/nyheter/2020/maj/per-ove-tvingades-ta-ner-solcellerna-de-stor/

«– Problemet är att tillverkarna har deklarerat sina produkter mot en EMC-standard som egentligen inte är speciellt lämpad för solcellsprodukter, säger Henrik Olsson. … Mobiloperatörer, Försvarsmakten, Luftfartsverket och radioamatörer – allt fler klagar på störande solceller. … Han bläddrar fram ett mail från

Försvarsmakten, som förklarar att produkter på den svenska marknaden orsakar radiostörningar: ”Radiostörningarna beror framför allt på den antennslinga som bildas vid installation mellan solcellspanelerna, optimizers/microninverter och/eller växelriktare.”»

Radiostøy fra solcelleanlegg forstyrrer mobiltrafikken:

Ref. 160: Telia: ”Ingen tvekan att solcellerna sprider störningar", El-installtören, 04. mai 2020, https://www.elinstallatoren.se/innehall/nyheter/2020/maj/mobilnatschefen-ingen-tvekan-att-solcellerna-sprider-storningar/:

«Telias mätningar visar att det finns radiostörningar på platsen, som dyker upp på morgonkvisten och avtar vid skymningen. Under dygnets mörka timmar försvinner de helt. … Mobilnettsjef på Telia: Han beskriver situationen som bekymmersam. – Vi har blivit tilldelade de här radiofrekvenserna för att kunna driva mobilnätet på ett säkert sätt med hög kvalitet för kunderna. ”Störningarna i Mörby är ingen engångsföreteelse. Det här kommer att ske på många ställen framöver, och det krävs en lösning.” De här frekvenserna får absolut inte störas.»

Radiostøy fra solcelleanlegg forstyrrer radiotrafikken for fly:

Ref. 161: Luftfartsverket: Inga solceller inom 3 km, tack, El-installatören, 4. mai 2020, https://www.elinstallatoren.se/innehall/nyheter/2020/maj/luftfartsverket-inga-solceller-inom-3-km-tack/:

« Solceller kan störa flygradio, enligt Luftfartsverket som vill ha skyddsavstånd. – Våra frekvenser klassas som livsviktiga. Luftfartsverket, LFV, oroas av utbyggnaden av solcellsanläggningar. Så här skrev myndigheten i början av mars i ett informationsbrev till 17 svenska flygplatser: ”Det står i dagsläget klart att störningar från solenergianläggningar kan innebära skadlig påverkan på flygledningsradio”. Därför vill myndigheten se ett skyddsavstånd på tre kilometer mellan solcellsanläggningar och luftfartens flygledningssystem.»

Også **ladesystemer for el-biler** og annen bruk av strøm i husholdningene skaper kraftig skittenstrøm, mens ekspert som tar dette opp, får på pukkelen:

> Ref. 162: "Jag fick kritik när jag sa att elfordon sprider störningar på elnätet", El-installtören, 07. januar 2020, https://www.elinstallatoren.se/innehall/nyheter/2020/januari/jag-fick-kritik-nar-jag-sa-att-elfordon-sprider-storningar-pa-elnatet/:
>
> «Elkvalitetsexperten Donald Andersson fick mothugg när han pekade ut elfordon som störningsspridare. Nu säger han att problemen ökar – och inte enbart från elfordon. … Men jag tycker absolut att störningsproblemen eskalerar. Övertoner sprids inte bara från elbilar utan även från dåliga led-drivers, solcellsanläggningar och värmepumpar. Sedan adderas övertonerna i elanläggningen, säger Donald Andersson»

Uventede interferensproblemer skapt av skitten strøm:

> Ref. 163: Sarah vet varför hårtorkar startar mitt i natten, El-installatören, 27 mars 2017, https://www.elinstallatoren.se/innehall/nyheter/2017/mars/sarah-vet-varfor-hartorkar-startar-mitt-i-natten/
>
> «Nya elektronikprylar ger nya störningar som elnätet måste stå pall för. Forskarna i Skellefteå tar reda på hur. … Ta till exempel en familj som sätter upp solceller på villataket och en elbilsladdare i garaget. De kopplar in solcellernas växelriktare på en av husets faser, precis som många villaägare gör. Då höjs spänningen på den fasen när solen tittar fram, och panelerna börjar producera el. Men vad händer om familjen samtidigt kopplar in elbilen på laddning på en annan fas? Och grannen gör likadant? Och grannens granne också? Blir obalansen för stor kan annan utrustning som är ansluten till elnätet ta skada.»

Overharmoniske fra el-biler kan utløse brann i TV, stereoanlegg, m.m.:

> Ref. 164: Övertoner från elbilar bortglömd risk för tv:n och armaturer: "Kan fatta eld", El-installatören, 12. mars 2020, https://www.elinstallatoren.se/innehall/nyheter/2020/mars/overtoner-fran-elbilar-bortglomd-risk-for-tvn-och-armaturer-kan-fatta-eld/

«Elingenjör Lars Hoffman på elbilstillverkaren Nevs berättar om hur multiplar av 50 hertz söker sig till kondensatorer i till exempel armaturer, stereoanläggningar och tv-apparater. …»

Overharmoniske ødelegger strømkvaliteten i nettet:

Ref. 165: Maria Lindberg: Elkvalitet och störningar i samband med laddning av kommunens elbussar på laddningsplatserna Röbäck och Carlshöjd, Examensarbete för civilingenjörsexamen i energiteknik, Umeå universitet, mai 2016, http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:932580/FULLTEXT01.pdf:

Også **på sykehus** har man problemer med skittenstrøm som forstyrrer de ulike apparatene og instrumentene de bruker:

Ref. 166: EMC-problem på sjukhus: ”Vårdpersonalen har nog vant sig”, El-installatören, 03 november 2017, https://www.elinstallatoren.se/innehall/nyheter/2017/november/emc-problem-pa-sjukhus-vardpersonalen-har-nog-vant-sig/:

«Risken att mätutrustning störs verkar finnas överallt men får tyvärr inte så mycket uppmärksamhet. En orsak är nog att vårdpersonalen har vant sig vid problemen och tar till olika knep för att hantera dem. De kanske drar ur sladden till sänghissen, flyttar en lampa eller ber patienten att hålla handen på sängramen av metall. Att undersökningar måste göras om verkar också vanligt. Det ökar arbetsbelastningen och kostar stora pengar, säger Martin Lundmark. … Sjukhusen använder allt bättre och känsligare instrument. Men eftersom många mätutrustningar är väldigt högohmiga kan även små störspänningar från nätspänningen ge besvärliga störningar. Leverantören testar visserligen sina produkter, men testerna görs på labb och inte i verkligheten ute på sjukhusen bland alla apparater. Dessutom använder sjukhusen allt mer energisnål teknik som bland annat hackar upp nätspänningen och därigenom skapar störningar. Det rör sig exempelvis om varvtalsstyrda hissar och fläktar, laddare till telefoner och energi-snåla armaturer, säger Martin Lundmark.»

Det er dermed klart at det finnes uendelige kilder til skittenstrøm i vår moderne verden og spesielt mange av «de grønne teknologiene» er klare kilder til skittenstrøm som til dels kan være kraftig.

Andre kilder kan være til dels svært mye svakere, men avhengig av plassering og forhold i omgivelsene kan også disse både forsterkes og spres over store avstander. Slike svakere kilder kan være AMS-målere som sprer skittenstrøm over hele huset og hvor plasseringen i et sikringsskap og andre forhold i huset kan forsterke skittenstrømmen.

3.13 Behovet for å redusere stråling og skitten strøm har vært kjent lenge

Radiofrekvent stråling og skitten strøm kan reduseres ved en rekke tekniske tiltak. De mest generelle og effektive tiltakene er å fjerne kildene, dempe sendestyrken (effekten), skjerme mot eksponering med ulike materialer (blyplater, grafittmaling, tekstiler av sølv- eller ståltråd, m.m.), bedre jording, og øke avstanden til kilden.

Men skitten strøm, og dermed også strålingen i det elektriske feltet, kan dempes eller fjernes ved en rekke andre tiltak. *Primært bør utstyr konstrueres med tanke på å redusere skitten strøm*, i stedet for at det skal være nødvendig å fjerne den i etterkant, som både er dyrere, vanskeligere, og stort sett ikke vil bli gjort fordi så få har kjennskap til problemet og kompetanse til å gjøre noe med det..

Tiltak for å reduser skitten strøm gjennom produktdesign og produksjon, omtales ikke videre her. Men vi nevner at våre tekniske tester (referanser følger nedenfor) viser at Aidon- og Kamstrup AMS-målere avgir skitten strøm som gjør det forståelig at mange personer reagerer på målerne, selv uten radiosendere.

Noen tiltak kan skje ved *utforming av boliger eller ved ombygginger*. Her er noen veiledninger fra svenske bygningsmyndigheter som nå er utgått fra distribusjon, men som vi har fått tilgang til fra Boverkets arkiv, og gjort tilgjengelige for lesning på https://einarflydal.com/les-svenske-boverkets-utgatte-veiledninger-om-el-miljo-i-boliger-her/:

> Ref. 167: Förbättrad elmiljö vid nybyggnad – Furiren 3 i Kristianstad. (PDF) BOVERKET 1998, ISBN 91-7147-497-8. 36 sider
>
> Ref. 168: God elmiljö från början – Erfarenheter från konsultbranschen. (PDF) BOVERKET 1998, ISBN 91-7147-481-1, 34 sider

Ref. 169: Förbättrad elmiljö – åtgärder för att minska elektriska och magnetiska fält i bostäder (PDF på cirka 6MB). BOVERKET 1998, ISBN 91-7147-503-6. 44 sider

Ref. 170: Omfattande elsanering – Åtgärder för att minska elektriska och magnetiska fält i bostäder. (PDF) BOVERKET 1998, ISBN 91-7147-508-7. 40 sider

Det fins også annen omfattende litteratur om hvordan man skal redusere elektriske felt, stråling og skitten strøm. Her nevnes noen få eksempler.

Ref. 171: EMF Consult AS: EMF Beskyttelse - Elektromagnetiske felt og stråling - Hva bør du vite, og hva kan du gjøre?, PDF, EMF Consult AS, rev. 03.2, 2019, sidene 30 – 37, https://emf-consult.com/wp-content/uploads/2020/07/E-bok-EMF-Beskyttelse-rev-03.2.pdf

Ref. 172: Forshufvud, Ragnar: Bostad och hälsa, en praktisk handbok för ett sundare hem, Mimers brunn, 1998. NB! Denne boka dekker ikke skitten strøm fra moderne elektronisk utstyr. Tilleggsnotater til boka må tas med for å mer oppdatert informasjon: http://www.eloverkanslig.se/pdfer/Komplement_Bostad-Halsa.pdf

Eksempler på andre kilder til litteratur om skitten strøm:

Ref. 173: https://ehtrust.org/reducing-exposure-to-magnetic-electric-fields-and-electromagnetic-interference-in-your-home/

Ref. 174: Leslie A. Geddes & Rebecca A. Roeder: Handbook of Electrical Hazards and Accidents, second edition, Lawyers & Judges Publishing Company, Inc., 2006 [f.eks. s. 24]

I denne litteraturen framheves blant annet *dobbeltisolert elektrisk utstyr* uten jording, *jordfeil* og *dårlig jording* som viktige årsaker til at skitten strøm fra større eller mindre kilder, fra melkemaskiner i fjøset til moderne elektronikk i boligen, som ikke blir ledet vekk, fører til *helseproblemer*.

4. El-anlegg i bolig, EMF, skittenstrøm, AMS-målere og filtrering

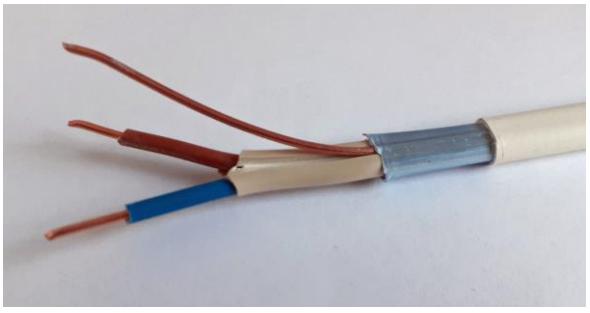
I denne delen skal vi – med vekt på det tekniske – gjøre rede for:

- **hvordan elektriske anlegg skaper elektriske og magnetiske felt**
- **hvordan elektriske og magnetiske felt skaper strømmer i mennesker**
- **hvordan manglende skjerming og dagens ledningsnett i hus gjør de elektriske feltene i huset sterkere**
- **hva støyspenninger på strømnettet er, flere ulike typer**
- **kilder til støyspenninger**
- **hvordan moderne elektrisk utstyr, inkludert AMS-strømmålere, skaper mye støyspenninger**
- **grenseverdier og standarder for elektrisk støy - EMC (Electromagnetic Compatibility)**
- **måling av støyspenninger på en Aidon og en Kamstrup AMS-strømmåler, og testresultater**
- **i hvilken grad biologiske virkninger er å forvente**

Det er noe overlapp i denne delen med innholdet i Del 3, men det gjør at denne delen kan leses som en mer selvstendig «teknisk» del.

4.1 Elektriske anlegg har elektriske og magnetiske felt

Det elektriske anlegget i en bolig er normalt en kilde til utstrålte elektriske, magnetiske og elektromagnetiske felt. Disse feltene er områder rundt ledninger og elektriske apparater hvor alt, herunder mennesker, innenfor området blir utsatt for og påvirket av elektrisk og magnetisk kraft. De tre ulike feltene kan beskrives hver for seg, men påvirker samlet.



Figur 34: Skjermet kabel med jordingsledning (kobber) og skjermings-kappe av aluminium. Brukes der ledningene legges synlig – og kan brukes til å trekke om ledninger i skjulte anlegg for å få skjermet dem.

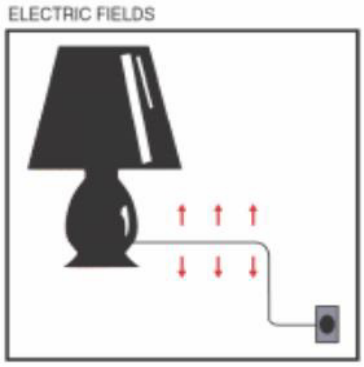
Den vanligste typen elektrisk anlegg i norske boliger benytter uskjermede enkeltledere (PN) og ligger skjult i veggene i plastrør. Det bidrar til at de elektriske feltene blir ekstra sterke. Åpne elektriske installasjoner utenpå vegg utføres med skjermede ledninger (PR), se bildet. De har gjerne noe lavere elektrisk felt dersom beskyttelseskappen i ledningene er koblet til jord.

Elektriske og magnetiske felt skaper svake elektriske strømmer og felt i kroppen gjennom *induksjon* og *kapasitans*. Dette kan påvises og måles.

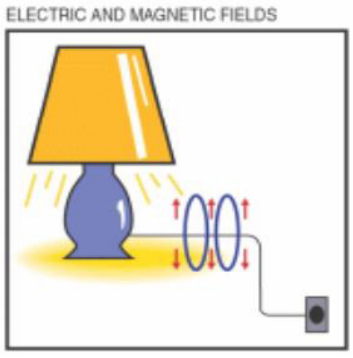
> Ref. 175: EXTREMELY LOW FREQUENCY FIELDS, Environmental Health Criteria 238, WHO, 2007, https://www.who.int/peh-emf/publications/Complet_DEC_2007.pdf

- *Induksjon* er definert som at det skapes elektrisk strøm i en leder ved påvirkning fra et magnetfelt, eller fra elektrisk strøm som går i en annen leder. Et kjent eksempel er virkemåten til en induksjonsovn.
- *Kapasitans* er en betegnelse for den evnen et elektrisk system eller ledende legeme har til å oppta, altså «bygge opp», en elektrisk ladning.

4.1.1 Elektriske og magnetiske felt

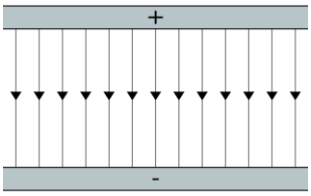


Elektriske felt skapes så snart strømmen er tilkoplet, selv om apparatet er slått AV.



Magnetfelt er kun til stede når det går strøm i ledningene, dvs. når apparatet er slått PÅ. Når det går strøm i ledningen, har vi både elektriske felt og magnetfelt.

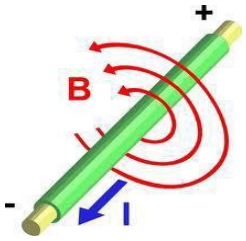
Elektriske felt oppstår der det er *spennings-forskjeller*, som mellom de to platene til høyre. Det er elektriske felt rundt alle ledninger som er spenningssatt (koblet til strøm).



Et elektrisk apparat som er tilkoblet strømnettet, vil være omgitt av et elektrisk felt selv når apparatet er avslått og det ikke går strøm igjennom det. Styrken på feltet øker når spenningen øker.

Elektriske felt måles i Volt per meter (V/m). - Elektriske felt kan relativt enkelt skjermes.

Magnetiske felt oppstår når elektriske ladninger i en leder (ledning) er i bevegelse, dvs. at det går strøm i ledningen.



Størrelsen på magnetfeltet er avhengig av strøm-styrken, og feltet øker når strømmen gjennom lederen øker. Ved apparater som er avslått, er det derfor ikke noe magnetfelt.

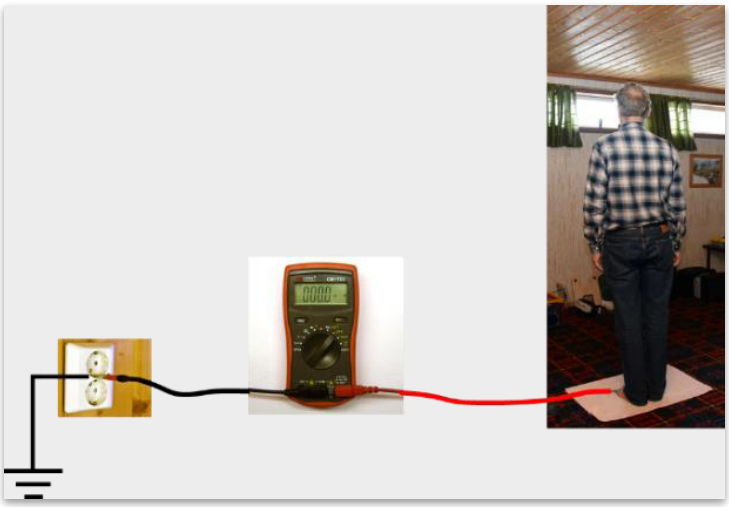
Magnetfelt måles i tesla (T). Dette er en såkalt «stor enhet», derfor er det vanlig å angi magnetfelt i mikro- eller nanoTesla (µT eller nT). Magnetfelt går gjennom de fleste materialer og er relativt vanskelig og kostbart å skjerme.

Skjerming av magnetfelt må gjøres med spesialmetaller og innkassing. En tekst der skjerming av magnetfelt er beskrevet i detalj, med målinger, og der det gis en del referanser om magnetfelt og helse, fins her:

> Ref. 176: Flydal, E: Slik fikk vi vekk magnetfeltet fra strømkabelen, bloggpost 02.03.2018, https://einarflydal.com/2018/03/02/slik-fikk-vi-vekk-magnetfeltet-fra-stromkabelen/

Rundt alle ledninger i boligen er det altså elektriske og magnetiske felt. I disse feltene vil det ofte være betydelige mengder med *høyfrekvent elektrisk støy*, som kan øke feltenes evne til å skape strømmer i kroppen. Slik støy er del av det som her i boka omtales som *skitten strøm*. (Denne støyen gir også opphav til et elektromagnetisk felt rundt ledningene, slik det er beskrevet i Del 3.)

Ved målinger av de elektriske feltene i en vanlig bolig er det ikke uvanlig å finne felt med en styrke på 60 V/m (volt per meter) i oppholdsområder. Dersom en person befinner seg i dette feltet, kan det måles at det går en strøm med en strømstyrke på ca. 0,6 µA (mikroampere) gjennom kroppen og til jord. På bildet i Figur 35 ser vi et oppsett som viser hvordan man med et multimeter kan måle strømmen som går gjennom kroppen: Man måler mellom metallplata og stikkontaktens jord.



Figur 35: Måleoppsett for å finne strøm indusert gjennom kroppen (fra forsøk gjort av siv. ing. Jostein Ravndal)

Jo sterkere felt man befinner seg i, jo mer strøm vil gå gjennom kroppen.

I strømnettet vårt endrer strømmen retning 50 ganger i sekundet (50Hz) og alt tilkoplet utstyr skaper større eller mindre endringer i strømmen, såkalt *elektrisk støy*. Jo høyere frekvens disse endringene i strømmen har, jo mer strøm vil gå gjennom kroppen:

De elektriske og magnetiske feltenes evne til å generere strømmer i kroppen, stiger altså proporsjonalt med frekvensen. Det innebærer at selv relativt svak elektrisk støy kan bidra til at mer strøm vil gå gjennom kroppen, dersom denne støyen har høy frekvens:

> Ref. 177: Frank de Vocht and Robert G. Olsen: Systematic Review of the Exposure Assessment and Epidemiology of High-Frequency Voltage Transients, Front. Public Health, 29 March 2016, https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00052
>
> «Det faktum at frekvensene er «høyere» er relevant, for ved ELF [Ekstra Lave Frekvenser] er amplitudene både til kapasitivt koplede strømmer og magnetisk induserte spenninger proporsjonale med

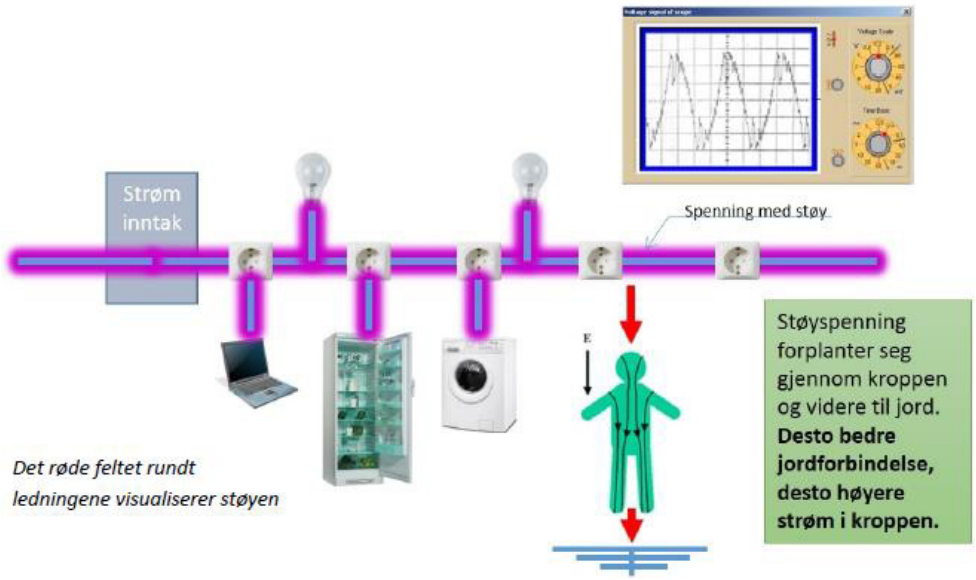
frekvensen. Følgelig kan høyere frekvensfelt med mindre amplitude skape de samme spenninger og/eller strømmer som lavere frekvensfelt med større amplituder.»

I en vanlig bolig kan det være mange kilder til magnetfelt. Alle steder det brukes mye strøm, f.eks. til oppvarming, kan det bli sterke magnetfelt. Eldre type én-leder varmekabler kan være en betydelig kilde. Elektriske komfyrer er en annen kilde til sterke magnetfelt. Magnetfeltene vil generere strømmer i kroppen, og det blir skapt sterkere strømmer jo høyere støyfrekvenser det er i elektriske og magnetiske feltet.

Magnetfeltets styrke er den samme inne i kroppen som utenfor. Derfor er magnetfelt ekstra problematiske. De har derimot lav oppmerksomhet som årsak til helse- og miljøproblemer.

4.2 Påvirkning fra de elektriske og magnetiske feltene

De fleste tenker ikke over at de påvirkes av de elektriske, magnetiske og elektromagnetiske feltene som er til stede i hvert eneste rom i boligen. Det er lett å tenke slik: – Vi har jo brukt strøm i over 100 år, så hvorfor er dette feltet plutselig et problem nå?



Figur 36: Vi har langt mer koplet til nettet enn før, nett overalt i huset, og det er dårligere skjermet. Det skaper sterkere felt og mer skitten strøm.

Disse feltene fra strøminstallasjoner er ikke et nytt helseproblem, men det elektromagnetiske miljøet i dagens boliger har faktisk blitt mye dårligere enn tidligere. En hovedgrunn er at vi har mye større elektriske Installasjoner nå enn tidligere og at vi bruker mer strøm. Vi har flere stikkontakter i hver bolig og dagens boliger og gjerne downlights overalt. Det betyr mer ledninger i vegger og tak.

Mens man i elektrisitetens barndom – og i Norge fram til 1960-tallet – la kablene i metallrør som skjermet nær 100%, trekkes det i dag hovedsakelig uskjermet ledning (PN) i plastrør i vegger og tak. Disse gir et mye større elektrisk felt enn metallrørene og de skjermede kablene (PR) som man brukte tidligere. I en vanlig bolig i dag er det derfor betydelige mengder elektriske, magnetiske og elektromagnetiske felt, og de dekker hele boligen.

Tidligere var det kun 230V IT-anlegg som ble installert i Norge. I dag bygges det ut med 400V TN-anlegg. TN-anlegg har høyere spenning og derav sterkere elektriske, magnetiske og elektromagnetiske felt. I tillegg fører TN-anlegg oftere til «vagabonderende strømmer», strømmer som går andre veier enn det de er ment, som «lekkasjestrøm» via vannrør og lignende. Slike vagabonderende strømmer kan være opphav til betydelige magnetfelt i hele boligen og i uteområdene rundt boligen.

4.3 Moderne elektrisk utstyr skaper mye støyspenninger

De fleste har i dag mye mer elektrisk utstyr i boligen enn tidligere, og de har elektrisk utstyr som skaper mye støy i nettet. Men til forskjell fra en AMS-måler, kan alt dette skrus av og koples bort fra nettet når man ønsker det.

Det er fortsatt en god del mennesker som bare bruker strøm til varme, lys og matlaging. De har på den måten bedre kontroll på mengden av elektrisk støy på strømnettet i boligen.

Alt tilkoplet utstyr lager støy på nettet, og en del moderne elektronikk lager svært mye støy. Støyen forplanter seg i det elektriske anlegget i hele boligen og ligger som en «høyfrekvent» komponent i det elektriske feltet

rundt ledningene og kan generere høyfrekvente magnetfelt og høyfrekvente elektromagnetiske felt.

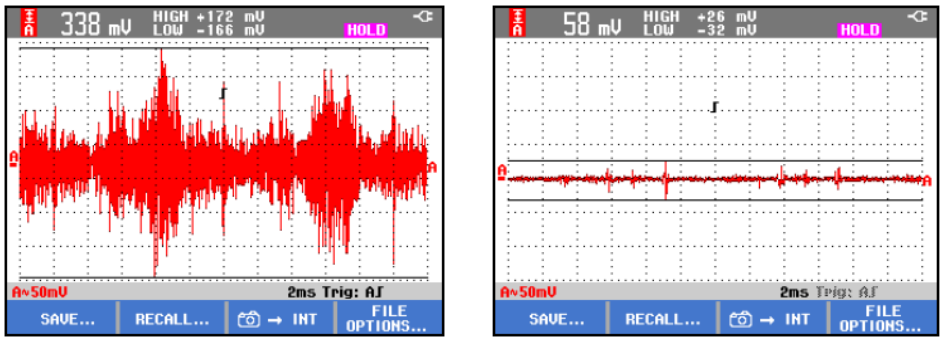
Elektrisk støy på strømnettet kan både komme fra kilder inne i boligen og fra kilder utenfor boligen, og er blitt et økende problem. Utfordringen med denne type støy er at den forplanter seg i det elektriske anlegget i hele boligen og stråler ut i de elektriske og magnetiske feltene og skaper elektromagnetiske felt i hele boligen.

4.4 Høyfrekvente støyspenninger på strømnettet

Moderne elektronikk skaper store og *høyfrekvente, sterkt varierende støyspenninger*. I omtalen av spenningsstøy i det følgende, omtaler vi samtidig *støyfilter* som kan brukes for å fjerne eller dempe slike støyspenninger.

En hovedkilde til store og høyfrekvente, sterkt varierende støyspenninger på strømnettet er moderne elektroniske strømforsyninger (SMPS: Switched Mode Power Supply) og tilsvarende mekanismer som trekker ut strøm fra nettet «i små raske biter». Ved hver slik belastning skapes det skarpe pulser (*transienter*).

Spenningsstøy, en variant av det som med en samlebetegnelse kalles for *skittenstrøm*, kan normalt blokkeres eller dempes med støyfilter. Mer om dette seinere i denne delen.

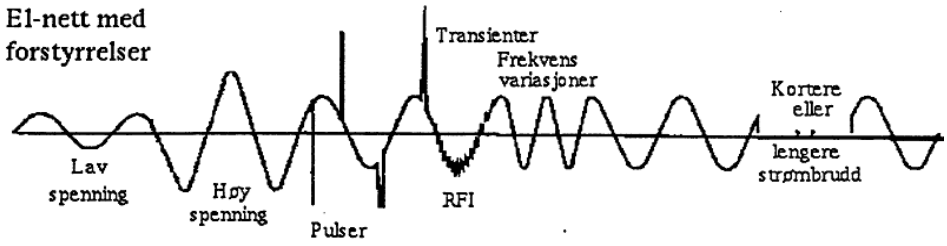


Figur 37: Til venstre: Støy på et elektrisk anlegg, også kalt skitten strøm. Til høyre: samme anlegg der støyen er redusert ved bruk av støyfilter.

4.5 *Forskjellige typer støykilder på strømnettet*

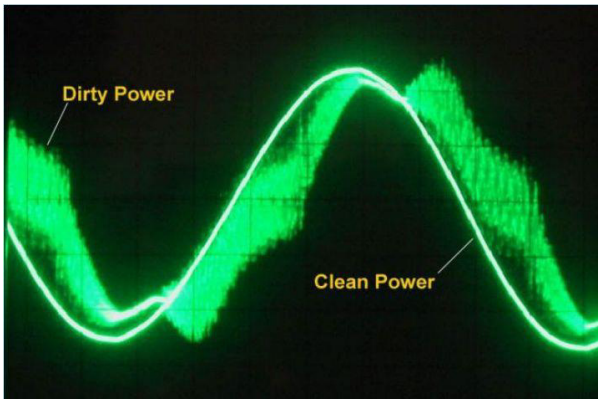
Høyfrekvent støy og transienter som «ligger oppå» 50 Hz kalles *spennings-støy*, ofte også bare *skitten strøm*, eller *elektromagnetisk interferens* (EMI). EMI er en fellesbetegnelse på en lang rekke fenomener som spenner fra ledningsbundet lavfrekvent støy til høyfrekvent radiofrekvent støy (stråling) i kHz og MHz området.

Figur 39 illustrerer forskjellige former for ledningsbunden støy som kan forekomme på strømnettet: Kortere eller lengre strømbrudd, frekvens-variasjoner og lav eller høy spenning er det bare nettselskapet som kan utbedre. Men de andre typene forstyrrelser er støy som du kan utbedre selv ved hjelp av støyfilter og andre tiltak. Se mer om det seinere.



Figur 39: Ulike typer ledningsbunden støy på nettet

Ren strøm synes på et oscilloskop som en jevn og ren sinuskurve. Figur 39 viser samtidig en ren sinuskurve fra 50 Hz strøm, og en måling av skitten strøm: Ledningsbunden støy endrer kurven til en «skygge» av høye frekvenser.



Figur 38: Skitten strøm og ren strøm vist på oscilloskop (bilde: Marcel Honsebeek, Electrosense)

4.6 Pulser og transienter

Pulser og *transienter* brukes gjerne som betegnelser på spenningsstøy med følgende kjennetegn:

- *Nettpulser* og *transienter* kan faktisk gå opp i flere hundre, ofte mer enn 1 000 volt. Pulsene «produseres» ofte lokalt, f.eks. når utstyr slås på/av («prelling»), eller av en dårlig kontakt («vakkel»), en motor som starter, et lysrør som tennes, termostater og releer som slår inn, osv. Transienter kan også forårsakes av lynnedslag.
- En skiller ofte mellom *lavenergipulser* – som typisk har en amplitude mindre enn 1 000 volt og med en varighet på mellom 10 nano-sekunder (nS) og 10 mikrosekunder (µS), og *høyenergipulser*, som har en amplitude på mer enn 1 000 volt og en varighet på mer enn 10 µS.
- Transienter er spenninger og strømmer av kort varighet, typisk mindre enn en halv bølgelengde og muligens av større amplitude enn den normale tilstanden.

Alle disse forstyrrelsene vil endre, enten legges til eller trekkes fra, den nominelle bølgeformen, altså sinuskurven.

4.7 Indusert radiofrekvent støy (RFI)

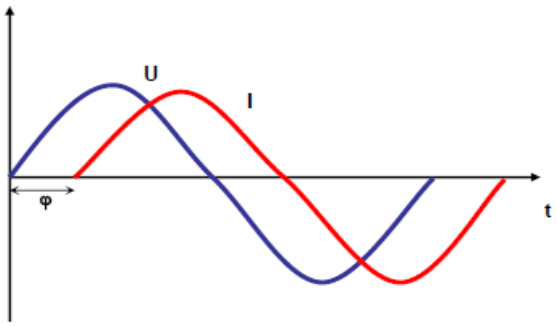
Høyfrekvent/radiofrekvent interferens (RFI) er en samlebetegnelse som omfatter overlagret støy som spenner over et vidt frekvensområde.

RFI kan oppstå på mange forskjellige måter. Synderne er ofte elektriske motorer med børster, radio- og radarsendere, CD-drivverk, svitsjede kraftforsyninger (SMPS), høyspentlinjer, osv.
Et problem er at *alle elektriske kabler fungerer som en mottakerantenne for radiosignaler*. El-nettet kan derfor betraktes som en gigantisk mottaker-antenne som leder radiosignalene rett inn ditt elektriske anlegg.
Et stort problem med RFI er at denne elektriske støyen like gjerne følger skjermingslagene i en kabel, som selve lederne eller jordingen.

4.8 *Harmonisk støy*

Normale lineære laster

Så lenge strømuttaket (kalt "lastene") er lineært (dvs. jevnt), vil strøm- og spenningskurven være perfekt sinusformet.



Figur 40: Strøm og spenning ved en induktiv lineær last, hvor φ er faseforskyvningen

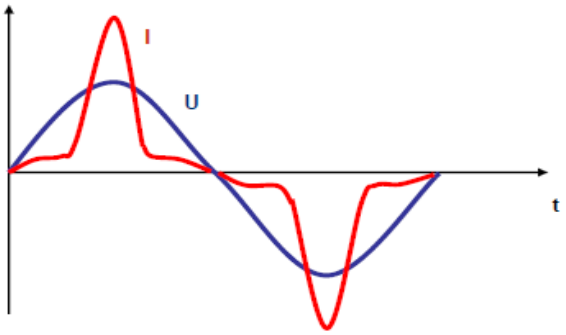
Slike laster vil være motstander, spoler og kapasitanser.

Kilder som varmeovner og vanlige glødelamper er et typisk eksempel på en slik last. De kalles *ohmske kilder*, side de fungerer ved å skape motstand.

Dette var normaltilstanden i strømnettet inntil for et par tiår tilbake, da man begynte å utvikle elektrisk utstyr som skulle spare strøm ved å «hakke opp» strømmen, slik vi har nevnt at elektroniske ladere og sparepærer gjør. Da får vi *ikke-linjære laster*.

Ikke-lineære laster

Med ikke-lineære laster mener vi utstyr som ikke gir rent sinusformede strømmer. Eksempler på slikt utstyr er likerettere, invertere, frekvensomformere og forskjellige typer belysningsutstyr.



Figur 41: Eksempel på strøm og spenning ved ikke-lineære laster

I tillegg til å trekke strøm i grunnfrekvensen f (50Hz i Norge), vil det også trekkes strømmer i frekvenser som er multipler av f. Dette kalles *harmoniske strømmer*, siden de har frekvenser som danner de harmoniske («overtonene») til grunnfrekvensen.

For fysiske laster vil dette være oddetalls multipler (den tredje harmoniske, femte harmoniske, syvende harmoniske, osv.)

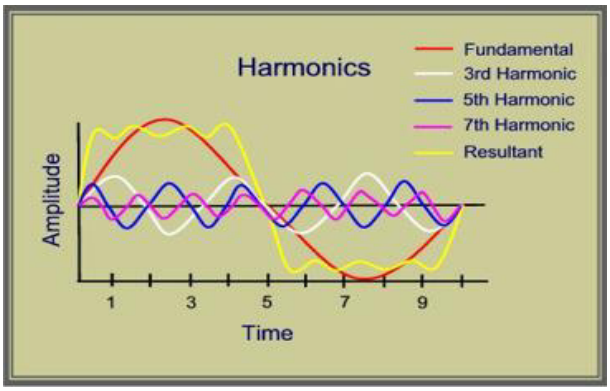
Harmoniske

Vi definerer *harmoniske* som spenninger eller strømmer med frekvenser som er et multiplum av grunnfrekvensen (50Hz). De dannes på samme måte som *overtoner* av lydfrekvenser, som i musikk.

I Norge og Europa, er den harmoniske orden i strømnettet derfor 100 Hz, 150 Hz, 200 Hz, osv.

Harmoniske strømmer kan:

- føre til en over-belastning av N-leder og derav gi større magnetiske felt,
- kan også gi feilfunksjon på fintfølende utstyr, overbelastning av kondensatorer,



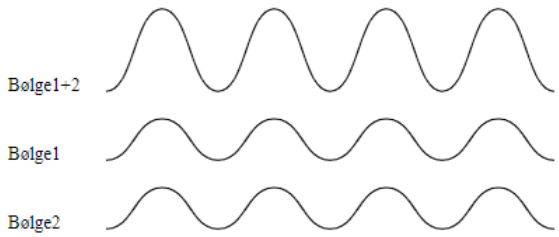
Figur 42: Harmoniske - dannes som i musikken, men kan få store følger

- føre til overbelastning, varmgang og redusert ytelse på motorer, transformatorer og generatorer,
- gi økt tap av strøm og derav økt forbruk.

Konstruktiv interferens

Hver støykilde sender ut støy i form av mer eller mindre brå «bølger». Vi tegner dem slik, selv om de gjerne kan likne mer på rytmiske «skuddsalver».

Når to bølger møtes mens de begge befinner seg på en bølgetopp, vil den samlede bølgen få en høyde tilsvarende de to bølgetoppene lagt sammen: De to bølgene forsterker hverandre. Vi kaller dette *konstruktiv interferens*.



Figur 43: Konstruktiv interferens illustrert med to bølger nederst og den resulterende bølgen øverst.

Konstruktiv interferens skjer gjerne i installasjoner der man benytter flere like strømforsyninger med samme karakteristikk. Det kan skje ved tilfeldigheter, eller som i Nederland, da man delte ut 250 000 LED-pærer i en energisparekampanje:

Ved konstruktiv interferens i strømnettet kan intensiteten bli svært stor. Konstruktiv interferens har ført til at transformatorer i strømnettet har brent opp: I Nederlands provins Frisland kjørte strømselskap i 2009 en kampanje for LED-pærer som miljøtiltak. Det ble delt ut 250 000 LED-pærer som alle trakk strøm på samme måte, til kundene i området. Pulsene fra alle LED-pærene la seg oppå hverandre. Dermed ble amplitudene – altså styrken i signalet – så kraftige at flere transformatorstasjoner brant i stykker (fordi strømmen i N-leder ble for stor).

> Ref. 178: WaldNet, 26.3.2009, https://www.waldnet.nl/script/show_nieuws.php/24481/De_donkere_zijde_van_ledverlichting.html?id=24481

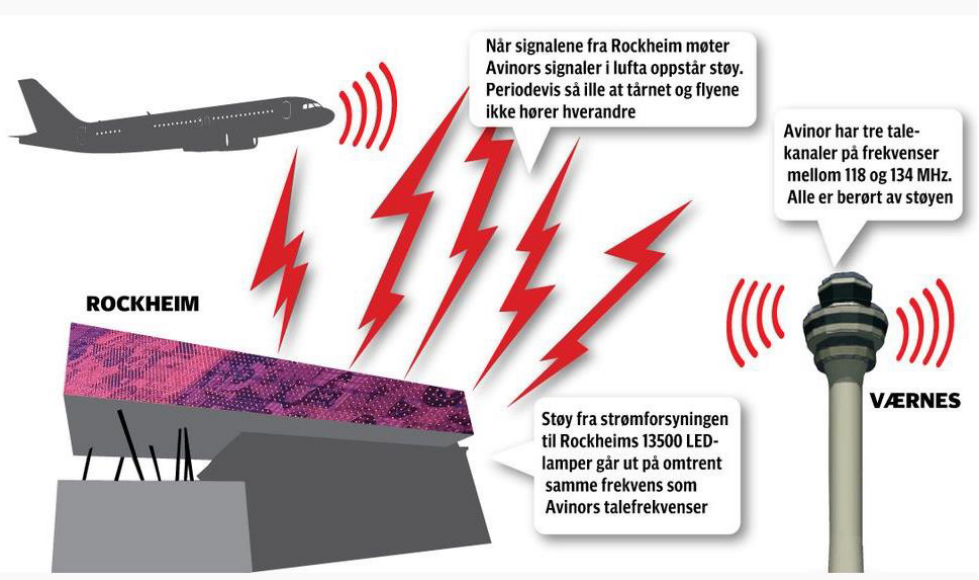
LED-pærer som trekker ut strøm med samme frekvens, kan også skape sterkt skittenstrøm og dermed sterkt pulsede elektromagnetiske felt, det vil si radiosignaler. Dette skjedde da museet Rockheim i Trondheim åpnet – med fasaden dekket av 13 000 LED-pærer. LED-pærene forstyrret flytrafikken til og fra Værnes ved at det gjennom konstruktiv interferens ble skapt kraftige radiosignaler fra bygningen, som vist i Figur 44.

Man kan oppleve både *konstruktiv og destruktiv interferens* og *indusert radiofrekvent støy* i praksis hvis man har en DAB-radio et sted med dårlig dekning, men så vidt god nok til at radioen kan motta DAB-pulsene og gjengi radiosendingene så lenge den går på batteri. Hvis man så kobler radioen til strømnettet med en lader som skaper skittenstrøm, vil den elektromagnetiske strålingen fra skittenstrømmen interferere (blande seg)

154

med DAB- signalet og endre signalet som når antennen. I tillegg vil strålingen fra skittenstrømmen induseres direkte i antennen på radioen og dermed fanges opp som et radiosignal som vil blande seg med og forstyrre DAB-signalet. Slike forstyrrelser kan være nok til at pulsene som koder radiodata ødelegges eller forkludres. Da blir DAB-radioen taus.

Et annet kjent fenomen er at radiofrekvent støy fra LED-pærer er så kraftig at den forstyrrer DAB-radioen, som et Rockheim-problem i miniatyr.



Figur 44: Hvordan LED-lys på Rockheim forstyrret flytrafikken, fra Adresseavisa 04.11.2013,
https://www.adressa.no/nyheter/trondheim/article8561581.ece

Når flere senderes bølger og når flere støyende apparaters ulike frekvenser sendes ut på samme ledningsnettet, vil interferensmønsteret bli svært komplekst, selv bare med to kilder som sender jevne frekvenser:

Hvis to lydbølger har nesten samme frekvens møtes, vil det oppstå *pulserende signaler*. Denne pulserende effekten oppstår fordi amplituden av de to bølgene går opp og ned med forskjellig fase og «treffer hverandre» slik at det oppstår konstruktiv og negativ interferens. Den pulserende modulasjonen av amplituden vil ha samme frekvens som forskjellen i frekvens mellom de to lydbølgene.

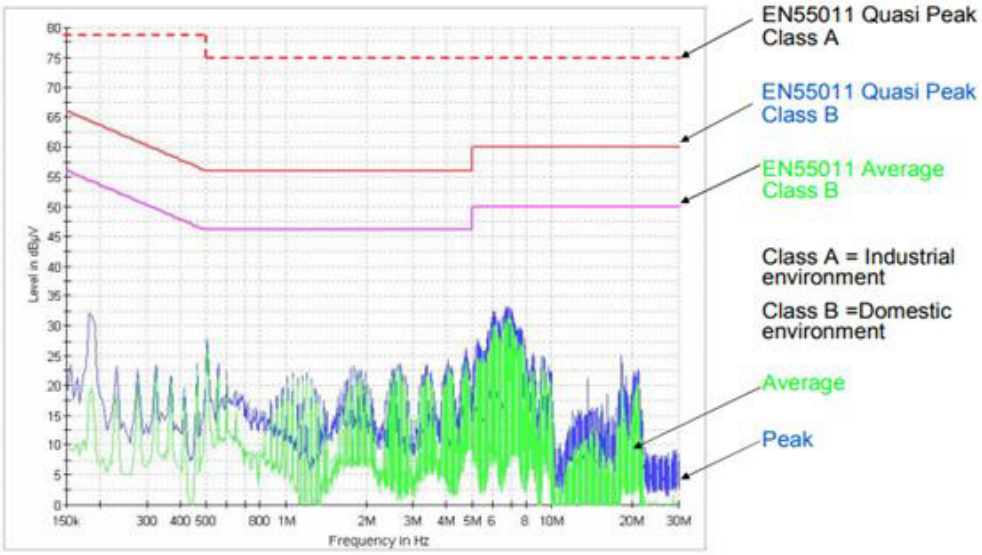
Med mange støykilder, blir mønsteret ekstremt komplekst.

4.9 Grenseverdier for elektrisk støy - EMC

Alle utstyrsprodusenter er forpliktet til å sørge for at apparatene de produserer, overholder de grenseverdier som gjelder for elektromagnetisk stråling og kabelbunden elektrisk støy. Det skjer ved en egenerklæring fra produsenten. Du ser et eksempel som Figur 47.

For det private konsumentmarkedet er det standard EN 55011:2009 klasse A Gr. 1 som gjelder. Produsenten må utstede en samsvarserklæring som erklærer at apparatet er i overensstemmelse med denne standarden, og den skal være basert på målinger utført i et målelaboratorium.

Med slike målinger av kabelbunden elektrisk støy skal produsenten vise at han har kontroll på at den elektriske støyen er innenfor gjeldene grense-verdier i frekvensområdet 150KHz – 30 MHz. Målingene skal oppbevares og utleveres til kontrollmyndighetene på forespørsel. Frekvensområdet 2 – 150 KHz er uregulert.



Figur 45: Eksempel på støymåling i frekvensområdet 150 KHz – 30 MHz, med de ulike normenes grenseverdiene markert.

EMC (ElectroMagnetic Compatibility) kalles på norsk *elektromagnetisk sameksistens*. EMC-krav skal sikre at alt elektrisk utstyr har et *immunitets- og emisjonsnivå* som medfører at utstyret ikke forstyrrer hverandre og ikke forstyrrer seg selv. Kravene gjelder for frekvensområdet 150KHz – 30 MHz.

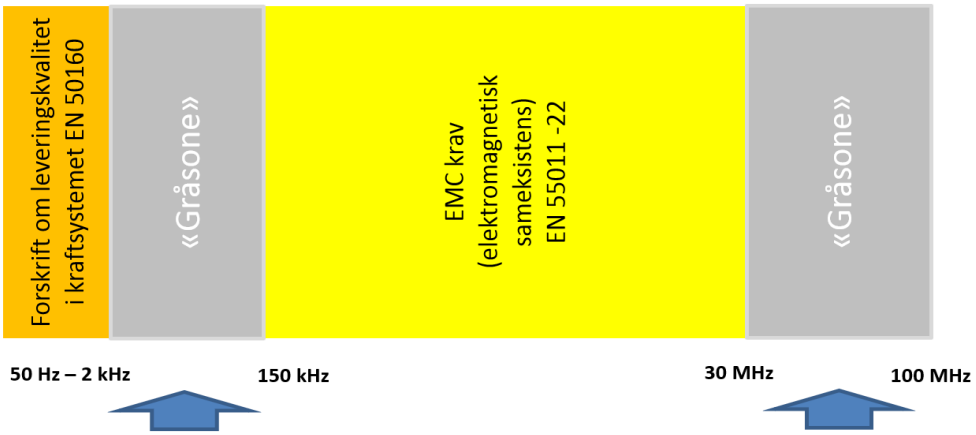
EN 55011 har to klasser: A: utstyr som ikke brukes i hjemmet, og B: utstyr som brukes i hjemmet.

Mens utstyrsleverandørene har plikt til å påse at deres utstyr overholder EMC-krav, har strømnettleverandørene i Norge plikt til å levere korrekt spenning inn til boligen, i henhold til en standard for leveringskvalitet, EN 50160.

EN 50160 gjelder for frekvensområdet 50Hz – 2kHz og deles vanligvis opp i to hovedområder:

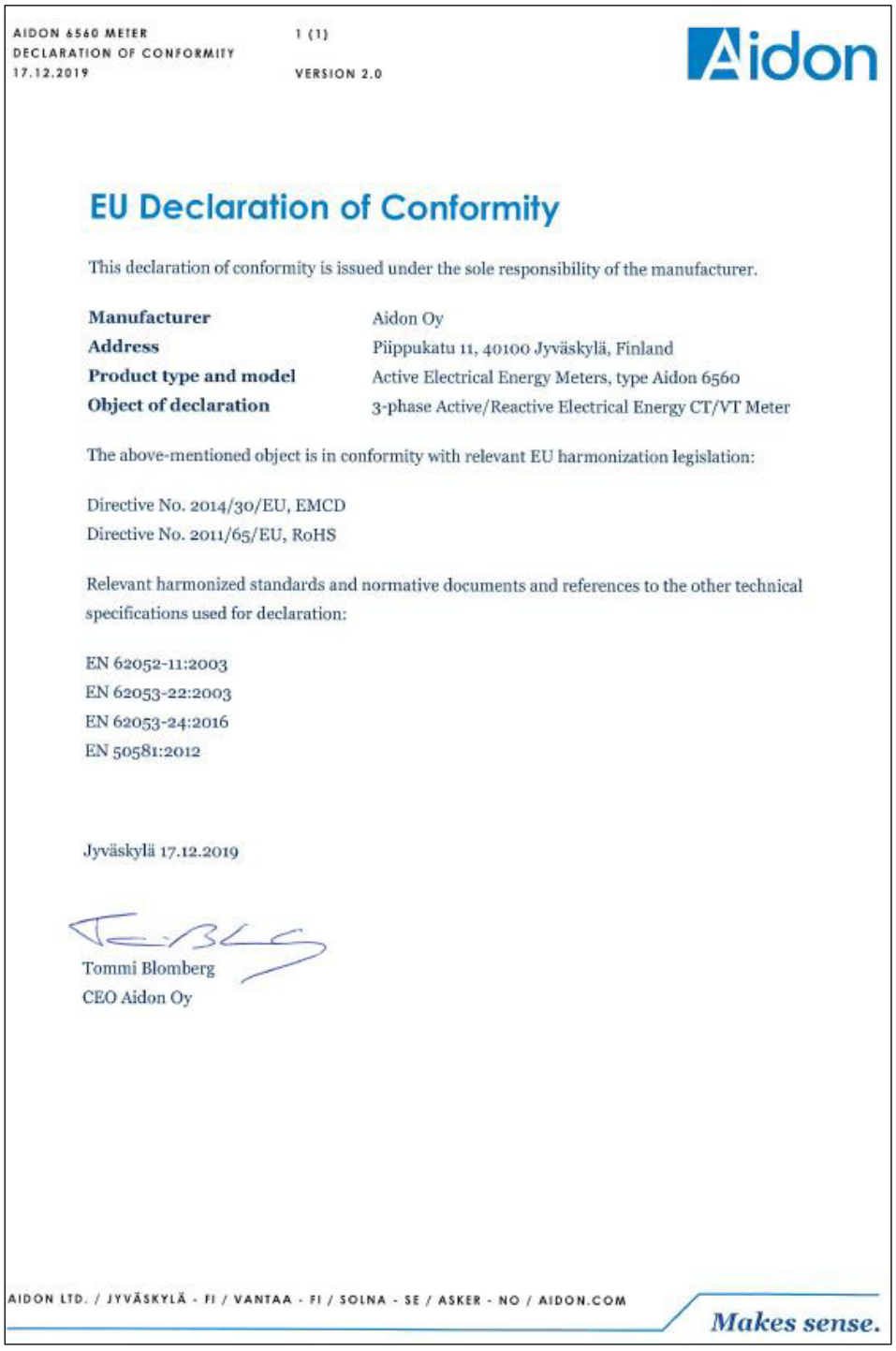
- leveringspålitelighet (tilgjengeligheten av elektrisk kraft)
- spenningskvalitet (anvendeligheten av elektrisk kraft).

EMC og leveringskvalitet skal primært sikre at teknisk utstyr virker som forutsatt, og at det ikke blir ødelagt. Det er her viktig å legge merke til at de to standardene som benyttes i forhold til EMC og EMI, ikke regulerer EMI i området 2 Hz - 150kHz og heller ikke frekvenser over 30MHz. Så dette er gråsoner, som avmerket på Figur 46.



Figur 46: Utenom de frekvensområdene som blir regulert av EN-normer, er det gråsoner (se pilene).

Et eksempel på en CE-erklæring vises på neste side.



AIDON 6560 METER
DECLARATION OF CONFORMITY
17.12.2019

1 (1)

VERSION 2.0

Aidon

EU Declaration of Conformity

This declaration of conformity is issued under the sole responsibility of the manufacturer.

Manufacturer	Aidon Oy
Address	Piippukatu 11, 40100 Jyväskylä, Finland
Product type and model	Active Electrical Energy Meters, type Aidon 6560
Object of declaration	3-phase Active/Reactive Electrical Energy CT/VT Meter

The above-mentioned object is in conformity with relevant EU harmonization legislation:

Directive No. 2014/30/EU, EMCD
Directive No. 2011/65/EU, RoHS

Relevant harmonized standards and normative documents and references to the other technical specifications used for declaration:

EN 62052-11:2003
EN 62053-22:2003
EN 62053-24:2016
EN 50581:2012

Jyväskylä 17.12.2019

Tommi Blomberg
CEO Aidon Oy

AIDON LTD. / JYVÄSKYLÄ - FI / VANTAA - FI / SOLNA - SE / ASKER - NO / AIDON.COM

Makes sense.

Figur 47: Eksempel på CE-erklæring fra produsenten om at produktet overholder EUs tekniske krav

4.10 *Målinger av støyspenninger på en Aidon og en Kamstrup AMS-strømmåler*

EMF-Consult AS har på regulær konsulentbasis fått målingene utført i Tyskland hos Bajog, laboratorium til en produsent av måleinstrumenter, på oppdrag for aksjonen *Vi tar AMS-målerne for retten!* Målingene ble utført i januar 2021, og er tilgjengelige i sin helhet her:

> Ref. 179: Messbericht/Test Report (Aidon) 07/01/21, Bajog electronic GmbH, 2021, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2021/02/Measurement_Report-Aidon_-Bajog-2021-02.pdf
>
> Ref. 180: Messbericht/Test Report (Kamstrup) 07/01/21, Bajog electronic GmbH, 2021, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2021/02/Measurement_Report_Kamstrup-Bajog-2021-02.pdf

Bajogs laboratorium er ikke sertifisert for utstyrssertifisering, men som produsent av måleutstyr kan vi regne med at «de vet hva de driver med». Laboratoriet er valgt fordi andre målelaboratorier vi var i kontakt med, enten vek tilbake da de forsto at de kunne komme i konflikt med strømbransjen, ganske enkelt kostet for mye til at vi ville ta oss råd til å engasjere dem, eller ikke driver med annet enn sertifiseringer.

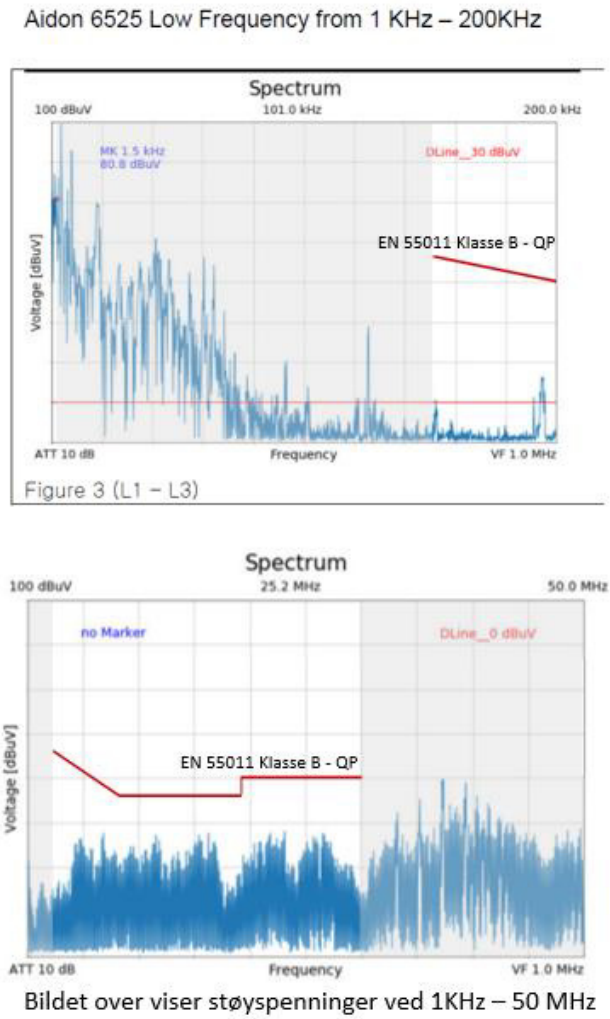
I Figur 48 ser vi grenseverdiene for tillatt kabelbundne støyspenninger for bruk i boliger. Frekvensområdene som er regulert gjennom normen, EN 55011 B Gr. 1 og 2, er angitt i venstre kolonne.

Störaussendung – Netzwechselstrom			
Frequenzbereich	Grenzwerte	Basisnorm	Bemerkung
0,15 bis 0,5 MHz 0,5 bis 5 MHz 5 bis 30 MHz	66 dB (µV) QP 56 dB (µV) AV 56 dB (µV) QP 46 dB (µV) AV 60 dB (µV) QP 50 dB (µV) AV	EN 55011 Klasse B Gr. 1 u.2	Wohnbereich

Figur 48: Grenseverdiene for tillatt kabelbundne støyspenninger for bruk i hjemmet i hht EN 55011

Målinger av støyspenninger på standard *Aidon* og *Kamstrup* AMS-strøm-målere viser at det er relativt mye støyspenninger i et svært bredt frekvensområde: 1 KHz – 50 MHz. Kefas/*Nuri*-målere har vi ikke hatt tilgang til. Måleresultatene gir grunn til å fremheve flere forhold.

4.11 Måleresultater - Aidon



Den skyggelagte delen av den øverste grafen til venstre viser svært kraftige støy-spenninger ved 1 – 60 KHz på 80 til 100 dBµV. Dette frekvens-området (2 – 150 KHz) er uregulert. Dette er sannsynligvis forklaringen på at Aidon tillater seg å slippe ut så mye støyspenninger akkurat her. Ved 150 KHz er grenseverdien på bare 66 dBµV!

Støyspenninger i dette frekvens-området (1 – 60 KHz) vil spre seg svært effektivt på strøm-nettet i hele boligen og kan måles i det elektriske feltet.

Figur 49: Måleresultater - Aidon

Frekvenser under 100 KHz i det elektriske feltet er svært effektive med hensyn til å skape elektriske felt i kroppen. Grafen nederst viser at måling av spenningstøy i frekvensområdet 100 KHz – 50 MHz, er på mellom 45 og 60 dBµV. Igjen er det mye støy i et uregulert frekvensområde (30 - 50 MHz).

Det er bemerkelsesverdig med så mye støy over et så bredt frekvens-område. Spesielt i området 30 MHz til 40 MHz, ser vi at støyen øker opp mot 60 dBµV.

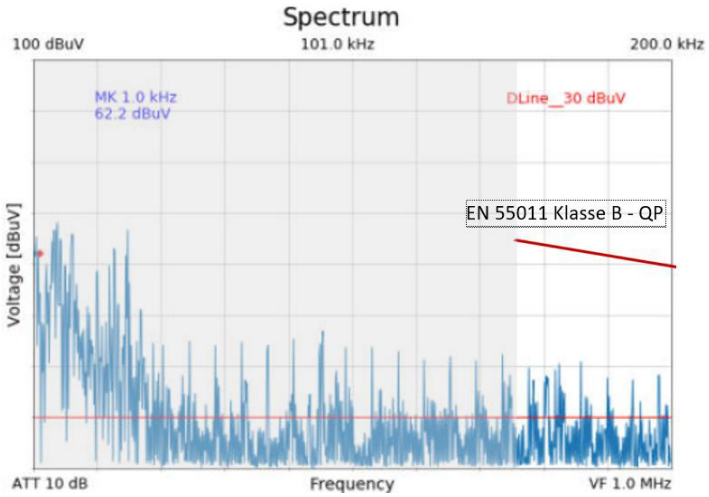
160

Med et så sammensatt støybilde som vist i grafene, øker muligheten sterkt for at skittenstrømmen vil bidra til å skape strømmer i kroppen, indusert fra de elektriske feltene i boligen. Støyen fra strømmåleren vil også kunne samvirke med annen støy som kommer inn på strømnettet utenfra, og vil kunne få en forsterket effekt gjennom *konstruktiv interferens*.

Det er grunn til å anta at dette kan være nok til at enkelte reagerer med helseplager på Aidon AMS-målere – selv etter at radiodelen er fjernet.

4.12 Måleresultater – Kamstrup

Grafen til høyre viser en måling av støyspenninger i det lave frekvensområdet 1 - 200 KHz. Vi kan se at det er mest støy-spenninger ved 1 - 30 KHz, på opptil 67 dBµV.



Figur 50: Måleresultater - Kamstrup LF

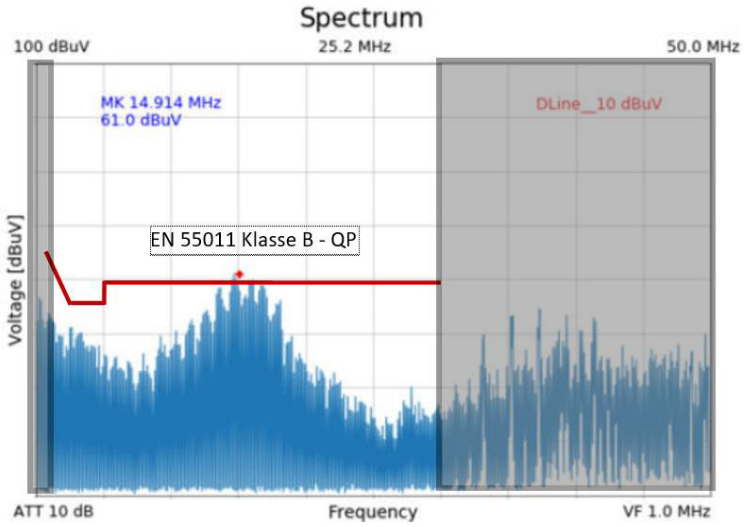
Dette frekvensområdet (2 – 150 KHz) er uregulert, men vi registrerer at støyen er helt i grenseområdet for hva det som er tillatt i det *regulerte* området 150-500 KHz. I det regulerte området er grenseverdien 66 dBµV.

Sammenlignet med Aidon-måleren, har den testede Kamstrup-måleren vesentlig *mindre* støyspenninger under det regulerte frekvensområdet. Men Kamstrup har mer støy enn Aidon i området 80-200kHz.

Vi ser av Figur 51 at Kamstrup-måleren overskrider grenseverdien med 1 dBµV. Sammenlignet med Aidon, har Kamstrup vesentlig mer støy-spenninger i dette frekvensområdet.

Grafen til høyre viser en måling av støyspenninger i høyfrekvensområdet 100 KHz - 50 MHz

Vi ser at det er mest støyspenninger ved 12 – 17 MHz: opptil 61 dBµV.



Figur 51: Måleresultater - Kamstrup HF

4.13 Komplekse scenarier ikke testet?

Så langt vi vet, har ingen nettselskaper eller produsenter av AMS testet hvordan støybildet ser ut når titalls eller hundretalls smartmålere fra samme produsent installeres i samme bygg, i et nabolag, eller innenfor en og samme nettstasjon. For eksempel vil man kunne forvente *interferens* av ulike slag, blant annet konstruktiv interferens som danner ulike nye frekvenser. Ingen systematiske målinger er gjort av slikt, så langt vi vet.

4.14 Måleresultatene og praktisk betydning for helse

Vi har forklart teknisk hvordan skitten strøm dannes og sprer seg. Og vi har sett måleresultatene for Aidon- og Kamstrup-målerne som ble testet. Her ser vi på dette opp mot kunnskap om helsevirkninger.

Støyspenninger er et generelt problem som kan påregnes å gi helseplager. Slik skiller det seg ikke fra radiosignaler. Dette er redegjort for tidligere i boka.

Videre har vi sett at støyspenninger – omtalt som *skitten strøm*, m.m. – framheves i ekspertuttalelser og ut fra praktisk erfaring spesielt som et problem spesielt knyttet til AMS-målere, og da knyttet særlig til pulsingen

fra radiokommunikasjonen og som støyspenninger fra strømforsyningen (SMPS) eller annen elektronikk i AMS-målerne.

Støyspenningene som er målt fra både Aidon- og Kamstrup-målere har vist seg å være spesielt høye *nedenfor regulert område*, altså under 150 KHz. Dette området klassifiseres av WHO som «Intermediate Frequency» (IF) – altså det midtre frekvensområdet i radiospekteret (RF).

I en invitert ekspertuttalelse i 2008 til EU-kommisjonens SCENIHR-komité – en vitenskapskomité for «tilsynekommende og nylig identifiserte helse-risiki» - meldte den kanadiske forskeren Magda Havas fra om sin egen og fagfellers bekymring for interferens i biologisk materiale fra nettopp dette frekvensområdet, IF:

> Ref. 181: Dr. Magda Havas: Health Concerns associated with Energy Efficient Lighting and their Electromagnetic Emissions, response to Request for an opinion on "Light Sensitivity" from Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR), June 5, 2008, https://www.magdahavas.org/wordpress/wp-content/uploads/2009/10/08_Havas_CFL_SCENIHR.pdf

Havas viser her til det som den gang var nyere studier, og som hadde påvist at slike frekvenser «er aktive og kan ha skadelige helsevirkninger»:

> Ref. 182: Havas, M. and D. Stetzer. 2004. Dirty electricity and electrical hypersensitivity: Five case studies. World Health Organization Workshop on Electricity Hypersensitivity, WHO, Prague, Czech Republic, 25-26 October, 2004.
>
> Ref. 183: Milham, S. and L.L. Morgan. 2008. A New Electromagnetic Exposure Metric: High Frequency Voltage Transients Associated With Increased Cancer Incidence in Teachers in a California School. American Journal of Industrial Medicine. 8 pp.

Så også dette frekvensområdet er påvist å ha vesentlig biologisk skadelig påvirkning, og også her skjer påvirkningen ved eksponeringsnivåer der retningslinjer utfra oppvarmingsfare ikke er relevante.

Disse funnene, som ikke er oppsiktsvekkende i lys av øvrig forskning, knytter både Aidon- og Kamstrup-målerne, og sannsynligvis også Kefas/Nuri-målerne som vi ikke har fått testet, til høy sannsynlighet for at helseplager vil oppstå i deler av befolkningen.

Havas viser i samme redegjørelse til flere tilfeller i skoler i USA der unormalt mange kreftforekomster i lærerstaben kunne knyttes til høye nivåer skitten strøm i de klasserommene de underviste i. Hun viser også til fire like forskningsstudier av strømkvaliteten og helse i skoler i Toronto og i Minnesota: Studiene fant at forbedringer i strømkvaliteten utløste bedre helse blant lærerne og atferdsbedringer blant elevene.

Videre skriver Havas samme sted:

> «Vi har gjennomført studier med diabetikere og personer som har multippel sklerose, og funnet at når skitten strøm i hjemmene deres reduseres, reduseres symptomene deres. Både type 1 og type 2 diabetikere får lavere blodsukker og type 1-diabetikere trenger mindre insulin når de er i et elektromagnetisk rent miljø. Personer med MS har færre skjelvinger, bedre balanse, er mindre utmattet, og flere har vært i stand til å gå uten hjelp etter at den skitne strømmen i hjemmet deres ble redusert (5).»

Havas viser til at helseproblemene knyttet til helseplager i mellomområdet mellom ELF (Ekstra Lave Frekvenser) og RF (RadioFrekvenser) derfor trenger regulering, og at strengere regulering har vært etterspurt fra medisinsk hold i en rekke opprop og erklæringer. Hun konkluderer slik:

> «Med et økende antall mennesker som utvikler el-overfølsomhet, har vi en alvorlig, tilsynekommende og nylig identifisert risiko som sannsynligvis vil bli verre inntil regelverk som begrenser eksponering for elektromagnetiske miljøgifter blir satt i verk.»

Det følger av avsnittene over at det er god grunn til å forvente at Aidon- og Kamstrup- og Kefas-/Nuri-målerne kan utløse akutte helseplager. En slik antakelse stemmer med det som rapporteres: En del folk får akutte helseplager, og de rapporterer om de samme symptomer som det ellers rapporteres om. Det kan man lese ut av deres egne opptellinger (se pkt. 2.1) og av deres egenberetninger.

> Ref 184: Smartmålerhistorier, https://einarflydal.com/smartmaler-historier/

Risikoen for akutte helseplager er en risiko som forbrukerne ikke er informert om. Tvert om: De mottar forsikringer fra myndigheter og

nettselskaper og i media om at noen slik risiko ikke fins. De kan heller ikke velge den bort:

I motsetning til sparepærer, LED, og annet utstyr som skaper støy på strømnettet, er AMS-målerne – og de samme målere med deaktivert radiokommunikasjon – ikke mulig å kople fra ved å trekke ut kontakten, og ikke mulig slå av uten å miste strømmen i huset.

Helseplager over tid

Hva så med helseplager *over tid*? Kan de også utløses av de samme målerne?

En etablert modell for forståelse av lidelser utløst av miljøstressorer over tid er presentert i

> Ref 185: Grimstad AS og Einar Flydal: Smartmålerne, jussen og helsa, Z-forlag, 2018, Del 2, kapittel 2 pkt 17 Cocktail-effekt og terskelverdi, og Del 2 s. 206

Den ble da hentet fra

> Ref 186: Hecht, Karl: Health Implications of Long-term Exposure to Electrosmog – Effects of Wireless Communication Technologies, Competence Initiative for the Protection of Humanity, the Environment and Democracy e.V., 2016, https://kompetenzinitiative.com/english-brochures/

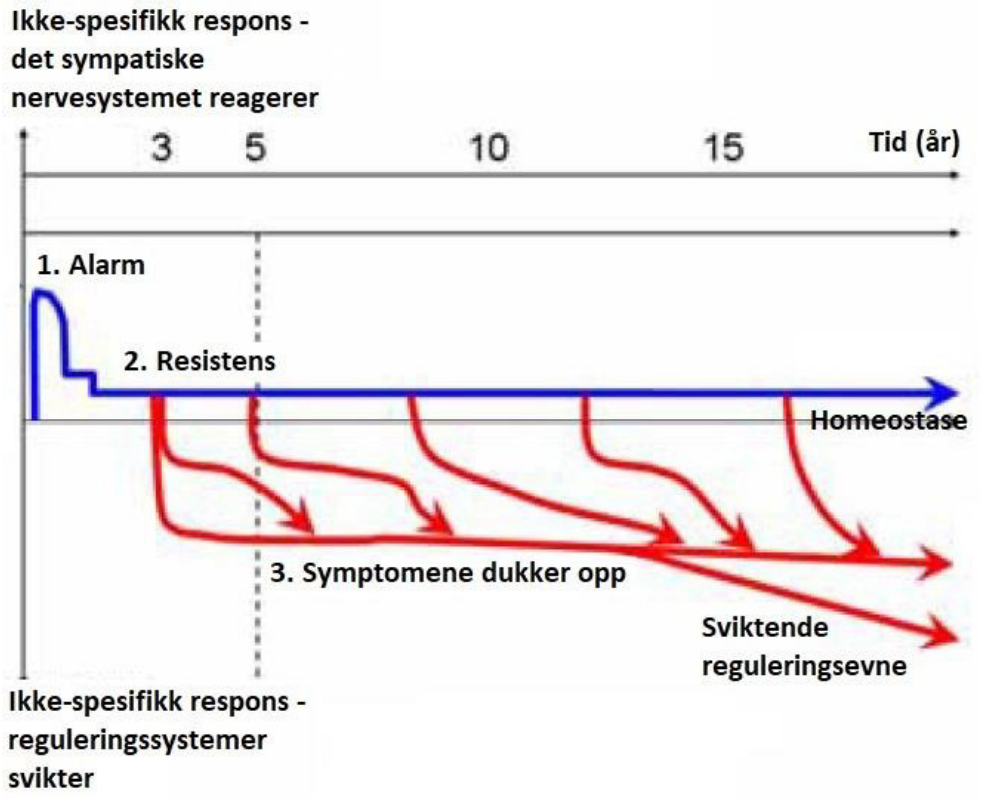
Modellen samler opp forskningsfunn fra de svært omfattende sovjetiske langtidsstudiene av eksponeringsvirkninger for EMF, såvel som kunnskap innen generell miljømedisin. Hecht, en veteran innen DDRs og Sovjetunionens forskning på feltet, tok sammen med Balzer modellen i bruk i 1997 i en rapport skrevet på oppdrag for det tyske strålevernet. Oppdraget var å gi en oversikt over Sovjets forskningsresultater på området.

> Ref 187: Hecht, K. & H.-U. Balzer (1997): Biologische Wirkungen elektromagnetischer Felder im Frequenzbereich 0 bis 3 GHz auf den Menschen. Etter oppdrag for Bundesinstitut für Telekommunikation. Contract No. 4231/630402. Gjennomgang av russisk forskningslitteratur mellom 1960 og 1996

Vi gjentar denne forklaringsmodellen her (Figur 52).

Modellen forteller at sykelighetsutviklingen forløper ganske skjematisk:

1. Først reagerer *det sympatiske nervesystemet* - svakt hos de aller fleste, sterkt hos enkelte («overfølsomme»).
2. Så kompenserer *kroppens mange systemer* for å opprettholde balansen (homeostase), men
3. etterhvert blir *den biologiske stress-situasjonen* for anstrengende, og da svikter *ett eller flere av kroppens reguleringssystemer*. Dermed melder helseproblemene og sykdomsutviklingen seg - etter tre år eller kanskje først etter 10 eller 15 eller 30, og hos noen kommer de aldri.



Figur 52: Utviklingsforløpet fra akutte reaksjoner til helsesvikt over tid (Hecht 2016)

Akutte biologiske reaksjoner er kartlagt over mange år, også i blindtester. Det ble f.eks. gjort i tester tidlig på 1990-tallet der man fant dannelse av mastceller – en kjent akutt forsvarsreaksjon – i huden på ryggen til forsøks-personene som resultat av blindet eksponering for katoderørskjermer (gammeldagse TV-/dataskjermer).

166

Ref 188: Johansson O, Liu P-Y. ‘‘Electrosensitivity’’, ‘‘electrosupersensitivity’’ and ‘‘screen dermatitis’’: preliminary observations from on-going studies in the human skin. In: Simunic D, ed. Proceedings of the COST 244: Biomedical Effects of Electromagnetic Fields – Workshop on Electromagnetic Hypersensitivity. Brussels/Graz: EU (DG XIII), 1995; 52.

Likeså har man i eksponeringsstudier funnet utvikling av *varmesjokkprotein* (HSP – Heat Shock Protein), uten oppvarming.

Ref 189: D. Leszczynski, S. Joenväärä, J. Reivinen, R. Kuokka, Non-thermal activation of the hsp27/p38MAPK stress pathway by mobile phone radiation in human endothelial cells: molecular mechanism for cancer- and blood–brain barrier-related effects, Differentiation 70 (2002) 120–129

En rekke studier viser akutte eksponeringsvirkninger på *cellenes oksidant-produksjon*, med en rekke ulike nedstrøms virkninger som er beskrevet annetsteds her i boka (se Pkt. 2.10).

Slike akutte reaksjoner gir objektive funn som ikke kan forklares med psykologi. Vi som er i kontakt med folk som har helseproblemer med AMS-målere, møter da også mange tilfeller der folk forteller at de fikk helse-plager ganske kort etter at AMS-målere ble installert – uten å være skeptisk til slike målere på forhånd, ofte også uten å vite om at installasjon har skjedd.

I flere tilfeller, og om de har anledning til det, gir folk opp å bli boende og flytter på hytta, eller kjøper seg bolig et annet sted. Fordi dette bare skjer enkelthusholdninger og som en privat løsning, er det bortimot usynlig og blir bare oppfattet som unntak – noe spesielt ved akkurat disse personene.

Langtidsutviklingen følger i modellen et veletablert, generelt mønster for sykdomsutvikling fra *biologisk stress* og *terskelverdier*: Sykelighet bryter først ut når visse terskler, som man ikke kan forutsi hvor er, men kanskje kan ane, overskrides. Så blir man varig, eller bare langvarig, syk.

Modellen predikerer altså at den vedvarende belastningen AMS-målere, eventuelt i samspill med andre miljøstressorer – vil komme til uttrykk som en generell vekst i sykelighet, tynt fordelt over mange diagnoser og med årsakssammenhenger som ikke vil være observerbare. Richard Lear har pekt på at en slik trend der EMF og andre miljøstressorer spiller sammen, alt er godt synlig i USAs befolkning. Han hevder at de diagnoser som vokser

mest, alle kan knyttes til miljøstressorer som årsaker og oksidativt stress som virkningsvei:

> Ref 190: Lear, Richard: A Biological Model for the Diseases of Civilization, October 2018, presentasjonsark, https://www.researchgate.net/publication/326901722_A_Biological_Model_for_the_Diseases_of_Civilization

Growth of Chronic Disease in the US – 1990 - 2015

ADD/ ADHD	**Allergies**	**Alzheimer's**	**Anxiety**	**Asthma**	**Autism**
139%	104%	299%	104%	142%	2,094%
Autoimmune Disease	**Bipolar Disorder** (youth)	**Cataracts**	**Celiac Disease**	**Chronic Fatigue**	**Congenital Heart Disease**
221%	10,833%	480%	1,111%	11,027%	143%
COPD	**Depression**	**Diabetes**	**Erectile Dysfunction**	**Fibromyalgia**	**Inflammatory Bowel (IBD)**
148%	280%	305%	150%	7,727%	120%
Hypertension	**Kidney Stones**	**Kidney Disease**	**Leukemia**	**Lupus (SLE)**	**Melanoma**
223%	246%	413%	588%	787%	145%
Multiple Sclerosis	**Obesity**	**Osteoarthritis:**	**Panic Disorder**	Psycho-Social: **Attentional**	Psycho-Social: **Emotional**
117%	260%	449%	263%	819%	2,500%
Sleep Apnea	**Sleep: Insomnia**	**Squamous Cell Cancer**	**Stroke**	**Thyroid Dysfunction**	**Hypothyroidism**
430%	123%	177%	262%	233%	702%

Figur 53: Veksten i kroniske lidelser - alle knyttet til miljøstressorer og oksidativt stress? (Lear 2018)

Lears budskap utdypes i

> Ref 191: Lear, Richard: A New Era of Chronic Disease in America and what's behind it, August 2017, https://www.researchgate.net/publication/319288113_A_New_Era_of_Chronic_Disease_in_America_and_what's_behind_it

Det er nettopp slike tanker som ligger bak selve begrepet *elektrotåka*: Diagnosene vil fordele seg tynt utover, de statistiske sammenhengene vil være vanskelig å finne, og årsakene vil være vanskelig å verifisere i det enkelte tilfellet.

Ikke desto mindre er det på generelt grunnlag mulig å peke ut en sannsynlig vesentlig medvirkende årsak: AMS-målerne og deres produksjon av såvel lavfrekvente, middels frekvente og mikrobølgede, sterkt pulsede felt.

Men om de enkelte blir syke fordi de selv er generelt ekstra vare, er vare for spesielle frekvenser eller pulsmønstre, eller blir syke på grunn av lokal interferens – «hotspots» - eller kanskje av noe ganske annet, vil i praksis neppe være mulig å avgjøre.

Den generelle modellen Hecht og Balzer tar i bruk for å forstå akutte og langtidsreaksjoner på EMF-eksponering, beskjeftiger seg ikke med *forholdet mellom ulike miljøstressorer*, men med hvordan organismen reagerer på vedvarende stess. Modellen ble utviklet av den ungarske medisineren Hans Selye på 1930-tallet og er kjent og etablert som *det generelle tilpasningssyndromet* («The general adaptation syndrome», GAS). Modellen er generell og åpen for alle typer biologisk – og psykisk – stress. Men når Hecht og Balzer tar den i bruk, er det fordi de sovjetiske langtids-studiene har vist at den også er gyldig for langtids EMF-eksponering – ved eksponeringer godt under oppvarmingsbaserte grenseverdier.

(For noe mer om *det generelle tilpasningssyndromet*, se

> Ref 192: «Stress», i https://en.wikipedia.org/wiki/Stress_(biology)#General_adaptation_syndrome

eventuelt også

> Ref 193: Grimstad AS og Einar Flydal: Smartmålerne, jussen og helsa, Z-forlag, 2018, Del 2, kapittel 2 pkt 17 Cocktail-effekt og terskelverdi, og s. 206

og

> Ref 194: Hva el-overfølsomhet egentlig er? Brikken jeg savnet, fant jeg i Pest, bloggpost, 24/10/2015 https://einarflydal.com/2015/10/24/hva-el-overfolsomhet-egentlig-er-brikken-jeg-savnet-fant-jeg-i-pest/)

Hva så med *situasjoner med mange elektromagnetiske felt* fra ulike kilder og med mange ulike egenskaper?

Kompleksiteten i slike situasjoner er overveldende. Som vi har sett er den i praksis ubegripelig. Det lar seg heller ikke gjøre å lage meningsfylte risiko-anslag for reelle situasjoner.

Men vi har sett at det er grunn til å anta at spenningsstøyen fra AMS-målerne ikke bare åpner for samspill med andre miljøstressorer, men for at

det skapes ulike interferensmønstre som vil øke sannsynligheten for biologiske reaksjoner – også over tid.

Det fins mange scenarier der som vil innby til samspillseffekter som gir helsevirkninger. F. eks. kommer vi i kontakt med folk som bor i sokkel-leiligheter med tilstøtende kjellerrom der boligblokkas mange AMS-målere er plassert, og som ikke finner å kunne bo der lenger. Andre bor i bolig-blokker, i rekkehus eller i flermannsboliger, der man også eksponeres for andres strålekilder og selv eksponerer de andre for sine egne.

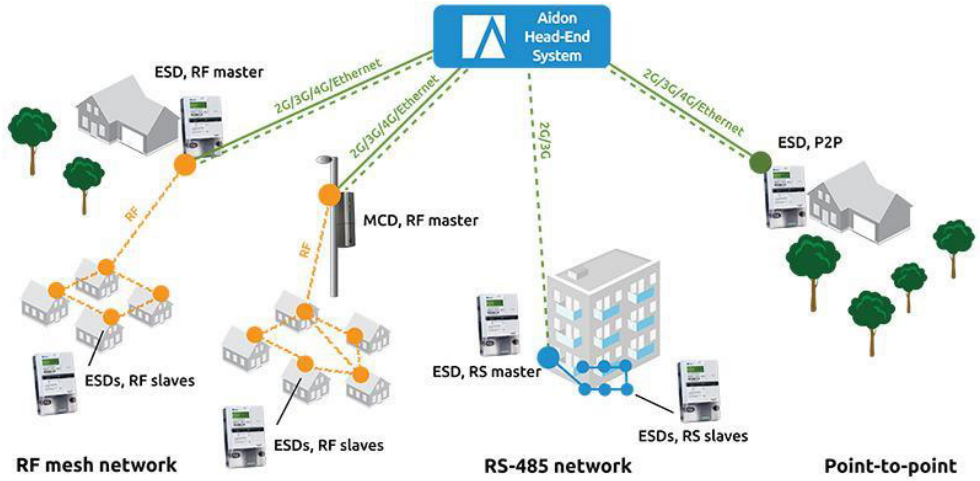
Det materialet vi har gjennomgått og de erfaringene vi har fått, gjør det også godt tenkelig at den samlede spenningsstøyen fra *det totale antall smartmålere i et nabolag* kan gi enkeltpersoner den avgjørende ekstra belastningen som gjør at de får helseplager etter installasjon av AMS, selv uten sender, og at andre i nabolaget for «MUPS» – «medisinsk uforklarte plager og sykdommer».

5. Hvordan redusere elektromagnetiske felt og støy fra AMS

Vi ser her på hvordan man kan redusere elektrisk støy («skittenstrøm») fra AMS og støy som kommer inn i boligen utenfra, altså fra det eksterne strømnettet.

Først ser vi på måter å redusere stråling på fra AMS-målernes sende-antenner, deretter på skitten strøm.

Produsentene av de AMS-målerne som er i bruk i Norge, leverer kablede løsninger som *standardutstyr*. AMS-målerne kunne altså enkelt vært kablet i boligblokkers målerrom eller mellom målerne rundt i bygget, og hele byggefelt kunne vært kablet ved hjelp av standardløsninger og standard-nettverk (RS-485) som betydelige kabellengder. Men dette er valgt vekk: Det er de norske nettselskapenes valg å ikke levere slike løsninger, men kun trådløse alternativer. Figur 54 viser ulike alternativer fra Aidon.



Figur 54: Aidons standardløsninger (kilde: Aidons finske nettsider, 2018)

5.1 Strålingen fra AMS målere

De aller fleste AMS-målere som er installert i Norge, bruker radiofrekvent stråling til å sende måledata til strømselskapene. Noen nettselskap bruker signaler i strømnettet: PLC (se under).

De tre vanligste AMS-målerne er *Aidon, Kamstrup* og *Kaifa/Nuri*.

171

De fleste målere er koplet sammen i trådløse *maskenettverk*. En del bruker GPRS – som er mobilnettets datanettverk.

Gjennom *maskenettverket* kommuniserer alle målerne i et boligområde med hverandre og sikrer slik at det til enhver tid er kommunikasjon mellom smartmålerne og nettselskapet. De holder kontakt ved å sende korte pulser. Avhengig av type AMS-måler sendes disse pulsene fra 1-2 ganger i sekundet til ca. hvert 15. minutt. Når de sender brukerdata eller f.eks. oppgraderer programvare, kan sendingene vare noe lengre.

Målerne justerer automatisk styrken på pulsene etter forholdene. Hvis det er store avstander mellom boligene, økes styrken på strålingen. Siden det er en del automatikk innebygget i senderdelen på målerne, kan det være store lokale forskjeller på hvor sterke signaler som kommer fra hver enkelt måler, og styrken kan endres hvis det kommer midlertidige hindringer mellom målerne.

Aidon-målerne skiller seg ut i negativ retning, da disse målerne sender mye oftere enn de to andre fakbrikatene: Mens Kamstrup- og Kaifa/Nuri-målere med radiosender sender ut henholdsvis 164 og 4 320 korte elektro-magnetiske pulser i døgnet, sender Aidon-målere inntil 83 000 pulser per døgn.

Hvor sterkt AMS-målerne stråler i forhold til ulike standarder og grense-verdier, er utførlig beskrevet i

> Ref. 195: Advokatfirmaet Erling Grimstad AS og Einar Flydal: Smartmålerne, jussen og helsa, Z-forlag, 2018, Del 2, se fra s. 63 og fra s. 120. Lastes ned fra https://einarflydal.com/utredninger-boker-m-m-a-laste-ned-bestille/

Dette blir derfor ikke referert inngående her. Her nevnes bare fra referansens side 66 for å sette AMS-målernes stråling i perspektiv:

> «Vi ser at beregnet eksponering ved den nærmeste hodeputa er *76 - 150 ganger svakere* enn Statens stråleverns ICNIRP-baserte grenser, men *222 000 - 4,4 millioner ganger sterkere* enn EUROPAEMs biologi- og erfaringsbaserte anbefalinger for normal-befolkningen.»

Disse referansene, ICNIRP og EUROPAEM, omhandles andre steder i boka.

5.2 Det er mulig å redusere strålingen i huset

Det er ikke komplisert å redusere strålingen inne i boligen fra AMS-målere, men man må vite hva man gjør, for ellers kan resultatet bli både dyrt og dårlig – til og med verre.

5.2.1 Ekstern antenne: flytte strålingen ut

AMS-målere har en innebygd antenne, men man kan kople til en ekstern antenne som erstatning, og flytte strålingen ut av huset. Det kan redusere eksponeringen vesentlig.

Men husk at da flytter man strålingen ut i det ytre miljøet. Det foreligger omfattende analyser som dokumenterer at også det ytre miljø – insekter, fugler, planter, trær, m.m. – skades vesentlig av menneskenes radiokommunikasjon og stadig økende strømbruk. (Dokumentasjon om dette fins andre steder i denne boka.)

Å flytte strålingen utendørs er derfor ingen løsning på disse utfordringene som nå stiger oppover på verdens miljøagenda. I tillegg kan en slik løsning øke belastningen for naboer, som kan få sendere nærmere sine boliger. Vi finner det likevel riktig å omtale slike tekniske alternativer og kompromiss-løsninger her.

Ekstern antenne kan benyttes enten AMS-måleren bruker maskenettet mellom målerne i området, eller bruker GPRS (mobilnettet). Alle de tre målerfabrikatene kan utstyres for begge deler.

De fleste nettselskapene godtar søknader om ekstern antenne til egen måler. I tillegg vil mange nettselskaper godta at det installeres eksterne antenner også til andre målere i samme bygg, av hensyn til naboer. Flere el-overfølsomme har erfart at denne løsningen kan forhindre stråling fra naboers AMS-målere inn i egen bolig – eller i det minste redusere eksponeringen betraktelig.

Skal man sette opp en ekstern antenne, er flere ting det er svært viktig å være oppmerksom på:

Hvor lang bør antennekabelen være?

Plasseringen av antennen er svært viktig, og bestemmer kabellengden. Kabellengden må begrenses fordi man får større signaltap jo lengre kabelen er. Det lekker også litt radiobølger i hvert koblingspunkt. Står måleren allerede langt unna de andre målerne den skal kommunisere med, kan signaltapet i en lang antennekabel gjøre at den ikke får kontakt.

Nettselskapene har skjøtekabler på 3, 5 og 10 meter, i tillegg er det fastmontert 1,5 meter kabel på antennen. De har ulik praksis for hvilke lengder de aksepterer. Noen selskaper godtar opptil 21,5 meter, mens andre bare godtar 11,5 meter. Flere nettselskaper vil unntaksvis akseptere en litt lengre antennekabel.

Antennens plassering er viktig

Som ekstern antenne til plassering utenfor sikringsskapet brukes det vanligvis en såkalt *toblerone- eller trekant-antenne*. Den stråler bredt ut i ca. 180 graders vinkel men gir svært lite stråling bakover. Størrelsen på antennen er som et brilleetui. Antennen kan overmales. For ekstra skjerming bakover kan man sette opp en blyplate på veggen bakom.

Det finnes også en *rundstrålende antenne*. Slike bør ikke brukes i nærheten av boligen: Den stråler like sterkt i alle retninger, altså også mot boligen.

Man bør plassere antennen slik at man utnytter lengden på kabelen og sørger for å vinkle antennen vekk fra boligen. Antennen bør helst monteres på yttervegg lengst mulig bort fra soverom og oppholdsplasser hvor man er flere timer i døgnet. Unngå også å rette antennen mot naboer. Det beste er om du kan klare å finne en plassering på antennen slik at den er rettet mot en lokal nettstasjon, da vil signalet fra antennen bli svakest.

Den eksterne retningsantennen har høyere effekt (signalstyrke) enn antennen i måleren. Dermed kan strålingen fra en utvendig antenne bli sterkere. Måleren vil vanligvis kompensere for dette automatisk ved å dempe signalet når den registrerer at effekten er blitt større, men dette skjer først etter litt tid.

Måleren vil alltid skru strålingen opp til full styrke i innkjøringsperioden, inntil den har tilpasset seg de andre målerne i området. Måleren bruker én til to dager etter installasjonen på å justere seg inn.

Når montøren kommer for å aktivere antennen bør du forsikre deg om at måleren blir riktig innstilt. Måleren skal bare kommunisere med den *eksterne* antennen. I verste fall kan begge være aktive.

Ekstern antenne på flere målere

Ønsker man å fjerne radiostrålingen fra flere målere, f.eks. i en boligblokk, må hver måler ha egen antenne. Sammenkopling av målerne med kabel er som nevnt standardløsning fra produsentene, som leverer kabler i små lengder for sammenkopling av målere som står i rekker, men norske nettselskaper har valgt bort dette alternativet.

Det er derfor ikke mulig å koble flere målere sammen ved hjelp nettverks-kabler:

1. Enten må alle målerne ha ekstern antenne på utsiden for å fjerne strålingen innomhus. Antennene kan da godt stå samlet.
2. Eller så må alle målerne sende trådløst til hverandre, selv om de står 10 cm fra hverandre i et kjellerrom, og så kan én av målerne ha en antenne på utsiden av huset.

Nettselskapene har ulike søknadsprosesser når det søkes om å få eksterne antenner på flere målere.

Hva koster en ekstern antenne, og hvem gjør arbeidet?

Selskapene har ulik praksis. Noen gjør hele jobben kostnadsfritt. Det betyr at de ikke tar betalt for selve antennen, kabelen eller installatøren, men at kunden skal sørge for føringsvei fra sikringsskapet til der antennen skal plasseres, f.eks. på husets yttervegg. Dette må da være klargjort før montør kommer. Du kan gjøre arbeidet selv, så lenge det er i henhold til deres spesifikasjonsdokument. Eller du kan få en elektriker til å gjøre jobben.

5.2.2 GPRS - målerdata via mobilnettet

GPRS-løsningen innebærer at man bytter kommunikasjonsmodulen i måleren til en modul som har både mobilsender og radiosender for maskenett, men der radiosenderen er deaktivert. AMS-måleren bruker da mobildata for å kommunisere med nettselskapet.

GPRS kan benyttes både med intern eller ekstern antenne. Måleren vil sende meldinger med målerdata på enten 2G, 3G eller 4G mobilnett så ofte som systemet er satt opp til. Antakelig én gang i timen. I tillegg vil måleren være i regelmessig kontakt med basestasjonene for å sjekke dekningen, slik en mobiltelefon også er. Det er gjerne ca. hvert åttende minutt.

Merk: Om du bor i et område med dårlig mobildekning kan strålingen fra GPRS-løsningen bli forholdsvis kraftig hver gang måleren kobler seg opp mot mobilnettet for å sende data.

5.2.3 Å tvangsstyre en AMS-måler til endenode (endepunkt)

Aidon AMS-målere har en innebygget teknisk løsning som kan bidra til å redusere strålingsbelastningen:

Målerne er normalt stilt inn til å repetere signalene fra andre målere og sende dem videre i maskenettverket, så har én av målerne en mer sentral rolle og står for kommunikasjonen med nettselskapet.

Aidon-målere vil pulse mye sjeldnere hvis de stilles inn slik at de ikke har noen sentral rolle i maskenettverket. Nettselskapene kan til en viss grad påvirke dette ved å stille inn måleren som såkalt *endenode*. Er AMS-måleren stilt inn som endenode, betyr det at smartmåleren kun sender egne måledata inn til nettselskapet, og at måleren ikke er tilgjengelig for å motta og videresende data fra andre målere.

På denne måten reduseres antallet pulser fra 1-2 ganger i sekundet til én puls ca. hvert annet minutt.

Merk: Det er nettselskapet som må ordne dette. Endenode-løsningen aksepteres bare hvis det ikke skaper problemer for resten av maskenettverket.

5.2.4 PLC (Power Line Communication)

PLC er en teknologi som kommuniserer og sender meldingene om strøm-forbruket over strømnettet. Ca. 10-15 prosent av AMS-målerne i Norge kommuniserer bare over strømnettet, med PLC. Et av de nettselskapene som bruker PLC, er *Meløy nett*.

PLC innebærer at disse AMS-målerne sender frekvenser i området 2 kHz til 150 kHz på ledningsnettet.

PLC- kommunikasjon kan være en løsning dersom målerne kun oversender data en enkelt gang i døgnet. Hvis de sender oftere, er ikke dette en løsning vi vil anbefale, siden pulsene som sendes på ledningsnettet vil fordele seg på hele ledningsnettet i boligen, på lik linje med all annen *skitten strøm*.

I Frankrike er innføringen av AMS-målere basert på PLC. Som du vil se andre steder i denne boka, har det ført til en rekke rettsaker der nett-selskapet er blitt dømt til å fjerne kommunikasjonen i måleren på grunn av skitten strøm som har gjort folk syke.

På den annen side fins det tilfeller i Norge tilfeller der folk som ikke kunne ha noen trådløs løsning uten å få sterke akutte helseplager, ble tilbudt PLC som så ble prøvd ut med betydelig hjelp fra nettselskapet, og tålte dette uten å få akutte plager.

Ref. 196: eposter mellom abonnent N.N., Meløy nett og Einar Flydal, 2020

Når man har akseptert fenomenet, bekrefter slike tilfeller hvor varierte og individuelle de biologiske reaksjonene på EMF kan være. Men den store variasjonen i reaksjoner har vært brukt til det motsatte – å argumentere for at reaksjonene må ha andre årsaker, eller være psykisk betinget. Dette er fortsatt helse-Norges offisielle standpunkt.

5.3 Søknad om fritak for AMS

Reguleringsmyndigheten for energi (RME) og Norges vassdrags- og energi-direktorat (NVE) har åpnet for at nettselskapet kan gi fritak for AMS dersom en AMS-måler er til «vesentlig dokumentert ulempe».

Ref. 197: Brev fra NVE til FELO, ref. NVE 200701944-252 ek/ave, 14.03.2012, om dispensasjon for eloverfølsomme

I praksis har et fritak hittil betydd *fritak fra AMS-målerens radiosender* dersom man har legeattest på at man har *helseplager* fra elektro-magnetiske felt:

At døgnkontinuerlig aktive mikrobølgesendere med skarp pulsing skaper generelt økt helserisiko, har *ikke* vært akseptert som fritaksgrunn. En rekke personer som har fått avslag av nettselskapet på søknader om fritak fra AMS grunngitt i *generell helserisiko* eller *hensyn til el-overfølsom nabo*, har klagd videre til NVE og eventuelt OED.

Så vidt vi vet, har alle slike klager blitt avvist av NVE, RME og OED , med henvisning til grenseverdiene, sendernes svake stråling, DSAs påstander om kunnskapsstatus, og AMS-målernes viktige rolle i innføringen av et nytt kraftdistribusjonssystem med høy samfunnsnytte.

For et eksempel på avslag, se

Ref. 198: Avslag fra OED til N.N. på klage på NVEs vedtak, ref. 16/367, 2.10.2017, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2021/03/201700796-9-Svar-pa-klage-pa-NVEs-vedtak-om-installasjon-av-AMS-maler-21....pdf

Helsedirektoratet har gitt helsepersonell forbud mot å skrive at pasienten ikke tåler strålingen fra AMS-målernes sendere. Flere juristutredninger har derimot konkludert med at Helsedirektoratet ikke har adgang til å gi et slikt forbud, se f.eks.

Ref. 199: Advokatfirmaet Erling Grimstad AS og Einar Flydal: Smartmålerne, jussen og helsa, Z-forlag, 2018, Del 1

og mange leger har uansett skrevet ut attester: Helsedirektoratet har spesifikt angitt at leger ikke får anføre at pasienten får helseplager fra strålingen fra AMS-målere. Nettselskapene aksepterer legeuttalelser som bare refererer pasientens utsagn.

Det er altså nok at legen skriver at du opplever det sånn. Slik har legen ikke vært nødt til å vise fram noen egen mening om saken, og helse-Norges illusjon om at symptomene har andre årsaker, eventuelt er rent psykiske, blir ikke så kraftig utfordret at det blir for politisk eller for vanskelig for forvaltningen.

178

I de tilfeller der saker om skifting av måler er brakt for retten, har det skjedd knyttet til krav om *midlertidig forføyning*, fordi nettselskapet har truet med å stenge strømmen. Disse sakene vært avgjort på andre grunnlag enn helse.

For en (ufullstendig) oversikt over AMS-saker som har vært for retten, se

> Ref. 200: https://einarflydal.com/2020/12/02/ams-na-kommer-rettssaken-og-her-er-dommene/

5.4 Fritak begrunnet med skitten strøm?

Fritak fra å skifte til ny måler uten sender på grunn av helseplager fra *skitten strøm* har så langt ikke vært godtatt, men flere har fått midlertidige utsettelser av enkelte smidigere nettselskap.

Så langt vi vet, har per dato (15.3.2021) ingen saker vært oppe i det norske rettsvesenet der *helse* som fritaksgrunn for installasjon av utstyr som lager skitten strøm, har vært behandlet i retten. Heller ingen andre begrunnelser har vært godtatt, så som personvern, samfunnssikkerhet, eller annet.

5.4.1 Slik søker du

For å søke fritak fra AMS må man levere lege- eller psykologuttalelse til nettselskapet. Du må finne en lege eller psykolog som vil skrive ut en attest. Det godtas for fritak at legen eller psykologen skriver at:

- du frykter at strålingen kan gi helseplager, eller at
- du mener selv at du ikke tåler slik stråling.

Søknaden sendes til nettselskapet ditt. RME har bestemt at alle nettselskap er pliktige til å godta søknad med erklæring fra lege eller psykolog. Ingen nettselskap har rett til å avslå en slik søknad.

Det du i realiteten for fritak fra, er fra mikrobølgesenderen i AMS-måleren. Når denne er slått av / tatt ut, er måleren per definisjon ikke lenger en AMS-måler, bare en ny måler.

Det du ikke har fått fritak fra, er den skitne strømmen. Om du vil betrakte den som et problem, bør du vurdere hvilke tiltak du ellers gjør, og kan

gjøre, i huset for å beskytte deg mot skitten strøm også fra andre kilder, så som dimmere, mobilladere, billader, sparepærer, strømforsyninger, m.m.

5.5 Skjerming mot AMS-måleren

Noen er i en situasjon som gjør det umulig å få fritak fra AMS-senderen, for eksempel fordi de leier midlertidig, eller fordi de plages av AMS-måleren til en nabo. Det er likevel mulig å få redusert strålingen ved hjelp av forskjellige skjermingstiltak:

Flere el-overfølsomme har hatt hjelp av *skjermende karbonmaling, skjermende tapet, finmasket metallnetting* eller *gardin-og fleece-stoff med innvevde metalltråder*, til vegger, gulv, tak eller til klær.

Slike materialer kan redusere eksponeringen vesentlig. Virkningsgraden står på produktene og kan verifiseres med enkle måleapprater.

Også her er det svært viktig å være oppmerksom på hvordan skjermings-tiltakene skal utføres. Det kan oppstå *mer* stråling inne hvis man ikke gjør ting rett:

Om du ser for deg at den innebygde antennen på AMS-måleren er en lyspære som lyser rundt i alle retninger og så langt at den når til nærmeste nabo, har du et godt bilde av strålingsomfanget fra AMS-måleren.

Målet med skjermingstiltakene blir da å skjerme sove- og oppholdsplasser ved hjelp av skjermingsmaterialer for dette «lyset». Samtidig skal man ikke forstyrre AMS-målerens kommunikasjon med omverden. Dessuten er det ofte andre strålingskilder som man også bør ta hensyn til. Det kan være basestasjoner for mobil i nærheten, naboens WiFi og smartmåler, osv.

Man bør derfor starte med å måle den totale elektromagnetiske belastningen i boligen og finne ut av kildene, før man starter. Enten gjør man det selv, eller man får en fagperson til å gjøre målingene. Ofte benyttes det feil type måleapparat. Måleinstrumentene må være tilpasset formålet.

5.5.1 Vanlige feil ved bruk av skjermings materiell

Selvgjort er ikke alltid velgjort. Typiske feil som kan gjøre forholdene verre, er:

1. Enkelte skjermer kun en vegg eller to i boligen for å stoppe strålingen fra f.eks. en AMS-måler, eller fra en mobilmast de ser utenfor boligen. Andre sendere stråler gjerne fra andre kanter, og bli reflektert i den skjermingen som er satt opp.

2. Man dekker gulv, vegger og tak med skjermende materiell, men glemmer dører og vinduer. Strålingen kommer da inn gjennom dører og vinduer og reflekteres i de skjermende materialene. Det kan ofte forverre situasjonen.

3. Man kjøper skjermingsmateriell uten å tenke på om dette er riktig materiale for det som man skal skjerme mot. Forskjellige typer skjermingsmateriell har forskjellige funksjoner og egenskaper. Det er viktig for å bruke riktig materiale.

Er du i tvil om hvilke tiltak som vil fungere best, eller har spørsmål relatert til måleinstrument eller skjermingsmateriell, bør du lese deg opp og rådføre deg med profesjonelle.

Du bør for all del ikke kle inn hele sikringsskapet eller AMS-måleren med skjermende materialer. Dette vil føre til at måleren skrur opp senderstyrken for å prøve å få kontakt med de andre målerne i maskenetteverket.

5.6 Filterløsninger for å fjerne skitten strøm

Noen velger å få installert kostbare elektriske filterløsninger på husets strøminntak, eller på hvert enkelt apparat i huset. Det gjør at de kan begrense mengden elektrisk støy, selv om de bruker moderne elektronikk. Dette kan gjelde batteriladere, data, TV utstyr, moderne hvitevarer, ladere til el-biler, LED pærer, lysstoffrør, lys-dimmere, solcellepaneler, osv.

Støyspenninger deles gjerne inn i to ulike typer. De krever litt forskjellige typer filterløsninger.

5.7 *Symmetrisk støy og asymmetrisk støy – og filtre*

- **Symmetrisk støy** filtreres normalt best med *kondensatorbasert filter*.
- **Asymmetrisk støy** kan filtreres med både *ferritter* og *kondensatorer*.

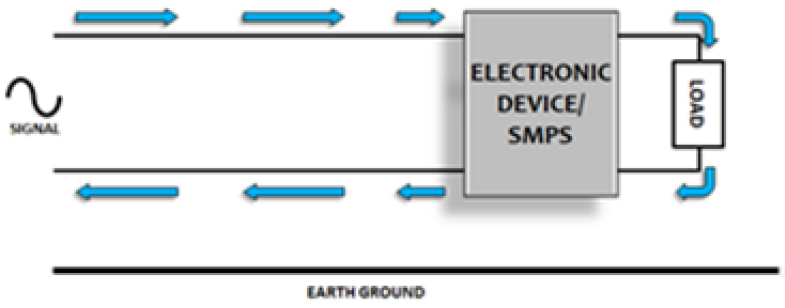
Asymmetrisk støy vil i større grad enn symmetrisk støy, stråle ut av ledningsnettet. Slik støy er derfor ekstra viktig å løse på en god måte.

Ved støy på det elektriske anlegget er det viktig å vite hvor støyen opptrer. Er støyen kun på de strømførende ledningene (faseledningene), eller går støyen også via jordledningen? Dette er viktig for å avgjøre hva slags filter som skal benyttes.

Symmetrisk støy (engelsk: *differential mode*) er nesten alltid den dominerende støyen ved lavere frekvenser.

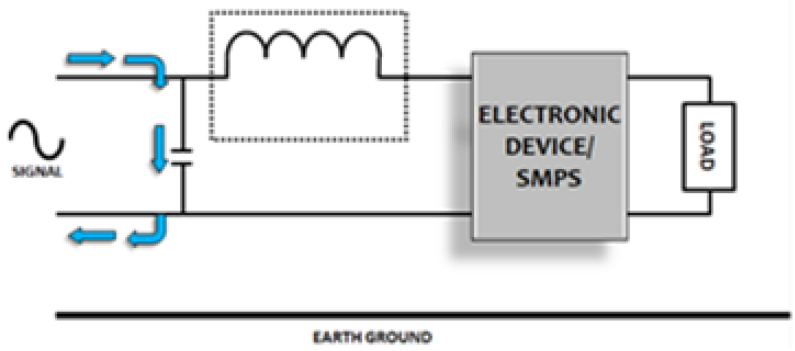
- Opptrer mellom to ledere (L1-L2 eller L1-N)
- Opptrer hovedsakelig ved lave frekvenser (typisk 150kHz - 1MHz)

Figur 55: Symmetrisk støy går langs ledningene L1 og L2. Støyen kan gjøre skade.



Jordkabelen, PE, vises nederst som sort linje.

Figur 56: Symmetrisk støy, men her med et filter som sender støyen over på retur-ledningen.

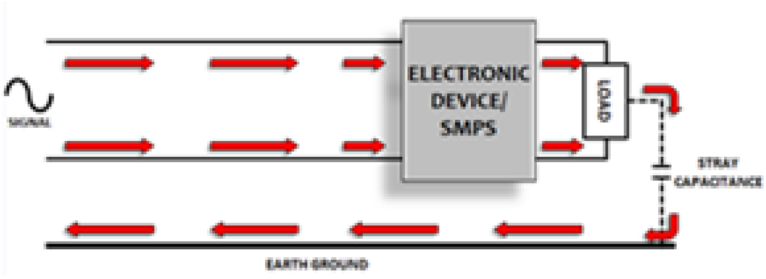


Kondensatorbaserte filtre er effektive til å redusere symmetrisk støy på ledningene ved å «kortslutte» høye frekvenser. Men en slik «kortslutning» vil få det til å gå *en ekstra høyfrekvent strøm* i ledningen mellom det elektriske støyproduserende utstyret og filteret. Denne strømmen vil generere et høyfrekvent magnetfelt.

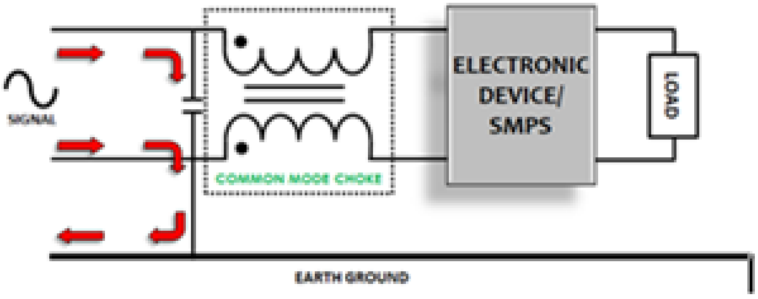
For å unngå at dette magnetfeltet sprer seg i boligen er det derfor viktig at filtrene plasseres så nær støykildene som mulig.

Asymmetrisk støy (engelsk: *common mode*) opptrer hovedsakelig ved høye frekvenser (omtrent 1 MHz og oppover). De

- opptrer mellom lederne i en kabel og jord (L1-PE og L2-PE),
- men kan også komme utenfra og inn i hus ved lavere frekvenser.



Figur 57: Asymmetrisk støy uten filter. Støyen går langs ledningene L1 og L2 og til jordkabelen, PE, som vises nederst.



Figur 58: Asymmetrisk støy med filter. Det passes på at støyen ikke sprer seg i jordkabel.

For å redusere *elektrisk støy som kommer inn utenfra* fra det eksterne strømnettet, kan det enten monteres et *én-fas eller tre-fas linjefilter*, og/eller monteres *ferritter* på hovedinntaksledningen, plassert etter strømmåleren.

Ferritter på hovedinntaksledningen er et effektivt tiltak mot *asymmetrisk* støy. Ferrittene resulterer i en impedans for høyfrekvente signaler som

demper asymmetrisk støy. Energien reflekteres enten tilbake i kabelen, eller blir avledet som svak varme.

Ved bruk av elektrisk støyfilter er det en viss fare for å gjøre situasjonen verre. Det er viktig å være oppmerksom på dette, så man ikke lager nye problemer.

5.8 Viktig å ikke skape skitten strøm på jordingskabelen

Et problem med kondensatorfiltre er at de kobles til elektrisk jord i huset for «å lede vekk» skittenstrømmen.

Imidlertid er husets jordledning også koblet til andre deler av det elektriske anlegget i huset, ettersom jordledningen går gjennom huset. Alt som er jordet og koplet til det elektriske anlegget, er dermed koplet til jord-ledningen.

Støyen/skittenstrømmen kan dermed lett ledes videre til alle jordede ledninger og apparater og dermed stråle ut fra disse ledningene og apparatene, med disse som antenner. Slik bruk av kondensatorfiltre kan dermed forverre skittenstrømsituasjonen i huset.

Et kondensatorbasert linjefilter i sikringsskapet bør derfor ikke jordes, med mindre man kan opprette en kobling til jord uavhengig av boligens egen lokale jord. Det ideelle vil være å grave ned en kobberplate på 1 x 2 meter, eller ved å bruke nettselskapets globale jord - dersom den er tilgjengelig. Kontakten mellom boligens egen lokale jord og globaljord må i så fall brytes. Linjefilteret vil redusere støy mellom fasene uavhengig av om det er jordet.

5.9 Støy og elektrisk jord (PE)

Alle elektriske installasjoner i Norge skal ha et jordingsanlegg for å beskytte mennesker og dyr mot farlige elektriske strømmer og overspenning som kan oppstå ved feil på det elektriske anlegget eller på tilkoblet utstyr.

Jording kalles derfor «protective earth», det vil si beskyttende jord (PE). I tillegg til personellsikkerhet, er det overordnede formålet med et jordings-

system å minimere potensial-forskjeller mellom forskjellige jord-forbindelser eller ledere.

God jording i bolig oppnås ved at:

- En jordledning føres frem til bolig fra nettstasjon (global jord).
- En jordelektrode setter ned i bakken (i jorda) i form av kobberspyd, kobbertråd (ringjord) eller lignende. Jordelektroden må ligge i frostfri jord/sand/leire for at den skal fungere best mulig.
- Dersom det bygges på fjell, kan det være behov for å borre et hull hvor man setter inn et jordspyd og fyller hullet med en spesiell jordings-mørtel, slik at man oppnår jordforbindelse.
- Jordelektroden(e) tilkobles hovedjordklemme/-skinne i sikringsskapet med en jordingsleder.
- Fra sikringsskapet føres jord (PE) frem gjennom kabler og ledninger til stikkontakter, utstyr og apparater.

Krav til høyeste tillatte jordmotstand (overgangsmotstand for jord-elektroden er systemavhengig:

For TT- og IT-systemer m/jordfeilbryter (30 mA) aksepterer normen meget høy jordmotstand (maksimalt 1666 ohm), men dette er ikke å anbefale. Vi anbefaler alltid at man gjør nødvendige tiltak for å *redusere overgangs-motstanden til maksimalt 10 ohm* for å få en effektiv avledning mot jord.

I og med at den asymmetriske støyen i dag gjerne inneholder høyfrekvens-komponenter, anbefaler vi å benytte en *flertrådet jordledning med minimum tverrsnitt på 25 mm^2* mellomjordelektrode og hovedjord-klemme/-skinne.

Der man har mye høyfrekvent asymmetrisk støy som man ønsker å fjerne fra boligens jordingsanlegg ved hjelp av linjefilter, kan det være behov for enda bedre jordforbindelse. I slike tilfeller kan det være en god løsning å grave ned en stor kobberplate, jo større jo bedre og gjerne på 1 x 2 meter, som den flertrådede jordledningen kobles til.

Dersom det er global jord ført frem til boligen, kan et godt tiltak være å koble denne til filterets jord og så bryte forbindelsen mellom global jord og boligens egen lokale jord. På denne måten vil den asymmetriske støyen

som filteret fanger opp, ledes ut av bolig og tilbake til nettstasjonen så man slipper å «forurense» PE internt i boligen.

5.10 Litt mer om kondensatorer, spoler og ferritter

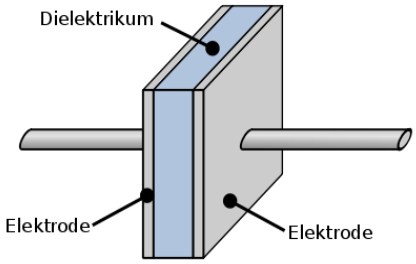
Her gis litt mer forklaring for ikke-teknikere om hvordan filtre basert på kondensatorer og ferritter virker. (Kilder her er wikipedia-artikler og lærebøker i elektronikk.)

5.10.1 Kondensatorer

Kondensatorer er vanlige elektroniske komponenter i elektronikk. En kondensator slipper ikke gjennom likestrøm, bare regelmessig vekselstrøm og tilfeldig skittenstrøm i form av pulser. Pulsenes topper reduseres, men de fortsetter å komme like brått og med samme frekvens.

Enkelt forklart er en kondensator to metallplater nær hverandre med svakt/ikke-ledende materiale (dielektrikum) imellom.

Kondensatorer kan brukes til å ta toppene av skittenstrømpulser. En kondensators evne til å ta toppene er frekvensavhengig: den har ulike evner ved ulike frekvenser.



Figur 59: En platekondensator med to elektroder med et ikke-ledende (dielektrisk) medium mellom. Kilde: https://no.wikipedia.org/wiki/Fil:Plate_Capacitor_DE.svg

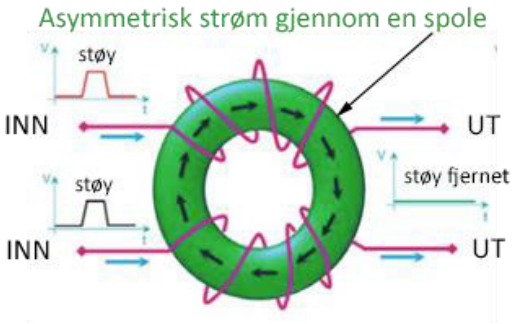
5.10.2 Spoler og ferritter

Spoler er enkelt forklart ledninger som er kveilet i spiral, f.eks. ledninger viklet rundt ferritter. Ferritter er «smultringer» av et spesielt keramisk kompositttmateriale. Ledningene tres gjennom hullet og rundt kanten et antall ganger. Spoler slipper gjennom både likestrøm og regelmessig vekselstrøm og sporadisk skittenstrøm i form av pulser, men spoler demper pulsene og de reduserer stignings- og avtrapningshastigheten.

Filtrering ved hjelp av kondensatorer er et fagfelt som mange elektro-folk er kjent med. Bruk av ferritter er langt mindre kjent stoff. *Symmetrisk* strøm og spenning filtreres normalt godt med kondensatorer, men kondensatorer er langt dårligere til å fange opp *asymmetrisk* strøm og spenning, som filtreres best med ferritter. Spoler virker bremsende på pulsene ved hjelp av induksjon: Strømmen går gjennom ledningene som er surret rundt ferrittene. Ved endringer i strømmen skapes det et magnetfelt i ferritten. Dette magnetfeltet induserer så strøm tilbake i ledningen igjen – men i motsatt retning:

I det strømmen øker i spolen blir magnetfeltet slik at det skaper en elektrisk strøm i *motsatt* retning av strømmen i ledningen, det vil si at den *motvirker økningen*. Ved redusering av strømmen blir magnetfeltet slik at det induserer strøm i *samme* retning som strømmen i ledningen og dermed *motvirker reduksjonen*. Det vil si at endringer i strømmen dempes av spolen.

Figur 60: Her ser vi hvordan skittenstrøm (støy) fjernes når ledningene surres rundt en spole.





Figur 61: Ulike typer spoler og ulike typer ferritt-ringer. (Kilde: https://no.wikipedia.org/wiki/Fil:Electronic_component_inductors.jpg

Mens noen har stor nytte av filtre som settes sammen av kondensatorer og monteres i sikringsskapet, er dette for andre ikke tilstrekkelig til å fjerne den skittenstrømmen som de blir syke av. Da er det nødvendig å forbedre filtrene med ferritt-spoler, og eventuelt også ha filtre andre steder i tillegg til i sikringsskapet.

Ferritter er kompositttmaterialer som brukes til å lage spole-baserte filtre. Ferritter hører til en ganske komplisert del av elektrofysikken som få kjenner til. Det er særlig hos radioamatører og ingeniører i amatørradio-miljøet at det er kompetanse og informasjon å hente: Også radioamatører er plaget av støy fra skittenstrøm. De er ute etter å få gode signaler og nå langt med sin radiokommunikasjon.

Avnskog har summert opp deres og egne erfaringer og har testet ut flere ulike filtre hos personer som får med betydelige helseplager av skitten-strøm. Han har over tid funnet fram til hvilke typer og kombinasjoner av ferritter som kan brukes for å fjerne de ulike høye frekvenser som kommer fra skittenstrøm som man vanligvis finner i moderne boliger. Frekvensene lar seg måle og virkningen av filtrene kan kontrolleres med spektrum-analysatorer.

Panelovnprodusenten Nobø produserte tidligere et filter med både kondensatorer og ferritter. Dette filteret har vist seg i enkelte utprøvinger å være den beste løsningen for å fjerne skittenstrøm i boliger. Nobøs kombinasjon av ferritter og kondensatorer gjorde dette filteret til en svært god konstruksjon som ikke synes å lage nye problemer. Det ser derfor ut til å være en optimal løsning for el-overfølsomme. Dette filteret produseres ikke lenger, men det er å håpe at noen vil klare å få i gang produksjonen igjen.

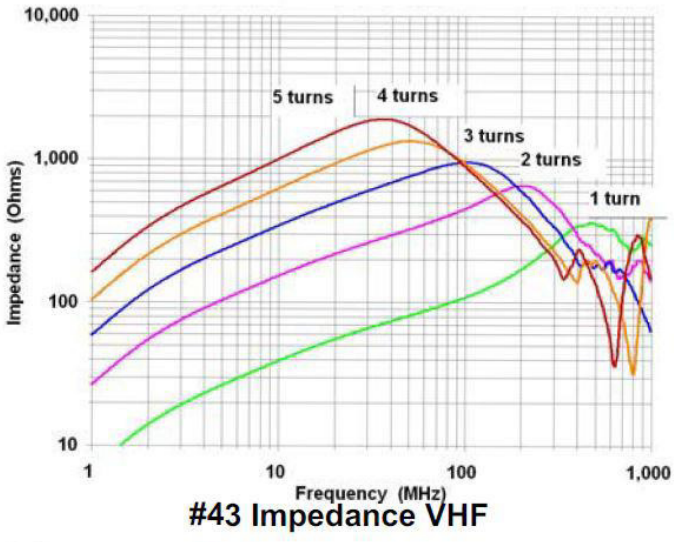
I tillegg til en slik generell løsning som Nobøs filter, må det gjøres individuelle tilpasninger ved prøving og feiling for den enkeltes situasjon, og utfra de typer og kombinasjoner av elektriske apparater som er koplet til det elektriske anlegget, både fordi skittenstrømmen som produseres av elektrisk utstyr er ulikt, og fordi kombinasjonene av skittenstrømmen danner interferens som vil være ulik avhengig av hva som er tilkoplet i huset (og av forandringer som blir gjort).



Figur 62: Nobøfilteret, ferrittdelen til venstre og kondensator- og sikringsdelen til høyre.

Når man lager filtre basert på ferritter, må man undersøke og prøve ut hvilken kombinasjon av ferritter og hvor mange ganger den enkelte strømledning må føres gjennom og rundt ferritten for å få optimal filtrering: For mange eller for få runder med ledningen kan gi dårligere resultater.

Figur 63 under viser et eksempel på ferritters egenskaper til å dempe skittenstrøm, avhengig av hvor mange ganger ledningen tres gjennom ferritt-ringen. Kompleksiteten viser i seg selv at det er langt gunstigere å fjerne skittenstrøm ved kilden enn å fjerne den i det elektriske anlegget.



Figur 63: dempningsevne til ferritt type #43 for ulike antall passeringer («turns») for frekvensene 1 til 1000 MHz, legg merke til logaritmiske akser.

6. Grenseverdier og regulering

Her behandles grenseverdier og regulering som tema delvis uavhengig av AMS-målerne. Det er lagt vekt på å vise at dette reguleringsregimet bygger på forutsetninger som er godt påvist å være særdeles utilstrekkelige, og at strålevernet bygger på fagtradisjoner som gjør blind: Strålevernets anbefalte grenseverdier mangler prediksjonsevne. De er altså ikke egnet for strålevern siden de ikke kan forutsi når og hvordan godt påviste skader oppstår.

Videre vises det at vi i Norge praktiserer en tolkning av ICNIRPs retningslinjer som ikke følger av retningslinjene, og som er i åpenbar motstrid med et vitenskapsbasert kunnskapsgrunnlag.

Det gis forklaringer på hva slags «indre logikk» som forsvarer en slik systemsvikt, og det vises at det har store konsekvenser for hva som kan regnes som sikker avstand fra kilden, og dermed for vurderinger av helserisiko – både i forbindelse med AMS-målere og ellers.

6.1 Tekniske og helsebetingede grenseverdier – og ansvarsområder

Her omtales grenseverdier basert på oppvarming, strålevernet, og at miljøproblematikk synes å få lite oppmerksomhet.

De fleste land har lovpålagte grenseverdier som angir maksimalt tillatt styrke (effekt) på tilsiktede, *utsendte* elektromagnetiske signaler fra sendere og på utilsiktet støy fra elektrisk/elektronisk utstyr. Det fins omfattende tekniske standarder for slikt, ikke minst for å sikre at ulike kilder ikke forstyrrer for de andres funksjonsevne (EMC – elektromagnetisk kompatibilitet). Det fins også et omfattende regulatorisk apparat i form av offentlige forvaltningsorganer, lover, forskrifter og godkjenningsordninger.

I Norge er det NKOM – Nasjonal kommunikasjonsmyndighet – som regulerer radiokommunikasjonen. Tidligere hadde Norge en egen godkjenningsmyndighet for elektrisk materiell, NEMKO. Denne er, enkelt beskrevet, avviklet til fordel for EUs CE- og andre internasjonale godkjenningsordninger.

For folkehelsen og den enkeltes helse, er det imidlertid ikke hva som sendes ut, men hva som mottas, *eksponeringen*, som er viktig:

Strålevern skal sikre at *eksponeringen* for elektromagnetiske signaler ikke truer folkehelse og arbeidsmiljøet. Grenseverdier motivert utfra strålevern danner en ytre ramme også for tekniske reguleringer: Således må f.eks. fribruksforskriften, som AMS-målere og annet ikke-lisenspliktig utstyr med sendere er underlagt, gi begrensninger som også sikrer et forsvarlig strålevern, og ikke bare ta tekniske hensyn.

Grenseverdier for eksponering forvaltes via flere «leveransekjeder». Således forvalter Arbeidstilsynet visse absolutte maksimumsgrenser for arbeidslivet utfra EU-standarder, CE-sertifiseringer skal sikre at eksponering fra teknisk forbrukerutstyr ikke overskrider CE- og andre standarder, mens DSA – Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet – har forvaltningsansvaret for strålevernet for befolkningen.

De følgende avsnittene er - med små tilpasninger – hentet fra

> Ref. 201: Flydal, E: Hvem avgjør om din WiFi-ruter er helsefarlig? – Labyrinten fram til Tordenskjolds soldater, bloggpost 20.01.2017, https://einarflydal.com/2017/01/20/hvem-avgjor-om-din-wifi-ruter-er-helsefarlig-labyrinten-fram-til-tordenskjolds-soldater/

og viser at ansvar for strålevernet knyttet til forbrukerutstyr som ikke overskrider CE- og andre standarder peker tilbake til DSA, men at DSA gjennom *strålevernforskriften* har frasagt seg befatning med slikt teknisk utstyr, så lenge grenseverdiene er overholdt:

> Teknisk utstyr er underlagt *Produktkontrolloven*. Produkt-kontrolloven regulerer sammen med *produktansvarsloven* produksjon og salg av produkter, herunder forbrukerelektronikk, også med hensyn til eventuell helsefare. Produktkontrolloven forvaltes / håndheves av *Klima- og miljødepartementet, som selvsagt er helt uten strålevernfaglig kompetanse*. Produkt-kontrolloven spesifiserer at et produkt er OK når det er i henhold til gjeldende *forskrifter* og regler (§3b).
>
> Om produktet er i henhold til forskrifter og regler, avgjøres av de forskriftene som regulerer det tema som er aktuelt. Det tema som

er aktuelt for trådløst sendeutstyr o.l., er eksponering for *ikke-ioniserende stråling*. Ikke-ioniserende stråling reguleres av *Strålevernforskriften*, samt diverse el-forskrifter som vi kan se bort fra i vår sammenheng. Strålevernforskriften sier at forbruker-produkter ikke er underlagt forskriftens øvrige bestemmelser når *grenseverdiene* er overholdt (§2e).

Forslag til grenseverdiene er satt av *ICNIRP 1998*, siden mars 2020 av ICNIRP 2020-retningslinjene. Dette er, som nevnt over, et sett *retningslinjer* med forslag til *referanseverdier* som kan brukes som grunnlag for *grenseverdier*, og har som ambisjon å beskytte mot *akutt oppvarming* (og hallusinasjoner, ved lave frekvenser), *ut fra den forutsetning at det ikke er «sikkert nok» påvist skader ved svakere eksponering*.

DSA angir kun *anbefalte grenseverdier for eksponering av befolk-ningen*, og setter dem likt med de verdier ICNIRP har beregnet seg fram til (og i praksis samordnet med USAs standardiserings-organisasjon IEEE) vil sikre mot at eksponeringen ikke medfører *skadelig vevsoppvarming*.

Samtidig peker Miljødepartementet, som har ansvaret for produkt-kontrollen, til DSA, som altså har frasagt seg dette forvaltnings-området.

Alle piler peker altså tilbake til DSA. De viser også at vi ikke har grense-verdier, men *anbefalinger* om ikke å overskride de referanseverdier som skal sikre mot *oppvarmingsskader*. Og samtidig synes DSA gjennom forskrifter å være fritatt for ethvert ansvar på området, som det vil gå fram av senere punkter.

6.2 Eksponeringsgrensene for befolkningen

Her gis en oversikt over forskjellene på grenseverdier i ICNIRP-land og en del andre land.

Det er stor forskjell mellom grenseverdiene for eksponering for «ikke-ioniserende» stråling i ulike land. Hovedskillet går mellom vestlige land, gjerne NATO-medlemmer, på den ene siden og store land som Kina, India, Russland og andre østeuropeiske land, Italia og Sveits på den andre. Se Figur 64.

Norge og Norden forøvrig, USA og en rekke andre NATO-land har grense-verdier satt lik ICNIRPs retningsgivende verdier for vern mot oppvarmings-skader. Dette gir grenseverdier for disse landene som er hundre ganger høyere grenseverdier enn de ovennevnte landene.

Grenseverdier for flere land og regioner, med flere detaljer, er gjengitt fra WHO i den norske utvalgsrapporten fra 2012:

> Ref. 202: Alexander, Jan m.fl.: Svake høyfrekvente elektromagnetiske felt – en vurdering av helserisiko og forvaltningspraksis, FHI-rapport 2012:3, Folkehelseinstituttet, 2012, lastes ned fra https://www.fhi.no/globalassets/2012-3_mobilstraling, side 168 ff.

Grenseverdiene for befolkningen generelt (altså utenom arbeidslivets situasjoner) er i Norge og flere andre land ikke absolutte, men *anbefalte*. Det foreligger altså ikke grenseverdier for befolkningen i egentlig forstand, men kun *anbefalinger* om maksimalt eksponeringsnivå.

6.3 Grenseverdiene i land som følger ICNIRPs oppvarmingstankegang

Her står mer om oppvarmingsbaserte grenseverdier og gjennomsnitt.

Maksimalt anbefalt eksponeringsnivå beregnes i henhold til stiftelsen ICNIRPs retningslinjer som et *gjennomsnitt over tid* – 6 eller 30 minutter, avhengig av ulike faktorer – *og som gjennomsnitt over en flate* (1 m^2). Denne beregningsmåten bygger på antakelsen om at *vevsoppvarming* er et tilstrekkelig kriterium for å sikre mot skade, hvilke gjennomsnitts-temperaturer som utløse vevskade, og på antakelser om kroppsvevs evne til å absorbere, frakte vekk og fordele varme.

193



Figur 64: Grenseverdiene (her i W/m^2) for elektromagnetisk stråling fra trådløs kommunikasjon i ulike land ved frekvenser rundt 1 GHz. Søylen som viser ICNIRPs verdi er hentet fra ICNIRPs retningslinjer fra 1998. ICNIRPs nyere retningslinjer fra mars 2020 anbefaler romsligere grenseverdier som gir mulighet for vesentlig kraftigere korttids- og samlet eksponering enn det denne figuren viser. (graf: E. Nordhagen)

194

Det historiske opphavet til denne beregningsmåten er USAs marines – og andre våpengreners – behov for beskyttelse mot akutte skader, og ønsket om ikke å måtte ta ansvar for skader som oppstår over lang tid. Derfor er de fleste beregninger gjort basert på "SAM", en standardisert, stor, frisk, voksen, mann. Dette er en «tradisjon» man fortsatt forholder seg til. De fleste mennesker er betydelig mindre enn SAM og vil således blir sterkere påvirket, til dels ganske mye sterkere påvirket, som f.eks. spedbarn.

> Ref. 203: Maisch, Don: The Procrustean Approach, Setting Exposure Standards for Telecommunications Frequency Electromagnetic Radiation, PhD-avhandling, Univ. of Wollongong, 2010, http://www.emfacts.com/the-procrustean-approach/
>
> Ref. 204: Paul Brodeur: The Zapping of America, Norton & Co, N.Y., 1977
>
> Ref. 205: Jacobsen, Eva Theilgaard: «SAR, SAM, Schwan og naziforbindelsen», Medlemsbladet, EHS-foreningen, Juni 2020

Fordi denne beregningsmåten baserer seg på gjennomsnitt, gir den rom for svært høye punktvise, kortvarige pulser, som jo ikke bidrar vesentlig til oppvarming av vev.

Utfra oppvarmingstankegangen er det rimelig å anta at det vil det være *pulstoppene* – altså mikrosekundene med den kraftigste energien – som vil være mest bioaktive. ICNIRPs anbefalinger bruker i tråd med dette et forholdstall på 32 mellom gjennomsnitt og toppverdi (se over om PAPR og Crest-faktor). Det betyr at man ut fra ICNIRPs oppvarmingsbaserte retningslinjer skal kunne utsettes for pulstopper som er 32 ganger høyere enn grenseverdien, uten å få akutte, skadelige helsevirkninger som er manifeste, solid påvist og generelt aksepterte:

> Ref. 206: ICNIRP, 1998. «ICNIRP Guidelines For Limiting Exposure To Time-Varying Electric, Magnetic And Electromagnetic Fields (UP To 300 Ghz)», Health Physics 74 (4):494-522; 1998, https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf, tabell 6, note 5, side 511:
>
> For verdier for energitopper ved frekvenser som overskrider 100 kHz. Mellom 100 kHz og 10 MHz, er de maksimale verdiene for feltstyrke skaffet til veie ved å interpolere mellom 1,5 ganger høyeste verdi ved 100 kHz og 32 ganger høyeste verdi ved 10 MHz. For frekvenser over 10 MHz foreslås det at energitettheten i topper,

beregnet som for flate bølger [et begrep i bølgeteori, o.a.] og gjennomsnittsberegnet over pulsbredden, ikke overskrider 1 000 ganger Seq-grensene, eller at feltstyrken ikke overskrider 32 ganger feltstyrkens eksponeringsnivåer gitt i tabellen.

Det har gått fram av tidligere deler av boka, og vil også framgå i senere deler, at oppvarming som kriterium for å fastsette grenseverdiene er høyst utilstrekkelig, også med hensyn til pulsing: *Pulsing har biofysiske virkningsveier som åpenbart ikke kan knyttes til oppvarming.*

Vi har f.eks. vist til virkninger på kollagen fra værpulser ved svært svake energier. Likeså fins det en omfattende litteratur om hvordan en rekke biologiske funksjoner, blant annet immunitet og mutasjoner, påvirkes av naturens elektromagnetiske felt ved ekstremt lave styrker, i komplekse samspill bl.a. tidsstyringsfunksjoner i DNA. Se f.eks.

Ref. 207: Zaporozhan, V., & Ponomarenko, A. (2010). Mechanisms of geomagnetic field influence on gene expression using influenza as a model system: basics of physical epidemiology. International journal of environmental research and public health, 7(3), 938–965 https://doi.org/10.3390/ijerph7030938, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2872305/

Alt i 1971 valgte man å gripe til pulsenes *informasjonsverdi*, for å kunne forklare slik påvirkning som skjer helt uten at oppvarming er i bildet:

Ref. 208: Presman, A. S.: «Electromagnetic Fields and Life», engelsk utgave: Springer science+business media LLC, New York, 1970

Senere har man vært i stand til å forklare dyreatferd, f.eks. trekkfuglers navigering, ved hjelp av kvantebiologisk baserte sanseorganer i proteiner som påvirkes av klodens magnetfelt:

Ref. 209: McFadden, Johnjoe & Al-Khalili, Jim: Life on the edge, Broadway books, New York, 2014

Dette er funn som hver for seg viser at påvirkningspotensialet fra menneskelig bruk av EMF er overveldende, uten oppvarming. Det ville være oppsiktsvekkende og absurd om miljøet som utformer grenseverdier skulle fornekte disse funnene. Det dette miljøet i stedet gjør, er å skape institusjonelle mekanismer som sørger for maksimalt armslag ved å definere bort alle betenkeligheter. Det framgår av det følgende avsnittene.
196

6.4 Praksis i «ICNIRP-land» varierer – uten å bryte med ICNIRPs retningslinjer

Her vises at ICNIRPs retningslinjer slett ikke forbyr biologisk baserte grenseverdier, men legger til rette for å hindre dem.

En del av de land som «følger ICNIRP», har innført restriksjoner som i praksis betyr strengere grenseverdier. Slik har f.eks. Frankrike restriksjoner på bruk av WiFi og mobiler i skoleverket.

> Ref. 210: Loi n° 2015-136 du 9 février 2015 relative à la sobriété, à la transparence, à l'information et à la concertation en matière d'exposition aux ondes électromagnétiques [Lov nr 2015-136 av 9. februar 2015 om begrensing, åpenhet, informasjon og samstemthet vedr. eksponering for elektromagnetiske bølger], https://www.legifrance.gouv.fr/

I Frankrike, Spania, Nederland og Italia foreligger det domsavsigelser som innebærer aksept av økt helserisiko ved eksponering under ICNIRPs retningsgivende verdier for beskyttelse mot oppvarmingsskade.

Se f.eks. for omtale og rettskilder fra sak om mobilmast i Nederland:

> Ref. 211: Flydal, E: Gjennombrudd i nederlandsk rett om helserisiko ved stråling svakere enn ICNIRPs grenseverdier, bloggpost 31.12.2020, https://einarflydal.com/2020/12/31/gjennombrudd-i-nederlandsk-rett-om-helserisiko-ved-straling-svakere-enn-icnirps-grenseverdier/

Se for Frankrike en dom som nedlegger påbud om å fjerne kommunikasjon fra AMS-måler, som i Frankrike foregår over strømnettet, dvs. i form av skitten strøm:

> Ref. 212: «Compteurs communicants: le calvaire d'une EHS», L'age de faire, mai 2018. For oversettelse til norsk: se i Flydal, E: AMS, radiobølger og skitten strøm: En fransk historie, bloggpost 07.01, 2021, https://einarflydal.com/2021/01/07/ams-radiobolger-og-skitten-strom-en-fransk-tragedie/

Selv om disse landene «følger ICNIRP» ved å benytte referanseverdier for oppvarmingsskade som anbefalte grenseverdier, har altså rettssystemet felt dommer og statsforvaltningen truffet vedtak som innebærer at man erkjenner helserisiko også ved svakere, «sub-termisk», eksponeringsintensiteter.

Å vurdere at det oppstår skade også ved sub-termiske eksponeringer, er fullt akseptabelt innenfor ICNIRPs retningslinjer – både de fra 1998, 2002 og fra 2020:

Retningslinjene gjør det tydelig at de som skal benytte seg av dem, selv har ansvaret for å foreta en helhetsvurdering, vurdere kunnskapsstatus og utfra en slik gjennomgang vurdere om det er grunnlag for andre grense-verdier enn de som følger av ICNIRPs retningslinjer og av ICNIRPs syn på kunnskapsstatus.

Det er altså fullstendig «innafor» å vedta strengere grenseverdier enn ICNIRPs referanseverdier:

> Ref. 213: ICNIRP 2002, ICNIRP statement, General approach to protection against non-ionizing radiation, HEALTH PHYSICS 82(4):540-548; 2002, side 545:
>
> «Hvis tilgjengelige data gjør det mulig å påvise en negativ helse-virkning, men ikke er gode nok til å finne noen terskel, kan andre risikoreduserende strategier tas i bruk. ICNIRPs rolle som et vitenskapelig rådgivende organ ville [i så fall] være å analysere risikoen i form av konsekvensnivåer som ville kunne kvantifiseres. Om slike risikoer er aksepterbare ville, imidlertid, [måtte] baseres på sosiale og økonomiske overveielser, og, som sådan, falle utenfor ICNIRPs virkeområde. Nasjonale myndigheter med ansvar for risikohåndtering vil kunne gi videre råd om strategier for å unngå virkningen eller begrense risikoen.»
>
> Ref. 214: ICNIRP, 1998. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Phys 74:494-522, Side 494-495:
>
> «Ved å etablere eksponeringsgrenser erkjenner Kommisjonen behovet for å forene en rekke innbyrdes avvikende ekspert-uttalelser. Vitenskapelige rapporters gyldighet må vurderes, og ekstrapoleringer fra eksperimenter på dyr til virkninger på mennesker må gjøres. Begrensningene i disse retningslinjene ble basert utelukkende på vitenskapelige data; dagens tilgjengelige kunnskap tyder imidlertid på at disse begrensningene sørger for et passende beskyttelsesnivå for eksponering for tidsvarierende EMF.»

Ref. 215: Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 KHz to 300 GHz), International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), Health Physics, May 2020, Volume 118, Number 5, DOI: 10.1097/HP.0000000000001210
https://www.icnirp.org/en/publications/article/rf-guidelines-2020.html

Side 1 spalte 2:
« Selv om disse retningslinjene er basert på den beste vitenskapen som nå er tilgjengelig, erkjennes det at det kan finnes begrensninger i denne kunnskapen som kan tenkes å ha følger for eksponeringsgrensene. Derfor vil disse retningslinjene bli revidert jevnlig og oppdatert etter hvert som det gjøres framskritt innen den relevante vitenskapelige kunnskapen.»

Side 2, spalte 2:
« Å basere seg på slikt belegg når man skal fastslå negative helse-virkninger er [viktig] for å sikre at eksponeringsbegrensningene baseres på reelle virkninger, og ikke på påstander uten hold [i fakta]. Disse kravene kan det imidlertid fires på dersom det foreligger tilstrekkelig tilleggskunnskap (så som forståelse av den relevante biologiske samhandlingsmekanismen) til at man kan bekrefte at negative helsevirkninger med rimelighet må forventes å forekomme.»

ICNIRP 2020 tar forøvrig en rekke forbehold for visse skadetyper. Dette er gjennomgått i

Ref. 216: Einar Flydal, Else Nordhagen og Odd Magne Hjortland: ICNIRPs nye retningslinjer for strålevern er basert på faglig uholdbar dokumentasjon, åpner for sterkere eksponering, svekker myndigheters og forbrukeres kontrollmulig-heter, og legitimerer økt helse- og miljøskadelig infrastruktur, som fra 5G, notat, 21.05.2020, https://einarflydal.com/utredninger-boker-m-m-a-laste-ned-bestille/

Ved å gjøre slike unntak, kan ICNIRP opprettholde forestillingen om at det er legitimt å basere retningslinjer for eksponeringsgrenser for EMF på oppvarmingsparadigmet.

På samme vis kan stater «følge ICNIRP» ved å bruke eksponeringsgrenser basert på oppvarming, men samtidig innføre restriksjoner, f.eks. på bruk av

visse typer signalering i hjem, barnehager, skoler, sykehus. Dette gjøres i mange land, bl.a. Frankrike, India, Russland, Kypros, Israel.

6.5 Norsk strålevern «mer katolsk enn paven»

Her vises det at vi i Norge har en praksis for en restriktiv tolkning av ICNIRPs retningslinjer som ikke følger av retningslinjene, og som er i åpenbar motstrid med kunnskapsgrunnlaget.

Slike vurderinger som vi har sett gjort ovenfor i andre land utnytter det handlingsrommet som ICNIRPs retningslinjer oppfordrer til - altså å «følge ICNIRP» som utgangspunkt, og så sette strengere grenseverdier fordi man erkjenner at det fins sub-termiske skader fra eksponering for EMF.

En slik praksis har, så langt vi kjenner til, hittil ikke forekommet i forvaltning eller domstoler i Norge. I stedet har domstolene referert enkelt til Strålevernets tolkninger, tilsynelatende uten å se at disse ikke følger av ICNIRPs retningsgivende verdier for å unngå oppvarmingsskader, og som om det foreligger et klart kunnskapsgrunnlag som tilsier at diagnoser som mikrobølgesyke/el-overfølsomhet *ikke kan* ha rot i eksponering for elektromagnetiske felt.

Norske kjennelser:

> Ref. 217: 2007-03-28 HR-2007-607-A-Rt-2007-464 Sør-Trøndelag. Erstatningsrett. Høyspentanlegg. Tålegrense. Redusert verdi og tapte utbyggingsmuligheter. Tapte - men fikk dekket sine saksomkostninger.
>
> Ref. 218: 2011, Sak 2011/524 Ville heve kontrakt pga trafo i kjelleren. https://www.aftenposten.no/norge/i/rAqpA/Ma-punge-ut-for-stralefrykt
>
> Ref. 219: 2015, Sak 14-103302TVI-AHER/2, Sak om basestasjoner plassert 30 m fra huset til radiostrålingsspesialist. Tapt fordi grenseverdier ikke overskrides. https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2015/03/dommen-25032014.pdf
>
> Ref. 220: Trygderetten: ANKESAK NR. 20/00456: NAV KLAGEINSTANS Saken om kongens vaktmester, som hadde to mobilbasestasjoner rett ved hodeputa i lengre tid og ble ufør. Anke avslått, begrunnet med ingen påvist sammenheng mellom eksponering og angivelig el-overfølsomhet eller de aktuelle symptomene.
>
> Ref. 221: Trygderetten: Kjennelse TRR-2011-2208 Resultat: el-overfølsomhet anerkjennes ikke, funksjonell lidelse må vurderes

Ref. 222: Trygderetten: Kjennelse TRR-2014-2880 Resultat: Pasienten mener bestemt at hun har el-overfølsomhet. Dette er ikke en anerkjent diagnose og kan derfor ikke brukes til å få uføretrygd.

Ref. 223: Trygderetten: Kjennelse – TRR-2016-2020 Resultat: Vilkår for gjenopptagelse ikke oppfylt, nektet fremmet

Det er bemerkelsesverdig at i Kjennelse TRR-2014-2880, dokument nr. 2 er det gitt følgende bemerkning:

> «Retten vil likevel tilføye at dersom diagnosen hadde vært ME/CFS eller «asteni», som fastlegen benytter, hadde det blitt tatt utgangspunkt i Aps (= ankende parts) egen beskrivelse av symptomer og plager. Det er etter rettens syn nærliggende å anta at hun har en invalidiserende funksjonsnedsettelse som er varig. Slik saken foreligger for Trygderetten, finner retten imidlertid ikke grunnlag for å gå nærmere inn på denne problemstillingen.»

I avsnittet over det nettopp refererte bemerkes det:

> «Pasienten mener bestemt at hun har el-overfølsomhet. Dette er ikke en anerkjent diagnose og kan derfor ikke brukes til å få uføretrygd.»

Det går igjen i flere av disse sakene at saksøkerne selv vil ha saken behandlet ut fra diagnosen «el-overfølsomhet», og oppfyller dermed ikke vilkårene for rett til uførepensjon, ettersom diagnosen ikke er anerkjent. *Saksøkerne får avslag fordi de insisterer på en årsakssammenheng som ikke anerkjennes av Trygderetten, og en diagnose - «el-allergi/el-overfølsomhet» - som angivelig ikke er «vitenskapelig basert» og alminnelig anerkjent i norsk medisinsk praksis.*

I land der det gjelder biologisk baserte eksponeringsgrenser, ville ikke helseskader fra samme grad av eksponering måtte utelukkes som «umulig» på grunn av konflikt med grenseverdiene, om sakene overhodet hadde kommet for retten.

6.6 *Grenseverdiene i land som har biologisk baserte eksponeringsgrenser*

Her vises eksempler på grenseverdier satt utfra biologiske funn.

Bak maksimalt eksponeringsnivå i de landene med lavere grenseverdier for eksponering, ligger det ulike vurderinger. Felles er at de tar hensyn til flere andre faktorer, herunder pulsing.

I foregående avsnitt er det vist at flere land som «følger ICNIRP» har avvik som begrunnes eller må forklares utfra at deres strålevern gjør den vurdering at det også skal tas hensyn til biologiske skader som opptrer ved sub-termiske eksponeringsnivåer.

Vi har gjort henvendelser til enkelte av disse landene for å få vite hvordan de begrunner de lavere grenseverdiene, men disse er ikke blitt besvart. Vi får i Figur 65 likevel innsikt i noen parametere som er blitt tillagt vekt: eksponeringens varighet og om signalformen er fast eller pulset. Figur 65 gjengir en tabell over grenseverdiene rundt 1980 som viser eksponeringsgrensene i USA og Vest-Europa og i deler av Øst-Europa:

> Ref. 224: Hecht, K. «Der Wert der Grenzwerte für Handystrahlungen», Kompetenzinitiative e.V., 2009, http://competence-initiative.net/KIT/wpcontent/uploads/2014/09/hechtgrenzwertekiint20090109.pdf , gjengitt i Advokatfirmaet Erling Grimstad AS og Einar Flydal: Smartmålerne, jussen og helsa, Z-forlag, 2018, Del 2, side 148

Varighet per dag	Maksimal tillatt gjennomsnittlig effekttetthet (µW/m²)				Signalform
	USA, Vesteuropa	Polen	fhv. Tsjekko-slovakia	fhv. DDR	
Full dag (i Østeuropa maks 8 timer)	100 000 000	100 000	250 000	1 000 000	fast
			100 000	500 000	impuls
Inntil 3 timer (Sovjet: 2 t)	100 000 000	1 000 000	650 000	5 000 000	fast
			250 000	2 500 000	impuls
Inntil 20 minutter	100 000 000	10 000 000	2 .000 000	10 000 000	fast
			800 000	5 000 000	impuls

Figur 65: Grenseverdier i USA/Vesteuropa og noen østeuropeiske land rundt 1980 (kilde Grimstad & Flydal 2018 etter Hecht 2018)

Sovjetunionen og østblokklandene hadde altså rundt 1980 – og mange av dem har fortsatt – langt lavere maksimumsgrenser for normalbefolkningen enn USA: bare på rundt en tusendel. Dessuten hadde flere land, slik Figur 65 viser, begynt å ta hensyn til at eksponering for pulset stråling har en sterkere biologisk påvirkning, og at denne ikke fanges opp av gjennomsnittsmålinger eller av grenser basert på strålingens intensitet. De vurderte det slik at det derfor trengtes strengere grenseverdier for slik eksponering.

Grenseverdiene ble fastsatt til verdier lavere enn der forskerne fant at kroppen begynte å forsvare seg etter eksponering over tid.

> Ref. 225: Michael Repacholi, Yuri Grigoriev, Jochen Buschmann og Claudio Pioli: Scientific Basis for the Soviet and Russian Radiofrequency Standards for the General Public, Bioelectromagnetics, 2012, DOI 10.1002/bem.21742

Bakgrunnen for den store forskjellen på hvor høyt grenseverdiene er satt, er altså at de land som har lave grenseverdier tar hensyn til at elektromagnetisk stråling har *biologiske virkninger* (også kalt *sub-termiske virkninger*), og ikke bare rene oppvarmingsvirkninger.

ICNIRP arbeider via WHO med å markedsføre ICNIRPs retningslinjer som grunnlag for å fastsette grenseverdier. f.eks. i Polen, Ukraina og India, med argumenter om at landet ellers blir offer for «grunnløs frykt» og at internasjonal standardisering er til beste for alle:

> Ref. 226: «Clear the air on mobile tower radiation, WHO tells India», The Hindu, february 19, 2014, https://www.thehindu.com/news/national/clear-the-air-on-mobile-tower-radiation-who-tells-india/article5704144.ece

Vi kan anta at dette «misjonsarbeidet» ikke dreier seg om å fremme folkehelsen. Det gjør man neppe ved å innføre mer romslige grenseverdier. Mer trolig dreier det seg om å legge grunnen for de romsligere grenseverdier som trengs for forsvarssamarbeid og for innføring av nye generasjoner trådløs kommunikasjon, så som 5G. Slikt arbeid må ikke minst oppfattes som handels- og forsvarspolitiske framstøt.

Dette begrunner vi med at det termiske paradigmet ikke er vitenskapelig forsvarlig: Det er gang på gang påvist i detalj at oppvarmingskriteriet ikke kan gi adekvat strålevern. Dette er behandlet ovenfor i Del 1, og videre

under. Vi begrenser oss her til en enkelt artikkel som spesifikt adresserer dette:

> Ref. 227: Havas, Magda: When theory and observation collide: Can non-ionizing radiation cause cancer?, Environmental Pollution 221 (2017), side 501-505, https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.10.018, for norsk oversettelse: https://einarflydal.com/2017/05/11/paradigmeskiftet-i-stralevernet-magda-havas-viser-det-klart/

6.7 Oppvarmingstanken er bygget inn i selve måleverktøyet

Grenseverdier måles ved å måle oppvarmningspotensialet. Her advares mot begrensningene dette gir.

Det er konvensjon innen strålehygiene-tradisjonen at grenseverdier angis i *energi per areal over tid*, det vil si hvor mye energi som er i de elektromagnetiske strålene som treffer et gitt areal i løpet av f.eks. 30 minutter. Ut fra teoretisk og erfaringsbasert kunnskap om vevets oppvarmingsevne beregner man så oppvarmingspotensialet fra den innstrålt energien.

(Som betegnelser brukes W/m^2, Watt per kvadratmeter, men det brukes en rekke varianter - som for eksempel mikrowatt per kvadratmeter, $\mu W/m^2$, eller mikrowatt per kvadratcentimeter, $\mu W/cm^2$. Volt per meter, V/m, eller varianter av det, er en annen måte å angi energien i elektromagnetiske stråler. Av historiske og praktiske grunner brukes alle alternativene. Man må altså være årvåken når man kommer over slike angivelser.)

Siden det er konvensjon at grenseverdier angis utfra oppvarmingspotensialet, er «det termiske paradigmet» bygget inn i selve måleverktøyet. I dette ligger også innbakt at man forventer en positiv noenlunde lineær sammenheng mellom eksponeringens intensitet (dose) og virkningen (respons).

I en artikkel om elektromagnetiske felt og kreft advarer Arnt Inge Vistnes, Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, om at antakelsen om at en slik positiv sammenheng mellom dose og respons kan være en hypotese av begrenset gyldighet:

Ref. 228: Arnt Inge Vistnes, Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, skriver i Fra Fysikkens Verden 2 (199) 42-47, 26. juni 1999

> «Praktisk talt alle studier bruker den såkalte «Time Weighted Average» (TWA) som mål for eksponering, enten direkte eller indirekte (f.eks. i form av såkalt «Line Configuration»). Men så lenge vi ikke kjenner til virkningsmekanismen, er dette eksponeringsmålet kun en «første gjetning», og det kan jo komme til å vise seg i fremtiden at målet er uheldig valgt. Det er altså en reell mulighet for at vi ville finne en klarere økt risiko for kreft dersom vi brukte et bedre eksponeringsmål. Dette er rene spekulasjoner, men det er likevel en viktig usikkerhetsfaktor som ikke bør glemmes.»

Det er også påvist «hockeykøller», U-formede sammenhenger og «vinduer», altså at sammenhengen mellom eksponeringsstyrke og responsens styrke slett ikke er lineært positive, men kurvilineære og /eller diskontinuerlige. Dette fanges ikke opp av ICNIRPs retningslinjer for beregning for grenseverdier.

I forbindelse med virkningen av pulser ser man også mønstre der sammenhengen synes å være *negativ* – altså at svakere intensitet gir større virkning, eller uavhengige av signalets styrke. Den avgjørende faktor er isteden egenskaper ved pulsene.

For å få tatt hensyn til flere slike mønstre, gjør man som i Figur 66: Man angir grenseverdier utfra strålingens intensiteter, men setter ulike relevante tilleggsbetingelser, f.eks. utfra pulsmodulasjonens type, kroppsdel, alder, etc.

Figur 66 viser anbefalingene til den europeiske miljømedisinerorganisasjonen EUROPAEM for ulike typer pulsmodulering, ulik døgntid og ulik varhet. Dette er anbefalte retningsgivende verdier utfra biologisk påvirkning. Tabellen angir føre-var-baserte maksimale eksponeringsverdier som er på hundretusendeler eller milliondeler av ICNIRPs angivelser, og kan meget lett overskrides i dagens bomiljø. I tillegg gir EUROPAEM-retningslinjene ytterligere anvisninger for forhold som ikke fanges opp i tabellen (EUROPAEM 2016 s. 19):

«**Vejledende forsigtighedsværdier** I områder, hvor folk tilbringer længere tid (>4 timer om dagen), skal eksponering for radio-frekvente felter minimeres til værdier, der er så lave som mulige eller under de vejledende forsigtighedsværdier anført nedenfor. Frekvenser, der skal opmåles, bør tilpasses hvert enkelt tilfælde. De specifikke vejledende værdier tager højde for signalkarakteristika for risetime (ΔT) og periodisk ELF pulsering (258). Bemærk: Rektangulære signaler viser korte rise times og består af et bredt spektrum af frekvenser. Den effekttæthed, der induceres i den menneskelige krop stiger med øget frekvens i et næsten lineært forhold (266).»

Ref. 229: EUROPAEM-retningslinjene 2016: Igor Belyaev, Amy Dean, Horst Eger, Gerhard Hubmann, Reinhold Jandrisovits, Markus Kern, Michael Kundi, Hanns

Tabel 3: Vejledende forsigtighedsværdier for radiofrekvent stråling

RF kilde Max Peak/ Peak Hold	Eksponering om dagen	Eksponering om natten	Sensitive populationer
Radio (FM)	10.000 μW/m²	1000 μW/m²	100 μW/m²
TETRA	1000 μW/m²	100 μW/m²	10 μW/m²
DVBT	1000 μW/m²	100 μW/m²	10 μW/m²
GSM (2G) 900/1800 MHz	100 μW/m²	10 μW/m²	1 μW/m²
DECT (trådløs telefon)	100 μW/m²	10 μW/m²	1 μW/m²
UMTS (3G)	100 μW/m²	10 μW/m²	1 μW/m²
LTE (4G)	100 μW/m²	10 μW/m²	1 μW/m²
GPRS (2.5G) med PTCCH* (8,33 Hz pulse-ring)	10μ W/m²	1μW/m²	0,1 μW/m²
DAB+ (10,4 Hz pulsering)	10 μW/m²	1 μW/m²	0,1 μW/m²
Wi-Fi 2,4/5,6 GHz (10Hz pulsering)	10 μW/m²	1 μW/m²	0,1 μW/m²

*PTCCH, packet timing advance control channel.

Baseret på: BioInitiative (9, 10); Kundi and Hutter (260); Leitfaden Senderbau (221); PACE (42); Seletun Statement (40). 1) Forsigtighedstilgang med en faktor 3 (feltstyrke), med en faktor 10 (effekttæthed). Se også IARC 2013 (24) og Margaritis et al. (267).

Figur 66: Retningsgivende verdier for føre-var-baserte eksponeringsverdier (EUROPAEMs retningslinjer 2016)

Moshammer, Piero Lercher, Kurt Müller, Gerd Oberfeld, Peter Ohnsorge, Peter Pelzmann, Claus Scheingraber og Roby Thill: EUROPAEM EMF-retningslinjer 2016 for forebyggelse, diagnosticering og behandling af EMF-relaterede helbredsproblemer og sygdomme (originalens referanse: Rev Environ Health. 2016 Sep 1;31(3):363-97. doi: 10.1515/reveh-2016-0011)

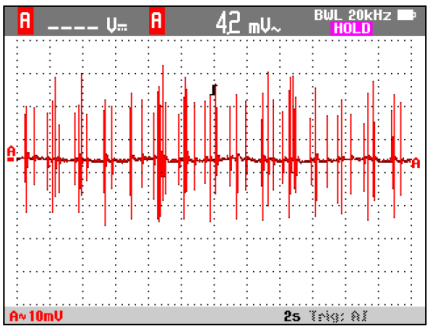
6.8 *Grenseverdiene gjør blind for virkninger av pulset stråling*

Her demonstreres hvordan målemetoden er blind for en vesentlig årsak til helseplager.

Gjeldende grenseverdier baserer seg – som nevnt over – på gjennomsnitts-verdier og er formet for å sikre mot *oppvarmingsskader* – med en betydelig sikkerhetsmargin. Eksponering for pulset stråling vil i dagliglivets situasjoner i praksis så godt som alltid ligge langt under oppvarmings-grensene.

Sett utfra gjeldende grenseverdier innebærer dette at slik stråling ikke kan påvises å være skadelig. Sett utfra påviste sammenhenger mellom eksponering og helsevirkninger innebærer det derimot at det må finnes andre mekanismer enn oppvarming, og at grenseverdiene ikke har prognostisk evne, dvs. ikke fanger opp de relevante parametere. Dette illustreres her fra praktiske målinger:

Figur 67 viser ganske faste pulser fra en Aidon AMS-måler. Hver puls er på rundt 20 millisekunders varighet. Grunnfrekvensen er svært svak og vises nesten som en strek. Eksponeringens energimessige styrke vil derfor i gjennomsnitt åpenbart være svært nær grunnfrekvensen, altså svært svak. Gjennomsnittsmålinger – utfra den antakelsen at det fins en positiv dose-respons-sammenheng – vil tilsi at det ikke kan finnes noen påvirkning.



Figur 67: Pulser fra en Aidon AMS-måler. (måling: EMF-Consult AS)

Figur 68 viser samlet eksponering fra ulike pulsmodulerte kilder registrert på 18 lærere i svenske skoler i løpet av samme dag. Målingene viser at eksponeringen fra WiFi (trådløst nettverk på skolen) er *svært svak* i forhold til mange av de andre kildene. Vi ser også at samlet gjennomsnittlig eksponering er på rundt 22,5 µW/m^2, mens maksimal eksponering er betydelig over: på 82 857 µW/m^2.

Likevel er det gjerne nettopp WiFi som ser ut til å utløse akutte helse-plager. Dette er i seg selv et argument for å se etter andre årsaker enn strålingens intensitet.

TABLE 4 | Measurements of 18 teachers in seven schools in Sweden during March 14–November 10, 2016, analyses of all data (microwatts per square meter) by frequency band treating values at detection limit as 0.

Frequency band	Mean	Median	Min	Max
FM	0.7	0.0	0.0	345.7
TV3	0.0	0.0	0.0	147.7
TETRA I	0.2	0.0	0.0	497.3
TETRA II	0.0	0.0	0.0	39.5
TETRA III	0.4	0.0	0.0	910.9
TV4&5	0.0	0.0	0.0	149.0
LTE 800, 4G (DL)	4.1	0.4	0.0	3,285.9
LTE 800, 4G (UL)	4.0	0.0	0.0	82,856.6
GSM + UMTS 900, 3G (UL)	0.2	0.0	0.0	2,874.5
GSM + UMTS 900, 3G (DL)	3.0	0.5	0.0	2,063.5
GSM 1800 (UL)	1.0	0.0	0.0	61,471.1
GSM 1800 (DL)	0.0	0.0	0.0	60.5
DECT	0.0	0.0	0.0	328.7
UMTS 2100, 3G (UL)	0.3	0.0	0.0	43,938.7
UMTS 2100, 3G (DL)	0.7	0.1	0.0	295.9
Wi-Fi 2.4 GHz	2.8	0.3	0.0	4,482.8
LTE 2600, 4G (UL)	0.3	0.0	0.0	3,768.9
LTE 2600, 4G (DL)	1.5	0.0	0.0	608.6
WiMAX	0.0	0.0	0.0	1.1
Wi-Fi 5 GHz	3.1	0.5	0.0	3,321.4
Total	22.5	4.6	0.0	82,857.3

Totally 230,100 readings for each frequency band.

Figur 68: Eksponering av 18 lærere i svenske skoler

Ref. 230: Hedendahl LK, Carlberg M, Koppel T and Hardell L (2017) Measurements of Radiofrequency Radiation with a Body-Borne Exposimeter in Swedish Schools with Wi-Fi. Front. Public Health 5:279. doi: 10.3389/fpubh.2017.00279

Termisk basert grenseverdi gitt i retningslinjene fra ICNIRP i 1998 er avhengig av frekvens, men kan for enkelhets skyld settes til 10 000 000 $\mu W/m^2$. Vi ser altså at eksponeringen som lærerne utsettes for, er svært lav i forhold til anbefalt grenseverdi, men betydelig utfra EUROPAEM-retningslinjenes anbefalinger, som er vist i Figur 66. EUROPAEM-retningslinjene graderer etter pulsing.

Dersom pulsing virker gjennom helt andre mekanismer enn oppvarming, mekanismer som er effektive selv ved meget lave energinivåer, f.eks. ved bestemte frekvenser, kan disse målingene av styrken i eksponeringen være ganske irrelevante i forhold til slike virkninger. Slike andre virkninger er dokumentert gjennom en rekke studier av pulsers biofysiske egenskaper, omtalt i Del 2, sidene 99 – 111 i:

> Ref. 231: Advokatfirmaet Erling Grimstad AS og Einar Flydal: Smartmålerne, jussen og helsa, Z-forlag, 2018

Figurene over viser at sannsynligheten for å kunne påvise *oppvarmings-skader* gjennom en gjennomsnittlig temperaturøkning er forsvinnende liten – selv fra en kakofoni av stråling fra vanlige strålekilder. Dette betyr – nok en gang – at målemetoden bommer på påviste virkningsmekanismer knyttet til *pulsing*: Om det på grunn av en ekstremt lokal konsentrasjon skulle forekomme en skadelig oppvarming, ville målemetoden gjøre at energien i beregningen ble fordelt over tid og flate slik at den bare i ekstreme tilfeller ville kunne komme nær grenseverdiene.

Basalmedisineren Martin L Pall sammenlikner bruken av gjennomsnitts-beregninger i strålevernet med å bruke gjennomsnittsberegninger på et prosjektil fra et rifleskudd:

> Ref. 232: Flydal, Einar & Nordhagen, Else (red.): «5G og vår trådløse virkelighet – høyt spill med helse og miljø», Z-forlag, 2019, s. 123

Pall omtaler dette problemet. Han påpeker at selv pulser på typisk 10 nanosekunders lengde kan gjøre skade, uten å påvirke gjennomsnittlig eksponeringsnivå nevneverdig. Pall gir følgende analogi:

> «Anta at du er bekymret for at noen skal skyte deg med et gevær med en kule som går omtrent 700 meter per sekund. Kula bruker omtrent 50 mikrosekunder på å skade kroppen din. Dersom du

kontakter noen fra reguleringsmyndighetene og får et svar tilsvarende det man får hvis man bekymrer seg for EMF, vil svaret være at du ikke behøver å bekymre deg: For hvis du beregner gjennomsnittet av kraften fra kula over en 21 dagers periode (som er omtrent like mye lenger enn 50 mikrosekunder som 10 nanosekunder er i forhold til 6 minutter), så vil gjennomsnitts-kraften være så lav at det ikke er noe å bekymre seg for.

Om du hadde fått dette svaret ville du ledd høylytt og ment at myndighetene var enten helt inkompetente eller korrupte. Men det er akkurat en slik reaksjon vi står overfor, slik situasjonen er når det gjelder hvordan EMF reguleres i EU og en del andre land.»

Svakheten ved kun å bruke gennomsnittsberegninger ser vi også dersom vi forestiller oss at vi skulle faremerke elektrisk gjerder utfra gjennomsnitts-spenningen. Dette ble gjort i en aprilspøk, dementert påfølgende dag:

Ref. 233: Flydal, E: Ny merking av elektriske gjerder fra i dag, bloggpost 01.04.2016, https://einarflydal.com/2016/04/01/ny-merking-av-elektriske-gjerder-fra-i-dag/ (utdrag):

«Heretter skal [gjerdene] merkes med gjennomsnittseffekt, dvs. gjennomsnittet av den strømmen som sendes gjennom gjerdene for å gi dyr støt. ... I et vanlig elektrisk gjerde kan støtene være på opptil 10.000 Volt. Det rykker jo også skikkelig i til i armen når man tar i slike strømførende ledninger, det har vel de fleste av oss erfart som barn på landet når vi ble lurt til å ta handa borti. ... Det meste av tida er der ingen strøm på gjerdet. Gjennomsnittlig effekt er derfor ganske lav – gjerne 2-3 Volt, altså ikke mer enn man har fra et lommelyktbatteri.

[Strålevernet er tillagt følgende uttalelse i den samme aprilspøken:] – ... vi ønsker å harmonisere beregningsmåtene vi bruker for å beregne helsefare ved elektromagnetiske felt, ... For det er jo denne beregningsmåten – altså gjennomsnittseffekten som treffer brukeren – vi bruker når vi beregner helserisiko ved strålingen fra mobiltelefoner, trådløse rutere, smarte målere, og andre apparater med elektromagnetiske felt. Vi regner gjennomsnittet over seks minutter, og ser på risikoen for at kroppsvev kan varmes opp med

én grad over dette tidsrommet. ... – Vi er derfor ganske trygge ... for at elektriske gjerder ikke utgjør noen helserisiko. Vi ... benytter internasjonalt anerkjente beregningsmåter som er standard i bransjen.»

Det er slike «internasjonalt anerkjente beregningsmåter» som fortsatt benyttes i strålevernet og av alle de instanser som følger deres råd – selv når det ikke er 1. april. Dette fører til at NKOM – Nasjonal kommunikasjonsmyndighet – og Arbeidstilsynet, NVE, helsevesenet og HMS-folk gjør sine vurderinger om skadelighet utfra beregningsmåter som ganske enkelt er fiktive og har svært lav prognostisk verdi:

Beregningsmåtene er særdeles lite egnet for å vurdere helserisiko, pasienters troverdighet, eller for å vurdere tiltak for strålevern, så lenge de ikke kombineres med kunnskap om de biologiske egenskapene ved ulike kommunikasjonssystemers signaltyper, slik det er gjort i EUROPAEMs retningslinjer (Figur 66).

6.9 Vekten av fagtradisjoner ved fastsettelse av grenseverdier

Her forsøker vi å forklare strålevernmiljøets vurderinger av det termiske paradigmet og grenseverdiene som resultat av fagtradisjonen. Det holder i alle fall et stykke på vei.

Vi har ovenfor omtalt historiske og interessepolitiske grunner til at ICNIRPs retningslinjer kun begrenser seg til å bruke vevsoppvarming som skadeårsak: USAs marines behov for å innføre grenseverdier for akutt helsefare rundt radio- og radaranlegg ombord, samt både forsvarets og trådløsnæringens åpenbare interesser i å ha stort handlingsrom. Også annen næring, som blant annet alle typer media, samt stater og forbrukere drar nytte av trådløse teknologier, og er selvsagt interessenter – så lenge ikke omkostningene blir for store.

Mange har derfor åpenbare motiver til å bestride og nedtone omkostningene for helse og miljø. Som på andre felt der store interesser står på spill, fins det mange grelle eksempler på uvitenhet, forskningsjuks, svindel og maktmisbruk. Og falske eller uberettigede anklager om uhederlige motiver – i begge retninger.

Ref. 234: Wright, Nicola: «Downplaying Radiation Risk», kapittel 23 i Walker, Martin J. (ed.): Corporate ties that bind – An Examination of Corporate Manipulation and Vested Interests in Public Health, Skyhorse Publishing, N.Y., 2017

Ref. 235: Adlkofer, Franz Radiation protection in conflict with science, 2011, PDF-notat, http://www.next-up.org/pdf/Pr_Franz_Adlkofer_Radiation_protection_in_conflict_with_science_France_Forest_Saou_An_Area_for_the_EHS_17_09_2011.pdf

Ref. 236: Paul Brodeur: The Zapping of America, Norton & Co, N.Y., 1977

Ref. 237: Alster, Norm: Captured Agency, How the Federal Communications Commission Is Dominated by the Industries It Presumably Regulates, Edmond J. Safra Center for Ethics, Harvard University, 2015, http://ethics.harvard.edu/files/center-for-ethics/files/capturedagency_alster.pdf

Ref. 238: Jacobsen, Eva Theilgaard: «SAR, SAM, Schwan og naziforbindelsen», Medlemsbladet, EHS-foreningen, Juni 2020, ISSN: 2596-3767

Ref. 239: ENVIRONMENT HEALTH TRUST IS TAKING ON THE FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION, https://ehtrust.org/eht-takes-the-fcc-to-court/

Ref. 240: Flydal, Einar og Nordhagen, Else (red.): 5G og vår trådløse virkelighet – høyt spill med helse og miljø, Z-forlag, 2019, se spesielt Del 3

Det fins også åpenbare politiske årsaker knyttet til internasjonalt forsvars-samarbeid: f.eks. kan radarteknologier måtte begrenses ved strammere grenseverdier. Flere saker i det norske forsvaret har støtt på grenseverdiene som problem (f.eks. Kvikk-saken og radarsaken).

Det fins også administrative og handelsmessige motiver for høye grenseverdier: frihandel går lettere ved harmonisering av grenseverdier, og det betyr som regel at noen må senke grenseverdiene til største felles multiplum.

Alle disse årsakene kan bidra til å forklare at i Norge er eksponerings-grensene fra radiobølgesendere direkte overtatt fra retningslinjer for beskyttelse mot oppvarmingsskader, levert av den lille, private, tyske stiftelsen ICNIRP og markedsført via et ICNIRP-dominert kontor i WHO, The International EMF Project.

Det går imidlertid også an å finne rent fagbetingede årsaker som er knyttet til ulike fagtradisjoner i ulike miljøer. Slik kan vi finne åpenbare interesser

som både det tradisjonelle fysikk-baserte strålehygienefaget og de ovennevnte interessentene har i å vedlikeholde det termiske paradigmet og i å verne det. For et paradigmeskifte der det gis rom for forklaringer som bryter med strålehygienefagets sterke forankring i teoretisk fysikk, ville ryste miljøet i dets grunnvoller:

Strålevernet bygger på strålehygiene-tradisjonen innen radioaktiv-, røntgen- og UV-stråling. Dette er de mest energirike elektromagnetiske strålene. Man kan forklare deres sterke, skadelige virkninger ved hjelp av fysikkens lover. Man behøver dermed ikke å gjøre biologiske forsøk for å avgjøre om strålene er skadelige eller ikke. Skadevirkningen er godt forstått og kan forklares ut fra fysikkens grunnleggende lover. Å begi seg ut i biologiens fremmede og langt mer komplekse verden, er å begi seg ut i fremmed territorium der man blant annet må akseptere mindre eksakte kunnskapskrav. Slike store endringer gjør ingen fagtradisjoner frivillig. Fagmiljøer er konservative og endringer skjer sjelden og motstrebende. Man sier gjerne at paradigmeskifter ikke skjer fordi kunnskapen tvinger det fram, men fordi de gamle dør ut.

ICNIRP tar hensyn til at grenseverdiene har store konsekvenser for dem som rammes av grenseverdiene – næringer, forsvaret, forbrukere. ICNIRP vil derfor unngå å sette unødig lave eksponeringsgrenser og setter derfor svært strenge krav til bevis før de tar hensyn til en mulig biologisk virkning. Dette er, vurdert utfra det vi har sett av bevisførsel over, ingen føre-var holdning, selv om man legger inn et slingringsmonn i beregningene av oppvarmingsgrensene. Det er det motsatte: å skaffe seg maksimalt handlingsrom. Men det kan rettferdiggjøres vitenskapelig ved at det sikrer høy sikkerhet om at det som godtas som forskningsfunn, er sikker kunnskap.

> Ref. 241: Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 KHz to 300 GHz), International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), Health Physics, May 2020, Volume 118, Number 5, DOI: 10.1097/HP.0000000000001210
> https://www.icnirp.org/en/publications/article/rf-guidelines-2020.html
>
> Side 2, spalte 2: For å fastsette disse nivåene kartla ICNIRP først publisert vitenskapelig litteratur som omhandler virkninger av

> radiofrekvent EMF-eksponering av biologiske systemer, og slo fast hvilke av disse virkningene som både er helseskadelige for mennesker og har vist seg vitenskapelig konstatert. Dette siste punktet er viktig fordi ICNIRPs vurdering er at, rent generelt, må rapporterte negative helsevirkninger fra radiofrekvent EMF på helse være uavhengig verifisert, være av tilstrekkelig vitenskapelig kvalitet, og være i overensstemmelse med dagens vitenskapelige forståelse for å bli godtatt som «belegg» og brukt til å sette eksponeringsgrenser. I disse retningslinjene vil «belegg» blir brukt på denne måten, og «konstatert virkning» bli brukt til å beskrive rapporterte virkninger som tilfredsstiller denne definisjonen av belegg.

ICNIRP understreker i sitatet over at det bør settes svært strenge krav for å godta at en helsevirkning skal hensyntas når grenseverdier skal fastsettes. ICNIRP anbefaler blant annet at før en helsevirkning bør anses bevist, skal den være «scientifically substantiated» - et uttrykk som vi over har oversatt med «vitenskapelig konstatert» for ikke å gjøre teksten for tung. Men det skulle best oversettes med «manifestert seg og ha vist seg holdbar ved streng realvitenskapelig metodebruk». ICNIRP krever altså, for at et funn skal tas hensyn til, at det foreligger *absolutt sikkert manifestert skade*.

Hva innebærer dette? Baksiden av å stille slike strenge krav til sikker kunnskap, er at forskningsforsøk som påviser virkninger, må være nøyaktig gjentatt av flere forskergrupper, de må være «av god realvitenskapelig kvalitet» (som det ikke defineres hva betyr), og funnene må «stemme med dagens vitenskapelige forståelse» (som heller ikke defineres). I tillegg forstår vi at virkninger som bare kan påvises, eller verifiseres, som mønstre over lang tid, ikke lett vil bli akseptert, og prosessene fram til bevis foreligger, blir så langvarige at forutsetningene – for eksempel kommunikasjonssystemene – blir så endret underveis at konklusjonene er verdiløse – når de en gang måtte komme.

Beviskravene blir derfor samtidig en metode for hele tida å utsette svarene bransjen ikke ønsker å få.

Strategien å kreve slike absolutte bevis ble utviklet i andre næringer, og institusjonalisert. Se f.eks. kap. 6 «Preventing precaution», s. 120 ff. i

> Ref. 242: Sheldon Rampton og John Stauber: «Trust Us We're Experts: How Industry Manipulates Science and Gambles with Your Future», 2008

Et slikt valg av ekstremt høye krav til bevis – som blant annet utelukker skader som kan påregnes å komme til syne på et seinere tidspunkt – er et politisk valg – ikke vitenskapelig – og er et barn av næringsliberalismen som slo igjennom i Ronald Reagans USA, som motreaksjon mot *føre-var-prinsippet* som miljøbevegelsen hadde fått gjennomslag for.

Biologien fungerer ikke slik: Biologiske virkninger er så komplekse og mangfoldige at selv når forskere kan vise til en statistisk, eller til og med årsaksmessig sammenheng mellom eksponering for elektromagnetisk stråling og ulike negative helsevirkninger, kan de ikke forklare årsaks-sammenhengene ned til et detaljnivå bygget på fysikkens grunnleggende lover. De kan gjerne heller ikke påvise at påvirkningene er så konsekvente som fysikere innen strålehygiene-tradisjonen kan kreve.

De landene som har lavere grenseverdier anerkjenner slik årsak-virknings-forskning og anerkjenner derfor biologiske virkninger som kommer i tillegg til mulige oppvarmingsskader. Biologiske virkninger oppstår ved langt lavere energinivåer enn oppvarming, og dermed er grenseverdiene også langt lavere.

6.10 Fagtradisjonen gjør blind for «biologiske» skader

Her gis en fagbasert forklaring på hvordan strålevernets dominerende fagtradisjon gjør blind for biologiske forklaringer.

Stråleskader som ikke skyldes oppvarming, kalles "biologiske skader". For å påvise slike skader må det gjøres biologiske undersøkelser under mer eller mindre strenge og forståtte betingelser. Biologiens virkemåter kan betegnes systemteoretisk som *komplekse, dynamiske, åpne systemer*.

På grunn av denne store kompleksiteten vil det i undersøkelser av biologiske virkninger og mekanismer ikke være mulig å gjøre påvisninger med samme absolutte sikkerhet som når man kun behøver å vurdere fysikken.

Dette er et kjent problem: Noen vil alltid kunne reise tvil ved å peke på svakheter ved forskningsfunnene – også om de ikke er vesentlige. F.eks. noe ved datainnsamlingen, laboratoriebetingelsene, påviste mekanismer, årsaksforklaringen, overføringsverdien fra forsøksdyr til mennesker, at ikke alle respondentene reagerte likt, m.m. Det finnes derfor anerkjente vurderingskriterier som tar hensyn til dette for å skille ut sikre biologiske forskningsfunn, men også disse gir rom for diskusjon og en viss grad av skjønn:

> Ref. 243: Hill, Austin Bradford: The Environment and Disease: Association or Causation?, Proceedings of the Royal Society of Medicine, Section of Occupational Medicine, President's Address, Meeting January 14, 1965

Uansett hvilken fagtradisjon som legges til grunn, gjelder det vitenskapelige prinsippet for empirisk forskning at *ingen funn er endelige*: Det fins alltid en teoretisk mulighet for at et funn kan motbevises. Teoretiske utledninger basert på naturgitte lovmessigheter er således alltid mer robuste enn konklusjoner basert på empiriske funn. Empiriske funn kan alltid, uansett hvor sikkert funnet er, angripes for at funnet «ikke er sikkert påvist». Dette er et argument vi finner brukt gang på gang mot biologiske funn, ikke bare når det gjelder strålevern.

Eksempler på generell avvisning av funn fra biologisk forskning og de eksperimentelle situasjoner og vurderingskriterier som forskning på biologiske komplekse, dynamiske, åpne systemer nødvendiggjør, finner vi i ICNIRPs egne retningslinjer. I strategisk perspektiv kan dette oppfattes ikke bare som fagtradisjon eller faglig dogmatisme, men som strategi for å opprettholde interessentenes handlingsrom: Kravene settes slik at de ikke lar seg innfri i praksis eller innen realistiske tidsperioder.

> Ref. 244: Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 KHz to 300 GHz), International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), Health Physics, May 2020, Volume 118, Number 5, DOI: 10.1097/HP.0000000000001210
> https://www.icnirp.org/en/publications/article/rf-guidelines-2020.html
>
> Appendix B: Side 36: "Eksperimentelle studier har den fordelen at det er mulig å kontrollere for et stort antall mulige forvirrings-faktorer [på norsk også kalt «konfundere» etter engelsk

> «confounders», o.a.] og å styre eksponeringen for EMF-frekvenser. Imidlertid har de også begrensninger hva gjelder å sammenlikne dem med realistiske eksponeringsmiljøer, å få til eksponering over tidsrom som er tilstrekkelige til å kartlegge mange sykdoms-prosesser, og, i tilfeller med in vitro- og dyreforsøk kan det også være vanskelig å overføre resultatene til mennesker. Epidemio-logisk forskning forholder seg tettere til faktisk helsetilstand i samfunnet, men er for det meste basert på observasjoner, og derfor er, alt etter typen studie, ulike typer feil og skjevheter et problem. Dette gjelder bl.a. forvirringsfaktorer, utvalgsskjevheter, informasjonsskjevheter, motsatte årsaksforhold og feilklassifisering av eksponeringen; generelt er prospektive kohortstudier [studier av grupper over lengre tid, o.a.] minst påvirket av skjevheter, men store utvalg trengs for sjeldne sykdommer.»

Mens all biologisk påvirkning kan antas å ha et skadepotensial og derfor gir grunn for nærmere undersøkelser og en forsiktighetslinje, skaper ICNIRP et stort handlingsrom ved å definere bort som ikke relevant for regulering enhver biologisk virkning som ikke er funnet å gi skade som er manifest og vitenskapelig fastslått etter ICNIRPs metodekrav. I retningslinjene avgrenses det også uttrykkelig mot å se på skader på andre livsformer enn mennesker. Miljøskader holdes utenfor:

> Side 36-37: « Det er viktig å påpeke at ICNIRP baserer sine retningslinjer på vitenskapelig konstaterte negative helsevirkninger. Dette gjør at forskjellen mellom en biologisk og en helsemessig negativ virkning er et viktig skille, hvor bare negative helse-virkninger krever begrensninger for å beskytte mennesker.»

Selv mot de mange epidemiologiske studiene som påviser helseskader fra mobilmaster, og at disse akutte symptomer synker systematisk med avstand fra mastene (se Del 7), parerer ICNIRP ved å vise til at disse studiene har svakheter som gjør at ICNIRP ikke vil legge vekt på dem:

> Side 37: « Epidemiologisk forskning har adressert mulige langtidsvirkninger av eksponering for radiofrekvent EMF fra faste sendere og fra utstyr som brukes tett på kroppen, både hva gjelder

symptomer og velvære, men med få unntak er disse studiene tverrsnittsstudier med selvrapportert informasjon om symptomer og eksponering. Utvalgsskjevhet, rapporteringsskjevhet, dårlige vurderinger av eksponeringsstyrken og nocebo-virkninger er svakheter ved disse studiene. Ved studier av sendere er det ikke funnet noen konsistent sammenheng mellom eksponering og symptomer eller velvære når det er gjort objektive eksponerings-målinger eller når eksponeringsinformasjon er blitt samlet inn samtidig. I studier av mobiltelefonbruk er det blitt observert sammenheng mellom symptomer og problematisk adferd. Imidlertid kan disse studiene i alminnelighet ikke skille mellom mulige virkninger av eksponering for radiofrekvent EMF, og andre virkninger av mobiltelefonbruk, så som for lite søvn av å bruke mobiltelefonen om natten. I det hele tatt kan ikke den epidemiologiske forskningen gi belegg for en årsakssammenheng mellom eksponering for radiofrekvent EMF og symptomer og velvære.»

6.11 Leveransekjeden domineres av fysikkbaserte vurderings-kriterier

Her påvises svikt i prosessene bak grenseverdiene, og hvordan ICNIRPs metoder, nettverk og tankesett dominerer langs leveransekjeden.

ICNIRP bruker, som nevnt, strålehygienetradisjonens fysikkbaserte kriterier. ICNIRP foreskriver videre at brukerne av ICNIRPs retningslinjer selv bør vurdere om grenseverdiene bør settes strengere for å fange opp biologiske virkninger. Til dette brukes det utvalg i flere trinn langs leveransekjeden fra ICNIRP til det nasjonale strålevern. ICNIRP anbefaler at ICNIRPs vurderingskriterier brukes.

> Ref. 245: ICNIRP 2002, ICNIRP statement, General approach to protection against non-ionizing radiation, HEALTH PHYSICS 82(4):540-548; 2002

Gjennom WHOs kontor *The International EMF Project* målbærer ICNIRP sine vurderingskriterier og arbeider aktivt for å utbre dem i land med strengere grenseverdier enn de som følger av ICNIRPs retningsgivende verdier for beskyttelse mot termiske skader. Også dette kontoret

foreskriver at neste ledd i kjeden selv vurderer kunnskapsstatus – ved hjelp av så godt som de samme kriteriene. Se f.eks.

> Ref. 246: Framework for developing health-based electromagnetic field standards, World Health Organization, 2006, ISBN 92 4 159433 0, https://www.who.int/peh-emf/standards/EMF_standards_framework%5b1%5d.pdf?ua=1

Leveranseprosessen fra ICNIRP til det nasjonale strålevernet er illustrert i Figur 69.

Framstillingen av leveransekjeden i Figur 69 legger vekt på å vise at denne leveranseprosessen også har en sterkt *oppdragende og institusjonaliserende funksjon* ved å fremme det tradisjonelle tankesettet som fungerer som et forsvar av det termiske paradigmet. Slik fremmes samtidig de interessene som knytter seg til størst mulig armslag for interessentene av høye grenseverdier. Flere forskere understreker dette, f.eks.

> Ref. 247: Butler, Tom: Wireless Technologies and the Risk of Adverse Health Effects in Society: A Retrospective Ethical Risk Analysis of Health and Safety Guidelines, Working Paper, Univ. of Cork, 2021, PDF-notat, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2021/02/Butler-Tom-Wireless-Technologies-Ethical-Risk-Analysis-Working-Paper-Univ.-Cork-2021.pdf

Ved å bruke de kriterier som ICNIRP og WHOs prosjektkontor anbefaler, kommer utvalgene som vurderer forskningen – i de leddene langs leveransekjeden der det overhodet gjøres noen vurdering – uunngåelig til den konklusjon at biologiske forsøk som påviser skader, ikke er «tilstrekkelig sikre». I ly av forskningsetiske og metodiske regler legger de seg på en næringsliberalistisk linje gjennom de strenge kravene til påvisning av skadevirkninger: En slik næringsliberalistisk linje er «bygget inn» i vurderingskriteriene, selv om den forsvares med vitenskap – for mens utvalgene vurderer forskningsresultatene, fortsetter den teknologiske utviklingen og utrullingen av stadig nye teknologier med biologisk mer eller mindre ukjente og uutforskede virkninger.

Sett som ledd i en maktkamp kan vurderingskriteriene betraktes som verktøy for obstruksjon. En oversikt over *vurderingskriterienes obstruksjonsvirkninger* er vist som Figur 70.

Figur 69: Leveransekjeden for grenseverdiene, med eksempler (fra E. Flydal, div. foredrag)

Figur 70 viser at vurderingskriteriene er meget effektive verktøy for å underkjenne ethvert empirisk basert forskningsresultat som identifiserer biologiske skadevirkninger under termisk grense. Figuren er hentet fra, og temaet utdypes i

> Ref. 248: Flydal, Einar og Nordhagen, Else (red.): 5G og vår trådløse virkelighet – høyt spill med helse og miljø, Z-forlag, 2019, blant annet ss. 398 – 401.

En (ufullstendig) oversikt over 84 utvalgsutredninger som bygger på slike vurderingskriterier som ICNIRP og WHOs prosjektkontor anbefaler, er vist her:

> Ref. 249: Expert Reviews - Statements from Governments and Expert Panels Concerning Health Effects and Safe Exposure Levels of Radiofrequency Energy (2010-2020) https://www.ices-emfsafety.org/expert-reviews/

Listen er lagt ut av ICES (the International Committee on Electromagnetic Safety). ICES er en komité med ICNIRP-liknende formål: «å utvikle standarder for sikker bruk av elektromagnetisk energi i området 0 Hz til 300 GHz», og «driver under reglene til og tilsyn fra ledelsen til IEEEs standardiseringsavdelings styre» (https://www.ices-emfsafety.org/).

De 84 utredningene bygger – mer eller mindre formalisert – på samme type evalueringskriterier som vist i Figur 70, og de kommer naturlig nok til den samme konklusjon – formulert på litt ulikt vis: at biologiske skade-virkninger «ikke er påvist», eller ikke påvist «med tilstrekkelig sikkerhet».

I kartleggingene fra gravejournalistene i gruppen *Investigate Europe* påvises det at de samme ICNIRP-medlemmene går igjen som nøkkel-personer i utvalgene bak disse rapportene.

> Ref. 250: Ingeborg Eliassen: «Strålevernet baserer seg på omstridt forsker-gruppe», Stavanger Aftenblad, 28. januar 2019, https://www.aftenbladet.no/innenriks/i/m6oaEg/straalevernet-baserer-seg-paa-omstridt-forskergruppe

I ICNIRPs retningslinjer av mars 2020 heves grensene for eksponering betydelig i forhold til retningslinjene fra 1998. I en kartlegging av forskningslitteraturen som de nye retningslinjene hviler på, påvises det at så godt som all litteraturen som disse nye og slakkere retningslinjene henviser til, har ICNIRP-medlemmer som medforfattere. De ytterst få – *tre*

Sorteringsregler[353]	Obstruksjonsvirkninger[354]
Man bør unngå å trekke slutninger utfra eksponeringsverdier som er høyere enn i den virkelige verden.	Sikrer at en del undersøkelser vil ta svært lang tid. Høyere eksponeringsverdier er standard å bruke for å spare tid.[355]
Svake epidemiologiske sammenhenger skal forkastes til fordel for godt forståtte årsaksmekanismer.	Gir rom for å forkaste statistiske funn til fordel for overforenklede fysiske forklaringsmodeller som tar for seg mindre deler av virkeligheten.
At det foreligger fagfellevurderinger er ikke tilstrekkelig til at man skal ta hensyn til et forskningsfunn.	Flytter vurderingen over til utvalgets eget skjønn.
Sterk sammenheng er viktig.	Motarbeider funn innen biologi rent generelt: Biologiske systemer er ofte selvregulerende. Reaksjonene er derfor gjerne inkonsistente, svake, og viser komplekse, ikke-monotone dose-respons-sammenhenger.
Studien må kunne identifisere faktisk risiko, uten slagside eller forvirrende faktorer.	Krever forskning på komplekse biologiske systemer, samtidig som det krever høy kontroll over faktorene. Diskrediterer svært mye detalj-forskning på tettere endepunkter. Beregnet faktisk risiko for komplekse systemer vil alltid kunne bestrides.
Det er viktig at det kan påvises en dose-respons-sammenheng mellom EMF-eksponeringen og en helse-messig skadevirkning.	Svært mange studier på komplekse biologiske systemer vil feile mot dette kravet: Sammen-hengene EMF - helsevirkninger er svært ofte ikke-linjære, ikke-uniforme og ikke-monotone. Og de kan samspille med ytre faktorer.
Det må foreligge belegg fra labora-toriedyr, ikke bare fra *in vitro* celle-studier.	Krever at studier må ta for seg biologisk komplekse systemer for å aksepteres. Dermed blir resultatene ikke konsistente, men svake og uten klart identifiserbare årsaksrekker, og dermed vil

353 etter (Mercer 2016)
354 Våre vurderinger basert på (Mercer 2016) og andre.
355 For eksempel følger det av denne regelen at befolkningsundersøkelse av helse-virkninger av mobilbruk lett kan ta rundt 60 år (reelle strålenivåer, 20 års ledetid, to replikeringer) og likevel ikke vil kunne innfri kravet om klart påviselige årsaksrekker, fordi man i følge andre krav må studere hele, komplekse biologiske systemer. Ingen mobilsystemer, og knapt noen forskere, har så lang aktiv tid.

Figur 70: Sorteringsregler som fremmes av The International EMF Project og ICNIRP for vurdering av forskningsstudier (Flydal og Nordhagen 2019.)

– kildene som finner skader under oppvarmingsnivå, forkastes utfra tilsvarende kriterier som de ovennevnte.

> Ref. 251: Nordhagen og Flydal: Else Nordhagen og Einar Flydal: Strålevernet bygger slett ikke på konsensus, men på et lite nettverk med sterkt avvikende oppfatninger om helsevirkningene, PDF-notat, 06.08.2020, https://einarflydal.com/utredninger-boker-m-m-a-laste-ned-bestille/

Vi ser altså at ICNIRPs retningslinjer hviler på fysikk-tradisjonens evalueringskriterier, og på et lite nettverk som er marginalt med hensyn på biologisk forskning.

6.12 Fagtradisjoner og politisk tilhørighet avgjør

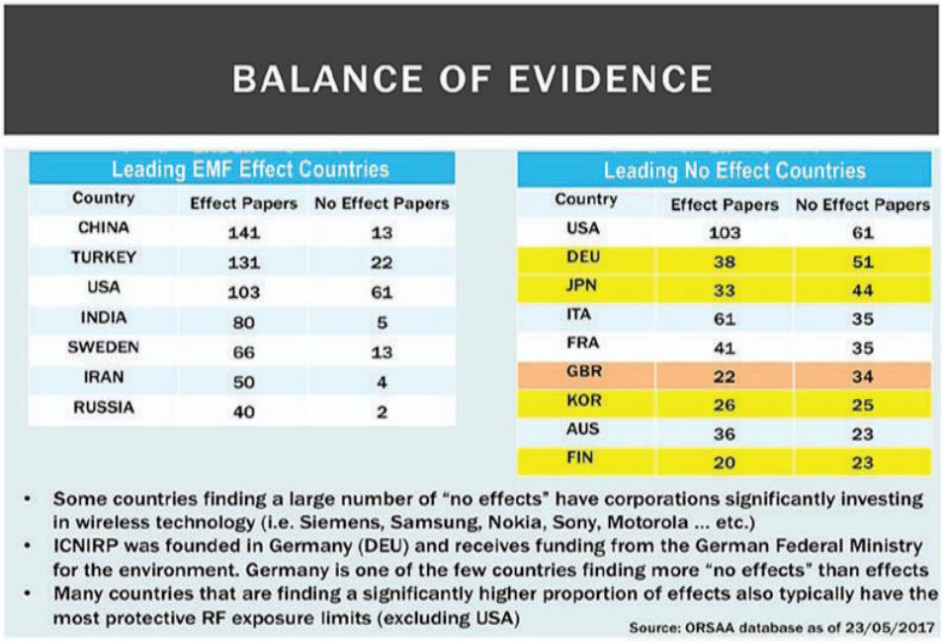
Her vises svikt i prosessene bak grenseverdiene, og hvordan ICNIRPs metoder, nettverk og tankesett dominerer langs leveransekjeden.

Figur 71 viser en tabell over produksjon av fagartikler registrert i ORSAA-databasen over forskningslitteratur om ikke-ioniserende stråling og helse- og miljøvirkninger (http://www.orsaa.org). Tabellen viser at de landene som har flest publiserte artikler som ikke finner biologiske virkninger, også er de landene som er mest vestlig og USA-orienterte – med unntak av USA selv, som har flest artikler både av dem som finner, og dem som ikke finner biologiske virkninger.

De landene som i minst grad finner biologiske virkninger, er også de landene der grenseverdiene er satt lik ICNIRPs retningsgivende verdier for å beskytte mot oppvarming, og de forsvarer dette som tilstrekkelig. Dette tyder på at grenseverdiene er resultat av økonomiske og politiske lojaliteter/allianser, og ikke omvendt.

> Ref. 252: Victor Leach and Steven Weller. RADIO FREQUENCY EXPOSURE RISK ASSESSMENT AND COMMUNICATION: CRITIQUE OF ARPANSA TR-164 REPORT. DO WE HAVE A PROBLEM?, ARPS42 Conference Paper, Radiation Protection in Australasia (2017) Vol. 34, No. 2, s. 17:

«land som har betydelige økonomiske interesser i kommunikasjons-næringen lager også flest studier som viser "Ingen virkning", sammenliknet med land som har beskjeden interesse i kommunikasjonsteknologi.»

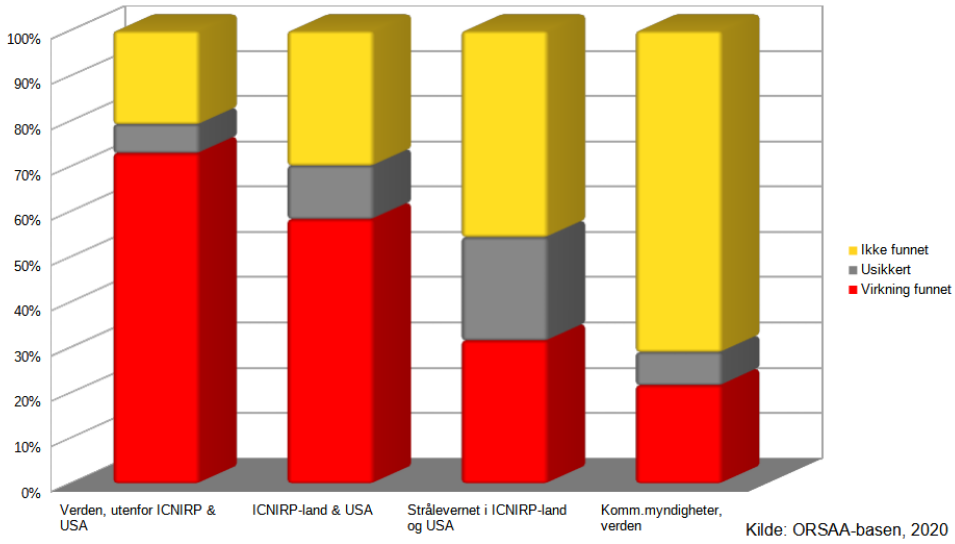


Figur 71: Gruppering av land etter funn av skader viser politiske forklaringer (ORSAA Leach & Weller 2017)

Funnet i Figur 71 passer med mønsteret for forskningsfunnene fordelt utfra hvilke offentlige interessenter som finansierer forskningen: Se Figur 72. Forskningen som er finansiert bare med frie midler (de to kolonnene til venstre), finner langt oftere skader enn forskningen som er finansiert fra strålevernmyndigheter (kolonne 3 fra venstre). Og enda sjeldnere gjøres det funn av skader i den forskningen som er finansiert av kommunikasjons-myndigheter (høyre kolonne). Tallgrunnlaget er uttrekk fra ORSAA-basen vi har mottatt fra Steven Weller, ORSAA, oktober 2020.

Rent tallmessig synes det åpenbart at det er *næringsinteresser og landets strålevernpolitiske tilhørighet* – ikke de medisinske eller biologiske interessene – som forklarer om forskningen gjør funn eller ikke:

Gjør forskningen ingen skadefunn, legitimerer det at strålevern-forvaltningen legger grenseverdiene utfra det termiske paradigmet. Næringen og politikken styrer forskningsfunnene – ikke omvendt.

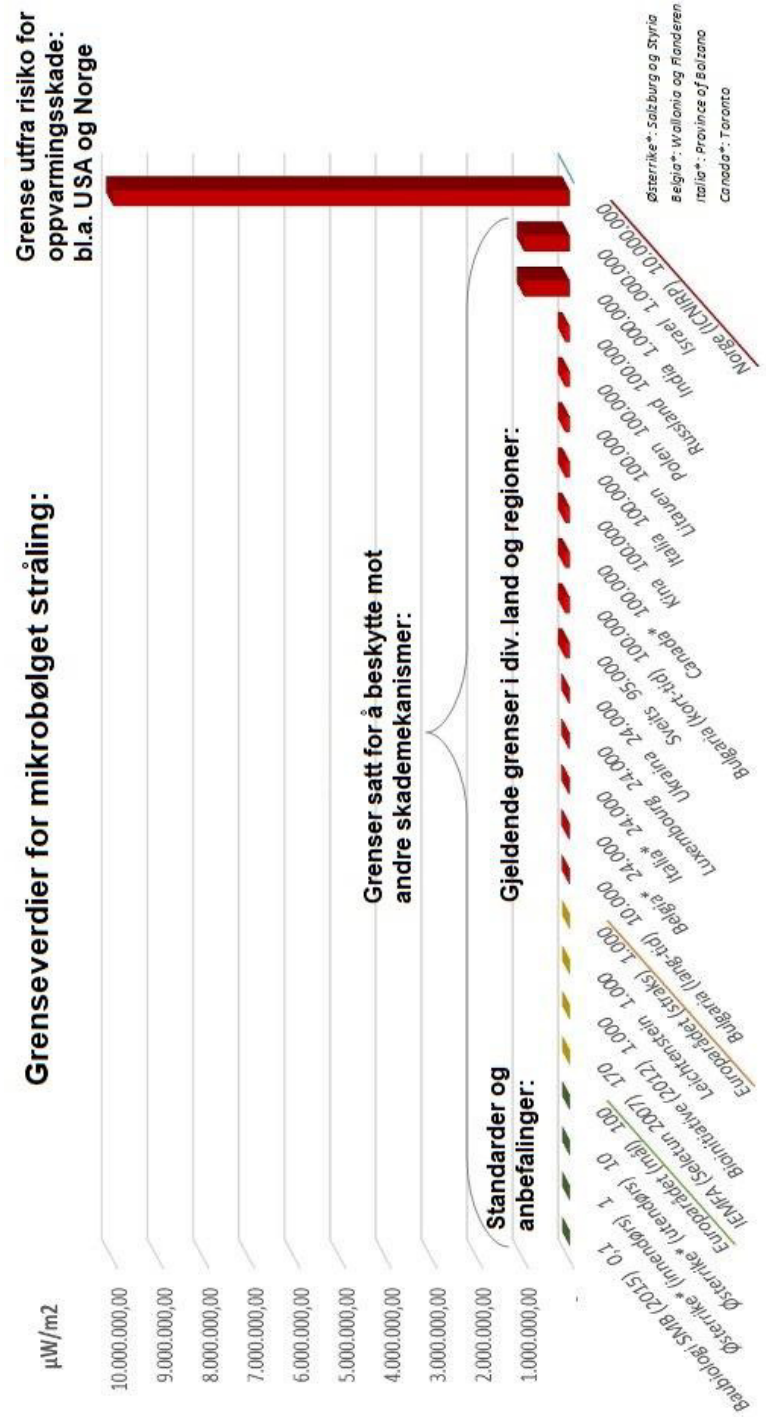


Figur 72: Jo nærmere vi kommer bransjen og kommunikasjonsmyndigheter, jo færre skadefunn gjøres: Søylene angir land og finansiering.
Fra venstre: verden utenfor ICNIRP-land og USA; ICNIRP-land og USA; strålevernet i ICNIRP-land og USA; kommunikasjonsmyndigheter, verden.
Gul: ikke funnet, grått: usikkert, rødt: virkning funnet
(Data fra ORSAA okt. 2020)

6.13 Forskningsgrunnlaget forklarer ikke de ulike grenseverdiene

Her vises at det både i Øst og Vest lenge har foreligget omfattende forskning som påviser biologiske virkninger ved sub-termiske eksponeringer.

I Russland, India, Kina, Italia, Israel og flere andre land og regioner går man mot ICNIRPs og WHOs anbefalinger og bruker biologiske vurderingskriterier. Derfor vurderer disse landenes strålevernmyndigheter at selv svak stråling kan gi en rekke ulike skader, og setter grenseverdier som skal beskytte mot disse. De har grenseverdier som er en tidel av de vi har i Norge, en hundredel eller enda mindre. (Figur 73.)



Figur 73: Grenseverdier for "ikke-ioniserende" stråling (etter Jamieson 2014)

Forskningen som ligger til grunn for disse strengere grenseverdiene har vært kjent både i disse landene og i Vest i lang tid. Her gis et par eksempler – en omfattende forskningsgjennomgang fra Sovjetunionen med referanser til østlig såvel som vestlig forskning, utgitt i New York i 1970, og en bibliografi fra USAs marine fra året etter:

> Ref. 253: Presman, A. S., 1970. «Electromagnetic Fields and Life», engelsk utgave: Springer science+business media LLC, New York, 1970, ISBN 978-1-4757-0637-6 En russisk forskningsgjennomgang oversatt til engelsk med 678 referanser - blant annet russiske, tyske, polske og amerikanske.
>
> Ref. 254: Naval Medical Research Institute, NMRI (Zorach, R., & Glaser, 1971). Bibliography of reported biological phenomena ('effects') and clinical manifestations attributed to microwave and radio-frequency radiation, 1971/72, https://www.magdahavas.com/wp-content/uploads/2010/06/Navy_Radiowave_Brief.pdf

6.14 *ICNIRP arbeider i motstrid med WHO og «ICNIRP-land» følger*

Her vises hvordan og hvorfor ICNIRP forfekter et syn om kun oppvarmingsskader fra elektromagnetisk stråling som er i motstrid til IARCs, WHOs kreftorganisasjons, offisielle syn på elektromagnetisk stråling som mulig kreftfremkallende for mennesker.

Videre vises hvordan ICNIRP plasserer sine folk inn i utvalg som skal vurdere om ICNIRPs syn er det korrekte og derfor bør legges til grunn for strålevernet i de ulike «INCIRP-landene». På den måten sikrer ICNIRP at deres vurderingskriterier, og dermed romslige grenseverdier, innføres og opprettholdes i mange land, som Norge.

Uenigheten om biologiske virkninger av elektromagnetiske stråler kan altså tilbakeføres til valg mellom fagtradisjoners metoder for å vurdere hva som skal ansees som absolutt sikkert, og til politisk og annen interessekamp om hvilke fagtradisjoner som skal legges til grunn, og om hva som er akseptabel biologisk påvirkning i forhold til nytten. Valg av grenseverdier blir derfor et politisk - ikke et vitenskapelig – valg.

ICNIRP redegjør tydelig for sitt metodevalg, tar intet ansvar for sine retningslinjer, og anbefaler at enhver som bruker dem gjør en selvstendig

vurdering av kunnskapsstatus – etter ICNIRPs metode og evaluerings-kriterier.

> Ref. 255: ICNIRP 2002, ICNIRP statement, General approach to protection against non-ionizing radiation, HEALTH PHYSICS 82(4):540-548; 2002

WHOs kontor for å fremme strålevern er i stor grad bemannet med ICNIRP-folk og har samme budskap. Der ICNIRP-medlemmer er med i utvalgene som skal vurdere kunnskapsstatus, er det ICNIRPs tankesett som følges, og konklusjonene blir fysikktradisjonens svar, slik vi har sett i tidligere avsnitt. Dette utløser jevnlig protester og klager til WHO eller til myndigheter i land der nasjonale utvalg følger ICNIRPs tankesett. Her et eksempel vedrørende Sveits sitt nasjonale utvalg BERENIS, og utvalgets leder, som er ICNIRP-medlem:

> Ref. 256: Brev til Simonetta Sommaruga, president for Den sveitsiske føderasjon, 7. januar 2020 fra Franz Adlkofer, m.fl, https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2020/01/Whistleblow-Martin-Röösli_January-2020.pdf

Sist en slik utredning ble gjort i Norge var i 2012. Da brukte man ICNIRPs vurderingskriterier, hadde ICNIRP med i utvalget, og svaret ble som man kunne vente og skulle ha: «ingen skader sikkert påvist».

> Ref. 257: Alexander, Jan m.fl.: Svake høyfrekvente elektromagnetiske felt – en vurdering av helserisiko og forvaltningspraksis, FHI-rapport 2012:3, Folkehelseinstituttet, 2012, https://www.fhi.no/globalassets/2012-3_mobilstraling

Denne utvalgsrapporten følger ICNIRPs/WHOs kriterier og avviser alle litteraturgjennomganger som ikke er foretatt av ICNIRP eller etter samme kriterier. Den avviser også alle funn av subtermisk påvirkning som «ikke tilstrekkelig sikkert påvist».

Utvalgsrapporten, som uttrykkelig kun står for utvalgets egen regning, ikke Folkehelseinstituttets, ble brukt til å legitimere at det norske strålevernet bygger helt og holdent på en strålefysikktradisjon som synes mest allianse-politisk bekvem, og unnlater å ta hensyn til påviste biologiske virkninger. Utvalgsrapporten legger seg dermed ikke på en føre-var-linje, slik den burde gjort utfra tanken om at biologiske virkninger synes å kunne foreligge.

Slik står utvalgsrapporten i strid blant annet med at WHOs kreftorgan IARC i 2011 kategoriserte elektromagnetisk stråling som «klasse 2B – mulig kreftfremkallende for mennesker».

> Ref. 258: Robert Baan, Yann Grosse, Béatrice Lauby-Secretan, Fatiha El Ghissassi, Véronique Bouvard, Lamia Benbrahim-Tallaa, Neela Guha, Farhad Islami, Laurent Galichet, Kurt Straif, on behalf of the WHO International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group: Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields, The Lancet Oncology, Early Online Publication, 22 June 2011, doi:10.1016/S1470-2045(11)70147-4
>
> Ref. 259: IARC CLASSIFIES RADIOFREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS AS POSSIBLY CARCINOGENIC TO HUMANS, WHO, PRESS RELEASE N° 208, 31 May 2011

IARC har satt på arbeidsplanen å re-evaluere fareklassen fordi det foreligger nye forskningsfunn («New bioassay and mechanistic evidence») som kan berettige skjerpet fareklasse.

> Ref. 260: IARC 2019. «Advisory Group recommendations on priorities for the IARC Monographs», The Lancet Oncology, Published: April 17, 2019, https://doi.org/10.1016/S1470-2045(19)30246-3

Til den norske utredningen kom det samme dag den ble publisert, en «motrapport» med vesentlig kritikk som aldri er blitt imøtegått eller kommentert av norske myndigheter:

> Ref. 261: Glomsrød, Solveig, Solheim, Ida: Helsevirkninger av elektromagnetiske felt, 2012, http://www.felo.no/fileadmin/red/Rapporter/Helsevirkninger_av_elektromagnetiske_felt-_felo_content_download_4761_36728_file_Helsevirkninger_av_elektromagnetiske_felt.pdf.pdf

Politiske spørsmål som reiser seg, er dermed blant annet: Skal påviste biologiske reaksjoner som tilfredsstiller biologisk baserte vurderingskriterier regnes som «for usikre» til at de skal tas hensyn til i norsk strålevern?

Temaet er ikke oppe på den politiske agenda eller i den politiske arena. *De politiske valgene foretas dermed i strålevernforvaltningen.*

6.15 *Flere retningslinjer for biologisk baserte grenseverdier*

Forskere og fagfolk innen biologi og medisin har lansert forslag til retningslinjer for grenseverdier for radiofrekvent stråling, utfra biologiske virkninger. Her er noen meget knappe utdrag fra slike forslag.

Grensene angis som anbefalte grenser for innstrålt effekt, altså energinivå i eksponeringen, men et par av forslagene, **Bygningsbiologi-standarden** og **EUROPAEM-standarden**, differensierer på ulike pulsingstyper.

Vi sammenfatter dem først her i en forenklet tabell, før vi nyanserer og gir referanser:

Retningslinje:	**Anbefalt maks. eksponering, µW/m²:**
ICNIRP 1998	2 220 000 – 4 350 000
Seletunerklæringen 2009	<1700
Bygningsbiologene	10-1000
EUROPAEM	100 – 10
BioInitiative Group	virkninger begynner ved 3 – 6
Telenors praksisgrense (forlatt)	100 000 per enkeltkilde

For de frekvensene som AMS-målerne i Norge bruker, anviser **ICNIRPs retningslinjer fra 1998** følgende verdier, som altså er gjeldende anbefalte grenseverdier i Norge: **2 220 000 – 4 350 000 µW/m²**

> Ref. 262: Advokatfirmaet Erling Grimstad AS og Einar Flydal: Smartmålerne, jussen og helsa, Z-forlag, 2018, Del 2, side 66, figur 17.

Seletunerklæringen 2009 ble avgitt av et ekspertpanel som foreslo eksponeringsgrenser utfra ved hvilke intensiteter det er påvist biologiske virkninger, og redegjorde for påviste helsevirkninger:

> Ref. 263: Adamantia Fragopoulou, Yuri Grigoriev, Olle Johansson, Lukas H Margaritis, Lloyd Morgan, Elihu Richter, Cindy Sage: Scientific panel on electromagnetic field health risks: consensus points, recommendations, and rationales, Rev Environ Health. Oct-Dec 2010;25(4):307-17. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21268443/

Seletunerklæringen foreslo følgende eksponeringsgrenser, sikkerhets-margin ikke medregnet, som er «ca. 50 000 – 60 000 ganger lavere enn dagens ICNIRP/IEEE-retningslinjer, men kan vise seg å være for høyt.»:

- Radiofrekvente felt: **<1700 µW/m²**

Panelets kommentar var som følger:

- Panelet anbefaler en provisorisk fjernfeltgrense for hele kroppen på 1,7 mW/m² (= 1 700 µW/m²)
- … det kan også argumenteres for at det er rimelig å redusere ytterligere en ti-gang for å være føre var. Hvis en ti-gangs reduksjon anvendes vil den anbefalte grensen være 0,17 mW/m² (= 170 µW/m²)

Bygningsbiologene 2015: Bygningsbiologi er en tverrfaglig formalisert utdanning som sprang ut av den akademiske del av miljøbevegelsen i Tyskland på 1960-tallet. Den er i dag gjerne en tilleggsutdanning for miljøbevisste bygningsingeniører, arkitekter og bygningstekniske konsulenter.

For eksponering for radiofrekvent stråling i oppholdsrom/soverom angir bygningsbiologene «bekymringsnivåer» (tysk: *auffällig*, engelsk: *concern*), med en del tilleggsinformasjon som spesifiserer nærmere:

Ref. 264: https://www.baubiologie.de/downloads/richtwerte-schlafbereiche-15.pdf

Måle-enhet	**Ingen grunn til bekymring**	**Svak grunn til bekymring**	**Alvorlig grunn til bekymring**	**Ekstrem grunn til bekymring**
µW/m²	<0,1	0,1-10	10-1000	>1000

EUROPAEM 2016: EUROPAEM er en europeisk organisasjon for miljømedisin. Deres retningslinjer for EMF tok retningslinjer utviklet av et utvalg under den østerrikske legeforening som utgangspunkt.

Denne standarden er per dato den mest omfattende og detaljerte som bygger på biologiske forskningsfunn og klinisk erfaring.

Ref. 265: Belyaev, Igor, Dean, Amy, Eger, Horst, Hubmann, Gerhard, Jandrisovits, Reinhold, Kern, Markus, Kundi, Michael, Moshammer, Hanns, Lercher, PPiero, Müller, KKurt, Oberfeld, Gerd, Ohnsorge, Peter, Pelzmann, Peter, Scheingraber, Claus, og Thill, Roby, 2016. «EUROPAEM EMF Guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses», DOI 10.1515/reveh-2016-0011.

https://www.degruyter.com/view/j/reveh.2016.31.issue-3/reveh-2016-0011/reveh-2016-0011.xml?rskey=BFhF0Q&result=1
For dansk oversettelse: «EUROPAEM EMF-retningslinjer 2016 for forebyggelse, diagnosticering og behandling af EMF-relaterede helbredsproblemer og sygdomme.» Dansk versjon kan lastes ned fra: https://einarflydal.com eller hentes her:http://www.ehsf.dk/ under Professionel / Leger.

For eksponering for radiofrekvent stråling angir EUROPAEM-retningslinjene føre-var-baserte retningsgivende verdier som for mikrobølger angis sterkt avhengig av signalmoduleringen, altså hvordan pulsingen er bygget opp. (Se fotonoter i retningslinjenes Tabell 3, gjengitt som Figur 66 over.)

For de frekvensene som er aktuelle i forbindelse med AMS-målere, angis følgende verdier:

Måleenhet	Dagtid	Natt	Ekstra el-følsom
µW/m²	100 - 10	10 – 1	1 – 0,1

BioInitiative Working Group, 2002, 2012, 2017: BioInitiative 2012-rapporten ble utarbeidet av en ekspertgruppe på 29 forfattere fra ti land – The Biointiative Working Group. Rapporten er en gjennomgang av mer enn 1800 forskningsstudier.

Ref. 266: Biointiative Working Group, David Carpenter and Cindy Sage (eds). 2012. Bioinitiative 2012: A rationale for biologically-based exposure standards for electromagnetic radiation. http://www.bioinitiative.org/

Biointiative-gruppen gir ikke et forslag til grenseverdier, men angir et *virkningsnivå* for radiofrekvent stråling, altså det trinnet på intensitets-skalaen der man finner at biologisk påvirkning begynner. Dette nivået angir Biointiative-gruppen som en «rimelig føre-var-basert tiltaksgrense ved vedvarende eksponering for pulset radiofrekvent stråling».

Ref. 267: BIOINITIATIVE 2012 – CONCLUSIONS Table 1-1, DEFINING A NEW 'EFFECT LEVEL' FOR RFR, https://bioinitiative.org/conclusions/

Føre-var-basert tiltaksgrense ved vedvarende eksponering for pulset radiofrekvent stråling settes til 0,3 til 0,6 nanowatt/cm^2, dvs. **3 - 6 µW/m²**.

«Telenors praksisgrense»: Telenor Norge ved dekningssjef Bjørn Amundsen erklærte rundt 2008 en selvpålagt «praksisgrense» som innebar at eksponering fra Telenors basestasjoner ikke noe sted skulle overstige
232

1/100 av grenseverdiene, i praksis **100 000 µW/m²**. Svar på epost fra forfatterne til Telenors dekningssjef tyder på at dette er en grense som Telenor ikke lenger binder seg til.

> Ref. 268: eposter E Flydal, Bjørn Amundsen, Roger Lien, Sissel Halmøy 4.-6.12.2020

6.16 Grenseverdiene underbygges med slurv og irrelevant forskning

Her viser vi hvordan grenseverdiene blir basert på forskning som gjør «ikke-funn», altså den forskningen som ikke har gjort funn, og på tilbakevisning av all den forskningen som har gjort funn.

De oppvarmingsbaserte grenseverdiene begrunnes som nevnt ved å vise til at funn av skader «ikke er tilstrekkelig sikre», og ved å vise til forskning som ikke gjør funn av helsevirkninger.

Ikke-funn som begrunnelse tilbakeviser i seg selv ikke funn som er gjort i annen forskning. Tilbakevisning av funn må gjøres ved å påvise feil. Men som vi har sett over, kan alle biologiske funn tilbakevises i utredninger som benytter slike sorteringskriterier som vi over har omtalt som strålehygiene-tradisjonens fysikk-baserte beviskriterier fra ICNIRP/WHO:

Slike kriterier leder til at man ikke vil akseptere funn som er gjort ved eksponeringsverdier under termisk grense. I høyden angis det at funnene «ikke er tilstrekkelig godt påvist, og mer forskning er nødvendig».

Den norske utvalgsrapporten fra 2012 (FHI 2012:3) som danner en vesentlig del av grunnlaget for norsk helsepolitikk på området, er et typisk eksempel:

Ikke på noe område overhodet finner denne utvalgsrapporten tilstrekkelig godt påviste funn under oppvarmingsgrensen. Der målbare biologiske virkninger uomtvistelig er funnet, antyder utvalget at det kan skyldes oppvarming og «ikke behøver å være skadelig».

Nedenfor gjengis et utvalg utdrag fra rapportens konklusjoner i sammendrag, område for område (s. 17 ff.). På alle disse områdene påviser biologisk forskning funn, men – slik det følger av sorteringskriteriene og

metodevalget – aksepteres ingen av funnene som tilstrekkelig sikre. Basis for grenseverdiene blir dermed basert på ikke-funn, altså den forskningen som ikke har gjort funn, og på tilbakevisning av all den forskningen som har gjort funn:

> Ref. 269: Alexander, Jan m.fl.: Svake høyfrekvente elektromagnetiske felt – en vurdering av helserisiko og forvaltningspraksis, FHI-rapport 2012:3, Folkehelseinstituttet, 2012, https://www.fhi.no/globalassets/2012-3_mobilstraling
>
> **ICNIRPs funn,s. 17:**
> «For eksponering ved nivåer under ICNIRPs referanseverdier har ICNIRP ikke funnet dokumenterte skadelige effekter, til tross for at det foreligger omfattende forskning. Noen mekanisme for hvordan slike effekter eventuelt skulle kunne oppstå er heller ikke identifisert.»
>
> **Helsevirkninger generelt, s. 18:**
> «I enkelte studier antyder observasjoner at eksponering for svake RF-felt kan ha målbare biologiske effekter. I flere av studiene er det imidlertid vanskelig å utelukke at eksponeringen ... kan ha ført til lokal oppvarming. [Dette] ... betyr ... ikke at det er oppstått helseskade.»
>
> **Kreft, s. 19:**
> «Samlet sett gir disse studiene [som ikke finner tilstrekkelig sikre sammenhenger] ytterligere holdepunkter for at eksponering for svake RF-felt ikke fører til kreft.»
>
> **Forplantning, s. 20:**
> **«**Samlet sett er det lite belegg for at eksponering for svake RF-felt påvirker forplantningsevnen negativt. De få studiene som foreligger, gir heller ikke belegg for at eksponering for svake RF-felt i svangerskapet gir uheldige effekter på fosteret.»
>
> **Hjerte/kar, s. 20:**
> **«**Samlet sett gir studiene av god kvalitet ikke holdepunkter for at svake RF-felt har skadelige effekter på hjerte-karsystemet.»

Immunsystemet, s. 20:
«Eldre studier, så vel som nyere studier av god kvalitet, gir ingen klare belegg for negative effekter av eksponering for svake RF-felt på immunsystemet.»

Hormonelle virkninger, s. 20:
«Tidligere og nyere studier gir ikke holdepunkter for at eksponering for svake RF-felt påvirker hormonsystemet negativt hos mennesker.»

Nervesystemet, s. 20-21:
«Responsene kan i mange tilfeller representere en [uskadelig] kroppslig tilpasning til en ytre påvirkning.»

«Dyreforsøk gir ikke grunnlag for å anta at eksponering for svake RF-felt fører til biologiske effekter i nervesystemet. Mange [studier på mennesker] ... gir noen holdepunkter for at eksponering for RF-felt fra GSM-telefoner kan føre til små og forbigående endringer [i hjerneaktivitet, men] ikke ledsaget av symptomer eller dårlig søvnkvalitet. 3G (UMTS)-telefoner ser ikke ut til å ha slik virkning, men det finnes få studier med denne typen telefoner. [R]esultatene [virkninger på blodgjennomstrømning og stoffskiftet i hjernen] er til dels motstridende.»

«Samlet sett er det ikke holdepunkter for at eksponering for svake RF-felt påvirker ytelse eller adferd [hos voksne og unge].»

«[I]kke holdepunkter for at svake RF-felt gir symptomer som f.eks. hodepine, trøtthet eller konsentrasjonsproblemer, hverken ved korttids- eller langtidseksponering. ... ikke holdepunkter for skader på syn, hørsel eller balanseorgan. .... [I]kke holdepunkter for [alvorlige effekter på sentralnervesystemet som kan gjøre] at alvorlige lidelser kan oppstå.»

«Genutrykket i celler er normalt i stadig endring [særlig ved] påvirkning. Det er observert endringer i genuttrykk ... men ... ikke sammenfallende resultater ... med hensyn til hvilke ... gener som viser endret regulering. ... [L]ite som tyder på ... entydige endringer

i genutrykket som kan knyttes til skadelige effekter hos mennesker.»

Helseplager tilskrevet EMF (el-overfølsomhet), s. 21:
«Ekspertgruppen konkluderer med at vitenskapelige studier tyder på at EMF ikke er årsak til eller medvirkende årsak til tilstanden helseplager tilskrevet EMF (el-overfølsomhet).»

Biologisk orienterte forskere kritiserer både vurderingskriteriene og kravene om utvetydige bevis som brukes i slike evalueringer, og som fører til at gode studier forkastes:

Ref. 270: Sage, Carpenter og Hardell: Kommentar til SCENIHR: «Vurdering omkring mulige helsevirkninger av eksponering for elektromagnetiske felt», i Flydal og Nordhagen (red.) 2019, side 175-182. Original referanse: Sage, Cindy, Carpenter, David, og Hardell, Lennart, 2015. «Comment on SCENIHR: 'Opinion on Potential Health Effects of Exposure to Electromagnetic Fields', Bioelectromagnetics 36:480-484, (2015)», Bioelectromagnetics 37:190-192 (2016):

«SCENIHR har brukt feil test ved å kreve absolutte bevis og mekanistiske bevis[175] for mulige virkninger av EMF. Skjerpningen som dermed er bygd inn i formuleringen krever i stedet at det påvises «avgjørende eller utvetydig empirisk belegg» [BioInitiative Working Group, 2014, 2015; SCENIHR, 2015a]. Som et resultat av dette er relevante data rett og slett forkastet, selv der hvor rapporten dokumenterer at det fins empirisk belegg for mulig risiko i fagfellevurderte studier av god kvalitet. Og siden komiteen ikke finner bevis på årsakssammenhenger, ender det med at SCENIHRs vurderingsprosess konkluderer med ikke å ville peke på noe som helst belegg på at det fins mulige helsevirkninger.»

Andre årsaker til samme slags konklusjoner er bagatellisering, regelrette unnlatelser, feiltolkning eller slurv, og ved å sammenlikne usammenliknbare studier og sette dem opp mot hverandre. Slikt er påvist i flere utredninger av kunnskapsstatus, herunder i sentrale utredninger for strålevernet i f.eks. Norge, Storbritannia og USA, og for WHOs og ICNIRPs arbeid, blant annet en rekke steder i følgende tre kilder: Glomsrød og Solheim tar for seg FHI-rapporten omtalt over. Wright tar særlig for seg

ICNIRP, WHO, telekombransjen og britisk strålevern. Starkey tar for seg AGNIR, det faste britiske utvalget for undersøkelse av helsesiden ved ikke-ioniserende stråling:

> Ref. 271: Glomsrød, Solveig, Solheim, Ida: Helsevirkninger av elektromagnetiske felt, 2012, http://www.felo.no/fileadmin/red/Rapporter/Helsevirkninger_av_elektromagnetiske_felt-_felo_content_download_4761_36728_file_Helsevirkninger_av_elektromagnetiske_felt.pdf.pdf
>
> Ref. 272: Wright, Nicola: «Downplaying Radiation Risk», kapittel 23 i Walker, Martin J. (ed.): Corporate ties that bind – An Examination of Corporate Manipulation and Vested Interests in Public Health, Skyhorse Publishing, N.Y., 2017
>
> Ref. 273: Starkey, Sarah J.: Inaccurate official assessment of radiofrequency safety by the Advisory Group on Non-ionising Radiation, Rev Environ Health 2016; 31(4): 493–503, DOI 10.1515/reveh-2016-0060

I et interessepolitisk perspektiv kan konklusjoner av typen «ikke er tilstrekkelig godt påvist, og mer forskning er nødvendig» forstås som *filibustertaktikk*: De hindrer eller forsinker regulatoriske innstramninger. Dette er en dokumentert strategi for å forsvare næringer.

> Ref. 274: Conway, Erik M. og Oreskes, Naomi: Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming, Bloomsbury Press, 2010

Uansett motiver og årsaker bak at forskningsrapporter om ikke-funn benyttes som bevis, er mangel på funn i Poppers bevishierarki vurdert som den svakeste formen for vitenskapelig bevis, ettersom det alltid kan tenkes svært mange årsaker til manglende funn, og at manglende funn ikke motbeviser funn.

> Ref. 275: Pall, Martin: Scientific evidence contradicts findings and assumptions of Canadian Safety Panel 6: microwaves act through voltage-gated calcium channel activation to induce biological impacts at non-thermal levels, supporting a paradigm shift for microwave/lower frequency electromagnetic field action, Reviews on Environmental Health, April 2015
>
> Ref. 276: Omtale av Karl Popper: The Logic of Scientific Discovery, tysk versjon 1934, engelsk versjon 1959, s. 19, hentet fra Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/The_Logic_of_Scientific_Discovery

> «Popper argumenterer for at vitenskapen bør ta i bruk en metodologi som baseres på «en asymmetri mellom verifiserbarhet og falsifiserbarhet; en asymmetri som er et resultat av den logiske formen ved generelle påstander. For slike påstander kan aldri avledes fra påstander om enkelttilfeller, men de kan bli motbevist av påstander om enkelttilfeller."

Popper sier her at et generelle påstander ikke kan bevises ved funn at enkelttilfeller, men at generelle påstander kan motbevises av ett enkelt tilfelle. Det vil si at utsagnet «Alle svaner er hvite» ikke kan bevises av funn av hvite svaner, uansett hvor mange, mens funn av en enkelt sort svane motbeviser utsagnet. Det samme gjelder selvsagt for ikke-funn.

Men det fins også andre årsaker som er spesielt relevante i forbindelse med pulsmodulert kommunikasjon, som fra AMS-målere og annet moderne trådløst, og fra skitten strøm i strømnettet:

Flere forsøk som *ikke* gjør funn av biologiske virkninger, er gjort *uten pulsmodulering*, altså bare med sinuskurver og ved én bestemt frekvens, f.eks. en typisk GSM-frekvens, fra en generator i et laboratorium. Ettersom puls-modulert stråling lenge har vært kjent for å være mer biofysisk aktiv enn ikke-pulset stråling, kan man forvente ikke-funn av slike tester. De har ingen vitenskapelig bevisstyrke i diskusjonen om helserisiko fra mobilbruk, men kan brukes til å så tvil.

Martin L Pall tar for seg spesifikke forskningsrapporter som synes utformet for å produsere ikke-funn på slike og andre måter, og dermed gi grunnlag for å hevde at det er usikkerhet om forskningsresultatene:

> Ref. 277: Pall, Martin L, i Flydal, Einar og Nordhagen, Else (red.): 5G og vår trådløse virkelighet – høyt spill med helse og miljø, Z-forlag, 2019, Del 2.

Flere forskere har, som Pall, pekt på at forsøk må gjøres med «reell kommunikasjon» for å få med virkningene av pulsing. Et slikt standpunkt strider rent intuitivt mot strålehygiene-tradisjonens fysikk-baserte tenkning: Man får for dårlig kontroll over parameterne i forsøkene, og man får lettere resultater i strid med hva den strålehygieniske tenkningen har lagt til grunn, også gjennom begrepet «ikke-ioniserende stråling».

Hvis man skal studere reelle virkninger av elektromagnetisk stråling er det derfor svært viktig å bruke reelle strålekilder, selv om disse kan være vanskelige å eksakt beskrive egenskapene til, slik ICNIRP krever for å vurdere et funn av biologiske virkninger som sikkert.

6.17 Sikkerhetsavstander: vurderingskriterier har store praktiske konsekvenser

I dette avsnittet ser vi hvor store ulikheter i sikkerhetsavstander som følger av hvordan grenseverdier beregnes. Vi ser at AMS-målere kan kreve så stor sikkerhetsavstand at de ikke er mulig å innfri dersom biologisk begrunnede grenseverdier legges til grunn.

I forbindelse med elektromagnetisk stråling angis det sikkerhetsavstander for å beskytte mot helserisiko. Dette er vanlig i arbeidslivet rundt maskiner som benytter elektromagnetiske felt, f.eks. til plastsveising. I forbindelse med forbrukerutstyr er angivelse av sikkerhetsavstander sjelden oppgitt slik at forbrukeren er kjent med dem, og kan være gjenstand for stor strid.

Således har bystyret i Berkeley, California, siden 2015 vært i strid med den amerikanske trådløsnæringens bransjeorganisasjon CTIA om kunden skal gis opplysninger gjennom oppslag på salgsstedene om de sikkerhets-avstander mellom kroppen og mobiltelefonen som det opplyses om i liten skrift i den brukererklæringen som forbrukeren må akseptere ved oppstart av ny mobil. CTIA har hevdet at å kreve at slik informasjon er slått opp på salgsstedet, strider mot grunnlovens bestemmelser om ytringsfrihet.

> Ref. 278: City of Berkeley to require cellphone sellers to warn of possible radiation risks, https://www.theguardian.com/us-news/2015/may/16/berkeley-california-cellphone-radiation-health-risks

Saken endte (september 2020) med at bystyret aksepterte ikke å anke en føderal kjennelse om at et slikt informasjonskrav blander seg inn i Federal Communications Commission (FCC) sin regulering av bransjen, mot at CTIA aksepterte ikke å kreve saksomkostninger dekket.

> Ref. 279: https://www.saferemr.com/2014/11/berkeley-cell-phone-right-to-know.html

I det følgende vises noen eksempler på sikkerhetsavstander fra radio-kommunikasjonsutstyr. Hensikten er å vise hvor stor praktisk konsekvens det har for sikkerhetsavstandene om grunnlaget for beregningen er oppvarmingskriteriet som ICNIRP og WHO legger til grunn – og som land som Norge benytter seg av uendret, eller om funn av biologiske skade-virkninger legges til grunn for grenseverdiene.

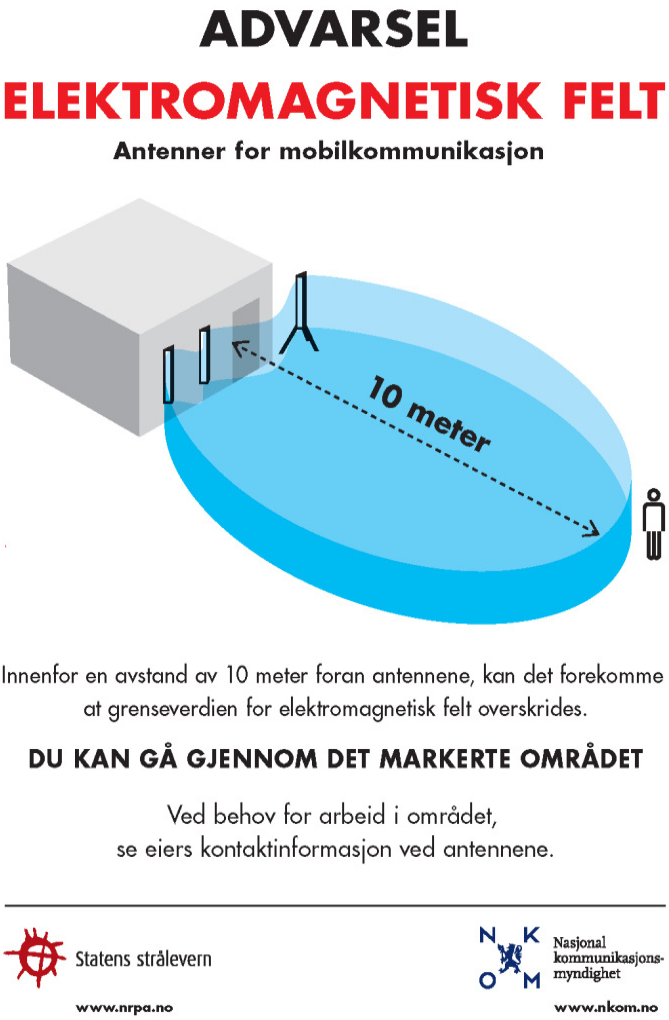
6.17.1 Et eksempel: mobilmasters basestasjoner på hustak

For mobilmasters basestasjoner skiltes det med anvisninger på dører ut til tak der det er montert basestasjoner, om at kortvarig opphold, å gå gjennom feltet innenfor en viss avstand, ikke gir økt helserisiko, men at man ikke skal oppholde seg i dette feltet. Se Figur 74.

Knyttet til innføring av 5G kom ICNIRP i mars 2020 med nye retningslinjer der det angis grenseverdier som tillater langt mer intense eksponeringer, og gis retningslinjer for beregning som gjør at eksponeringen ikke kan måles på stedet, men må beregnes ved hjelp av metoder som det så langt hersker usikkerhet om overhodet kan utføres som annet enn skrivebords-øvelser per kilde:

> Ref: Einar Flydal, Else Nordhagen og Odd Magne Hjortland: ICNIRPs nye retningslinjer for strålevern er basert på faglig uholdbar dokumentasjon, åpner for sterkere eksponering, svekker myndigheters og forbrukeres kontroll-muligheter, og legitimerer økt helse- og miljøskadelig infrastruktur, som fra 5G, notat, https://einarflydal.com/utredninger-boker-m-m-a-laste-ned-bestille/

I forbindelse med 5G basestasjoner som monteres på hustak gis det på DSAs og NKOMs nettsider forsikringer om mangel på helserisiko som må forstås som at de to etatene borger for at termisk baserte grenseverdier gir tilstrekkelig strålevern:



Figur 74: Plakat gjeldende per 2021 satt opp ved utgangs-dører til tak med base-stasjoner (NKOM og DSAs nettsider)

Ref. 280: https://www.nkom.no/fysiske-nett-og-infrastruktur/elektromagnetisk-straling#ferdsel_p_tak_hvor_mobilantenner_er_montert, og https://dsa.no/nyheter/informasjon-om-ferdsel-pa-tak-hvor-mobilantenner-er-montert

Det heter følgende i veiledningen – i et språk som toner ned at det åpnes for langt kraftigere eksponering og stor usikkerhet rundt beregningsmåten:

> «Teleoperatørene i Norge, Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (Nkom) og Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA) har

samarbeidet om å utvikle råd og retningslinjer for ferdsel på tak hvor det er montert mobilantenner. ...

Ved innføring av 5G vil enkelte antenner få et sendemønster som gjør at det er behov for å nyansere dagens informasjon om ferdsel på tak hvor slike antenner er montert. ...

Eksisterende informasjon viser at man kan oppleve at grense-verdien overskrides inntil 10 meter foran en mobilantenne.

Med dagens raske utvikling av mobilteknologi og innføring av 5G vil enkelte antenner få et sendemønster som gjør at dagens informasjon ikke nødvendigvis er korrekt, og at grenseverdien i korte øyeblikk kan overstiges også utenfor den markerte sikkerhets-sonen. Selv om eksponeringen i korte øyeblikk kan bli noe høyere enn opplyst, vil det fortsatt ikke være risiko for helseskade så lenge man følger de eksisterende rådene.

Myndighetene følger med på utviklingen, og inntil standardiserte målemetoder og konfigurasjoner for 5G er på plass, gjelder eksisterende plakat.»

Ericsson, en av verdens ledende produsenter av sendeutstyr for 5G, oppgir sikkerhetsavstandene fra 5G-basestasjoner å være som vist i Figur 75, avhengig av hvilke grenseverdier som legges til grunn: Illustrasjoner og tabell viser at sikkerhetsavstandene blir enorme dersom man legger biologisk baserte grenseverdier til grunn.

Illustrasjoner og innholdet i tabellen i Figur 75 er hentet fra en orientering Ericsson ga i 2017 om kravene til sikkerhetsavstander utfra ICNIRPs retningsgivende grenseverdier per 1998. Illustrasjonene viser til venstre en boligblokk med 5G-basestasjoner på taket, og med sikkehetssone rundt utfra ICNIRP 1998-retningslinjen (gult). I midten er samme boligblokk med Israels og Indias sikkerhetssoner, og til høyre er angitt sikkerhetssoner utfra grenseverdiene i Polen, Italia, Kina, deler av Canada og Sveits, m.fl.:

Ref. 281: Christer Törnevik, Senior Expert, EMF and Health, Ericsson Research, Stockholm: Impact of EMF limits on 5G network roll-out, ITU Workshop on 5G,

EMF & Health, Warsawa, December 5 2017, https://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/20171205/Documents/S3_Christer_Tornevik.pdf



Område	Sikkerhetsavstand
Norden og andre land som følger ICNIRPs retningsgivende verdier uendret:	11 meter radius i 7 meter høyde (markert med gul sone rundt antennen)
Israel og India	37 meters radius i 23 meters høyde
Polen, Italia, Kina, deler av Canada og Sveits, m.fl.	115 meter radius i 70 meters høyde

Figur 75: Sikkerhetsavstander rundt 5G-antenne på en boligblokk – ved termisk og biologisk beregnede grenseverdier (Törnevik, Ericsson, 2017)

Enkelte steder, f. eks. Luxemburg, Ukraina, byen Bryssel, deler av Italia, og Lichtenstein, er eksponeringsgrensene satt enda langt lavere, og sikkerhetsavstandene vil nødvendigvis være tilsvarende langt større. Ericssons presentasjon angir det som ganske enkelt umulig å innføre 5G i byer dersom man skal være underlagt slike sikkerhetsavstander.

Grenseverdiene er således av avgjørende viktighet for næringen og for øvrige interessenter i teknologien. Vi skal se at det er tilsvarende når vi kommer til mobiltelefoni og AMS-målere.

6.17.2 Eksempel: Sikkerhetsavstand for mobiltelefoner

I brukerbetingelsene for mobiltelefoner er det angitt at apparatet skal holdes borte fra kroppen og at eksponeringsverdier er målt ved en avstand på *rundt 1,5 cm*. Dette gir normalt måleverdier som tilfredsstiller kravet satt i form av SAR-verdier (Specific Absorption Rate), en industristandard som skal hindre akutte oppvarmingsskader av vev hos mennesker.

Samsung gir følgende anbefaling, som advarer mot induksjon i metall som omgir mobiltelefonen og fungerer som antenne:

> Ref. 282: https://www.samsung.com/us/Legal/Phone-HSGuide/#Section%204:%20Health%20&%20Safety%20Information
>
> «Body-worn operations are restricted to belt-clips, holsters or similar accessories that have no metallic component in the assembly and must provide at least 1.5 cm separation between the device and the user's body.»

Oversatt til dagligspråk (av oss) betyr dette:

> *Dersom mobilen skal bæres på kroppen, må det skje i belteklyper, hylstre eller tilsvarende ekstrautstyr som ikke har noen metalldeler og sørger for minst 1,5 cm avstand mellom mobilen og brukerens kropp.*

Dersom EUROPAEMs retningsgivende føre-var-baserte eksponeringsverdier legges til grunn for avstanden mellom kropp og mobiltelefon, vil sikkerhetsavstanden måtte være ca. *5 meter*.

6.17.3 Sikkerhetsavstand for AMS-målere

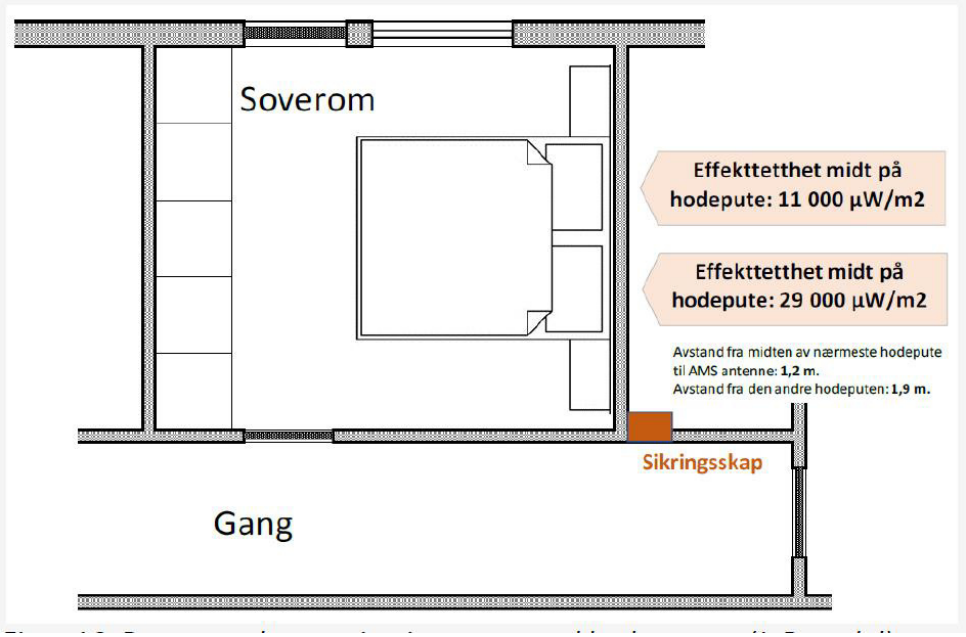
For AMS-målere angis det ved montering ingen sikkerhetsavstand og ingen advarsler om økt helserisiko. AMS-måleres maksimale sendestyrke, som trer inn f.eks. etter strømbrudd og andre oppdateringer av maskenettverket mellom målere i området, er gitt av fribruksforskriften til 0,5 Watt e.r.p., som er 3-4 ganger maks sendestyrke fra mobiltelefoner, som er 2 Watt e.i.r.p. (OBS! To ulike beregningsmetoder og derfor ikke direkte sammenliknbare.)

Selv om sikkerhetsavstander ikke oppgis, kan man få et inntrykk av hvilke sikkerhetsavstander som synes rimelige, ved å sammenlikne grenseverdier mot beregnet eksponering fra AMS-målere.

Figur 76 over viser beregnede eksponeringer i en praktisk situasjon: en entré der AMS-måleren er plassert, med tilstøtende soverom. Beregningene i Figur 76 og for tabellen nedenfor (Figur 77) er utført av siv.ing. innen radioteknologi Jostein Ravndal. Tabellen gjentar beregnet

eksponeringsverdi for nærmeste hodepute, samt ICNIRPs grenser ved de ulike målertypenes frekvenser. Videre angis verdier fra EUROPAEM-retningslinjene:

> Ref. 283: Advokatfirmaet Erling Grimstad AS og Einar Flydal: Smartmålerne, jussen og helsa, Z-forlag, 2018, s. 65-66.



Figur 76: Beregnet eksponering i soverom ved hodeputene (J. Ravndal, fra Grimstad & Flydal 2018, Del 2, s. 65)

Beregnet eksponering (µW/m²)	AMS-målere	Frekvens (MHz)	Grenseverdi (µW/m²)		
			ICNIRP	EUROPAEM	
hodepute 1, 1,2 m avstand				om natta	ekstra følsomme
29 000*	Kamstrup	444	2 220 000	10	1
29 000	Nuri, Aidon	870	4 350 000	1	0,1

Figur 77: Beregnet eksponering i soverom i forhold til ICNIRP og EUROPAEM (J. Ravndal, fra Grimstad & Flydal 2018, Del 2, s. 66)

Figur 77 viser at beregnet eksponering på hodeputen er **29 000 µW/m²**, og at ICNIRPs retningsgivende verdier er **2 220 000 µW/m² eller 4 350 000 µW/m²**, avhengig av målertype.

245

EUROPAEMs retningsgivende verdier er derimot **10 µW/m² eller 1 µW/m²** for denne typen (pulset) stråling, avhengig av målertype, og en tidel for ekstra følsomme (Figur 66).

Dersom ICNIRPs referanseverdier for vern mot oppvarmingsskade legges til grunn, og vi ikke regner med usikkerheten ved *nærfelt* –som gjør strålingen langt kraftigere, og umulig å beregne – kan vi regne sikkerhetsavstand for varig opphold til å være ***mindre enn 15 cm***.

Dersom vi derimot legger EUROPAEMs føre-var-baserte retningsgivende verdier til grunn, er strålingen fra AMS-målerne i størrelsesorden 200 000 til 4 millioner ganger for sterk. Sikkerhetsavstand vil da være ***rundt 70 meter***.

(Sikkerhetsavstanden framkommer ved å doble avstanden 1,2 m inntil 29 000 µW/m^2 blir redusert til rundt 10 µW/m^2: Eksponeringen deles på 4 hver gang avstanden fordobles.)

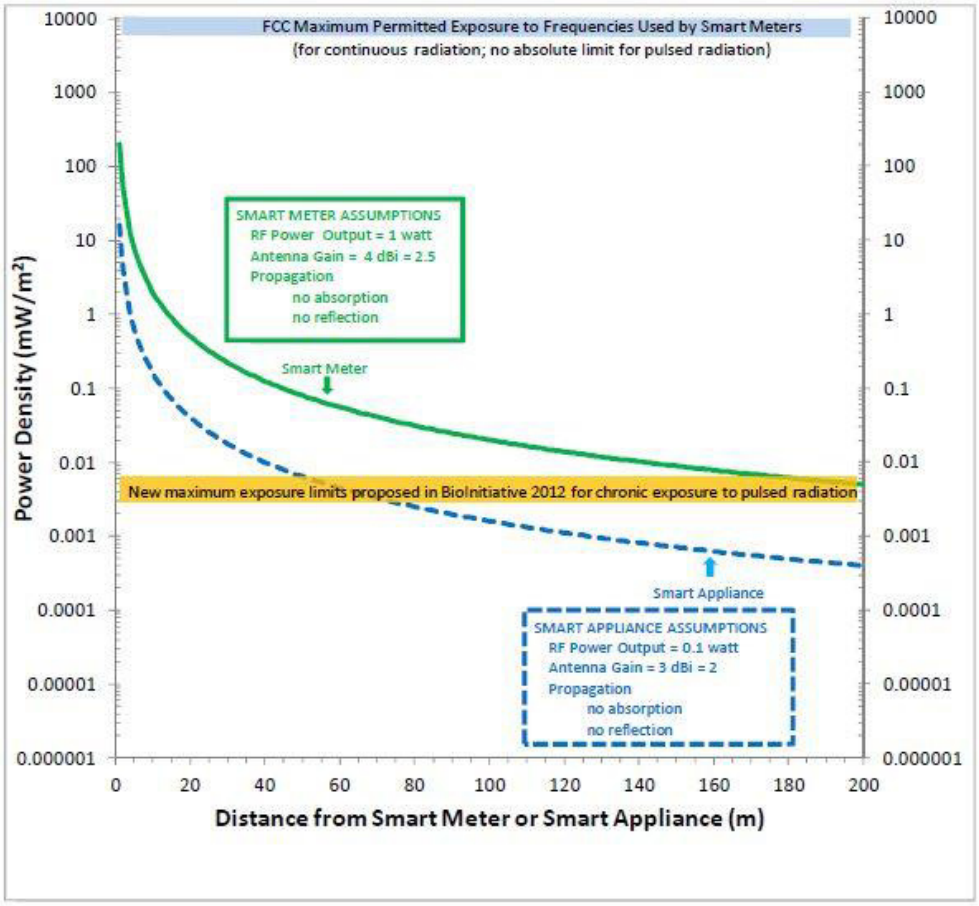
Den sikkerhetsavstanden som følger av EUROPAEMs tall, kan forklare historier om folk som uten forutanelse får sterke akutte anfall i det naboer i villafelt får installert AMS-måler, sterke plager av AMS-målere i oppgangen i betongbygg, osv. Den sikkerhetsavstanden som følger av ICNIRPs tall, er derimot ikke i stand til å forklare slike hendelser, og svikter dermed på evne til å predikere helsevirkninger fra eksponering. *Det er altså EUROPAEMs retningslinjer som har forklaringskraft, ikke ICNIRPs.*

Teoretiske beregninger og sammenlikninger gjort av fysikeren Ronald M. Powell gir omtrent samme resultat utfra en omfattende fysikk-basert gjennomgang han har foretatt opp mot forskningsfunn av skader ved ulike intensiteter. Se Figur 78. Figuren viser en sikkerhetsavstand på rundt 0 m ved FCCs anbefalte grenseverdier (blått bånd), og rundt 200 m utfra EUROPAEM-retningslinjene (gult bånd) – under idealbetingelser med bare én sender i området og ingen refleks, konsentrasjon eller dempning.

Ref. 284: Powell, Ronald M.: Biological Effects from RF Radiation at Low-Intensity Exposure, based on the BioInitiative 2012 Report, and the Implications for Smart Meters and Smart Appliances, notat, 11. June 11, 2013, https://skyvisionsolutions.files.wordpress.com/2013/06/powell-report-bioinitiative-report-2012-applied-to-smart-meters-and-smart-

appliances_june_11_2013.pdf, norsk sammendrag:
https://einarflydal.com/2016/01/25/smart-om-smarte-malere-og-helseskader/

Powell bruker som referanse den meget omfattende The BioInitiative Report (versjon per 2012) sitt forslag til grenseverdier for pulset stråling. Denne rapporten, på 1479 sider gjennomgår etter eget utsagn rundt 1 800 nyere fagfellevurderte studier.



Figur 78: Sikkerhetsavstand i hht BioInitiatives anbefalinger (gult bånd) og FCC (blått bånd) opp mot eksponering (loddrett) ved ulike avstander (vannrett) for AMS-målere (grønn stiplet) og tilknyttet «smartutstyr» (blå stiplet) (Powell 2013, figur 1, side 9)

The BioInitiative Report angir en «effektgrense» på 3 - 6 µW/m^2, som tilsvarer de verdier som er oppgitt i sitatet under. Dette vil si at det foreslås en føre-var-basert grense, som samsvarer med tanken om at enhver

påvirkning som er funnet å forstyrre biologiske prosesser i skadelig retning, innebærer et skadepotensiale som bør unngås:

> Ref. 285: BioInitiative Report 2012, Section 1 Summary for the Public, (2014 Supplement) Summary for the Public – Cindy Sage, IV. RECOMMENDED ACTIONS, B. Defining new 'effect level' for RFR, siste avsnitt, upaginert, https://bioinitiative.org/
>
> «Et vitenskapelig referansepunkt på 0,003 µW/cm^2 eller tre nano-watt per kvadratcentimeter som «laveste observerte virkningsnivå» for RF-stråling, baserer seg på studier av strålenivåene fra mobil-master. Ved å bruke en ti-gangers reduksjon for å kompensere for manglende langtidseksponering (for å gi en sikkerhetsmargin ved kontinuerlig eksponering, om nødvendig) og for barn og følsomme undergrupper av befolkningen (dersom studien er gjort på voksne, ikke barn) gir dette et føre-var-basert tiltaksnivå på 300 til 600 picowatt per kvadratcentimeter. Dette resulterer i 0,3 nanowatt til 0,6 nanowatt per kvadratcentimeter som et rimelig føre-var-nivå for kontinuerlig eksponering for pulset RF-stråling. Selv disse nivåene kan det være behov for å endre i framtiden, etter hvert som nye og bedre studier blir fullført. Det er hva forfatterne skrev i 2007 (Carpenter and Sage, 2007, BioInitiative Report) og dette er fortsatt sant i dag i 2012.
>
> Vi gir rom for kommende studier som kan komme til å senke eller øke dagens observerte «virkningsnivåer» og bør være forberedt på å godta ny informasjon som veiledning for å gjøre nye føre-var-tiltak.»

Figur 78 viser at de påtenkte «smarte» anvendelsene til å styre ulikt utstyr i huset trådløst utfra samme grenseverdier vil kreve en *sikkerhetsavstand på ca. 60 meter*, altså i praksis ikke vil kunne brukes.

> Ref. 286: Powell, Ronald M.: Biological Effects from RF Radiation at Low-Intensity Exposure, based on the BioInitiative 2012 Report, and the Implications for Smart Meters and Smart Appliances, notat, 11. June 11, 2013, figur 1, side 9, https://skyvisionsolutions.files.wordpress.com/2013/06/powell-report-bioinitiative-report-2012-applied-to-smart-meters-and-smart-appliances_june_11_2013.pdf

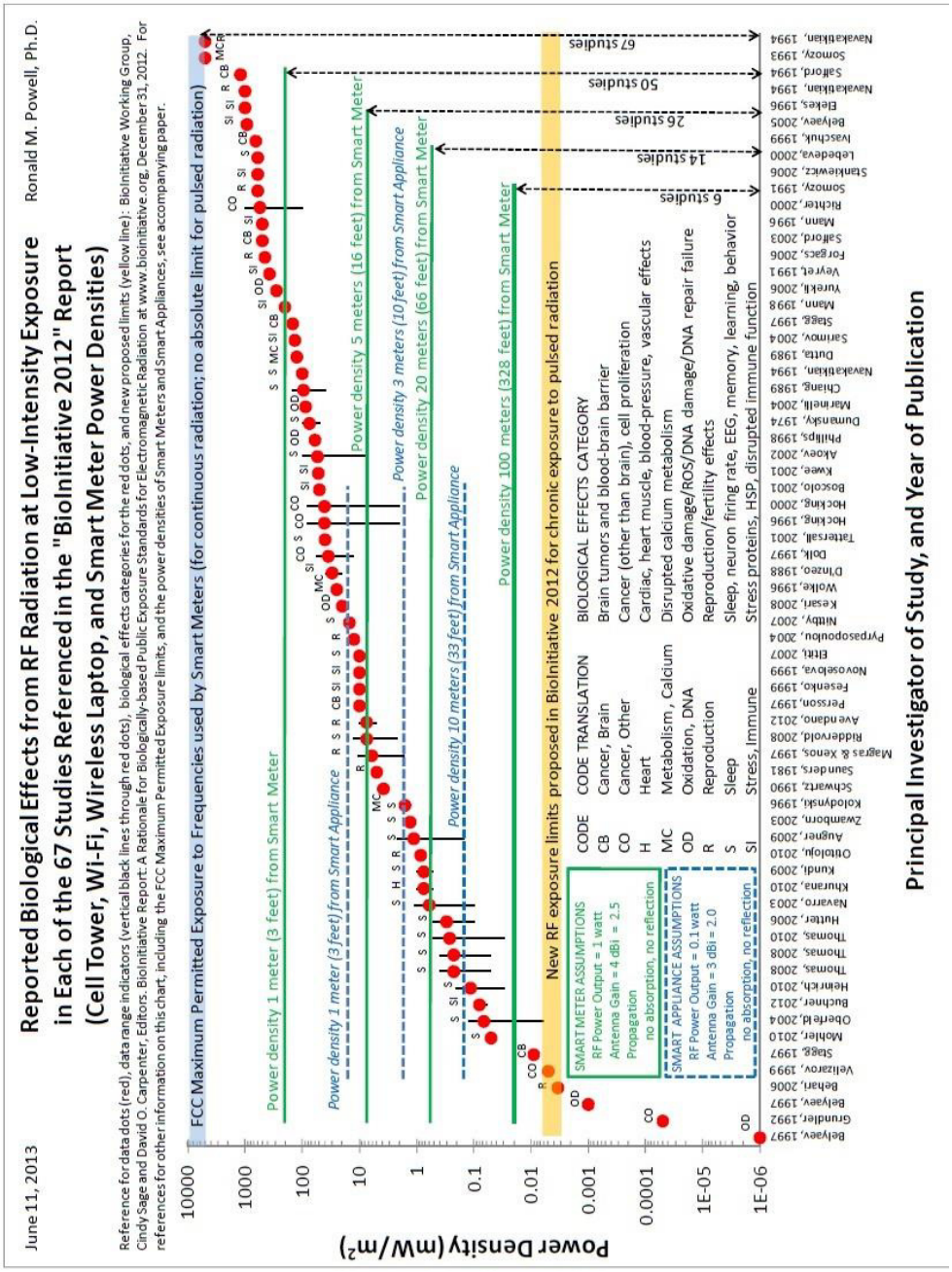
Powell rangerer hvilke av de relevante studier som BioInitiative Group har gjennomgått, som påviser biologiske virkninger ved eksponeringsnivåer som er svakere enn de grenseverdiene som følger av oppvarmingskriteriet. (Powell bruker USAs anbefalte grenseverdier, som i vår sammenheng kan regnes som lik ICNIRPs, dvs. lik de norske anbefalte grenseverdiene.)

Figur 79 viser ved hvilke eksponeringsstyrker det er påvist skader i de studiene som BioInitiative Report legger til grunn. Powell bruker disse til å vise hvor lang avstand som må til for å komme under den eksponeringen der det påvises skadevirkninger i disse forskningsstudiene. Det angis også hvor mange studier i hver gruppe som er lagt til grunn, hvilke skadetyper som er funnet i hver av studiene, og det gis referanse til studiene.

- Loddrett akse viser eksponeringens styrke (effekttetthet), merk logaritmisk skala hvor hver angitte verdi er 10 ganger større enn den under.
- Blå linje øverst viser gjeldende grenseverdi i USA (og Norge).
- Grønne linjer viser eksponeringens styrker ved henholdsvis 1 meters avstand fra måleren, 5 meter, 20 og 100 meter
- **Sorte piler** viser antall studier som finner skader ved svakere eksponering enn den linja pilen peker til
- Røde prikker viser de enkelte forskningsrapportene, med referanse rett under nederst på den vannrette aksen
- Gul linje viser The BioInitiative Reports forslag til eksponeringsgrense

Powell finner (gjengitt etter Powells oppsummering, s. 11 ff.):

1. Myndighetenes grenseverdier er satt så høyt at de har ingen praktisk relevans for å beskytte befolkningen.
2. Forslaget til grenseverdier fra Bioinitiative Group ville beskyttet mot stråleskadene funnet i nesten alle de refererte forskningsrapporter Powell velger ut fra denne ekspertgruppens forskningsgjennomgang i 2012.
3. Én enkelt «smart måler» montert utenpå et bolighus (slik de gjør det i USA) kan overskride de strålingsnivåene som skapte skade i de fleste eller mange av disse rapportene, alt etter avstand man holder fra måleren.



Figur 79: Antall studier som finner biologiske virkninger – etter sikkerhets-avstand i hht BioInitiative-grenseverdier, antall studier bak, og skadeart (Powell 2013)

4. Ting i hjemmet som skal kommunisere med en «smart måler» kan overskride de strålingsnivåene som skapte skade i halvparten eller færre av rapportene, alt etter avstand man holder fra tingene.
5. En enkelt «smart måler» på veggen til eneboligen til nærmeste nabo (én av åtte mulige naboer hvis vi tenker et enkelt rutenett med oss selv i midten) kan gi radiofrekvent stråling sterkere enn den som skapte skade i mange av de 67 forskningsrapportene.

Dersom ambisjonen er å unngå helseskader i befolkningen, synes altså forslaget til grenseverdier for pulset stråling som BioInitiative Group har framsatt, å være relevant.

Utfra Powells analyser og biologisk baserte retningslinjer kan man argumentere for at sikkerhetsavstandene på 70 meter for norske AMS-målere og 60 meter for «smarte» anvendelser i boligen synes rimelige, men i praksis selvsagt ikke gjennomførlige.

Vi ser altså at hvilket grunnlag som velges for beregning av grenseverdier er særdeles konsekvensrikt – ikke bare for hvor grenseverdiene settes, men også for påvist helserisiko, for grenseverdienes relevans for skadebildet, og for vurderingene av om AMS-teknologien i det hele tatt er anvendbar i praksis utfra folkehelsepolitiske mål, utfra hensyn til ekstra sensitive, og utfra en føre-var-linje.

Dermed settes det også sterke krefter i sving for å gjøre grenseverdiene romslige, og – må man anta – et tilsvarende behov for å distansere seg fra ansvar.

6.18 En indre logikk er bygget som fratar DSA alt ansvar for «svak stråling»

Gjennom nyere revisjoner av Strålevernforskriften synes all eksponering under ICNIRPs retningslinjer gjennom en slags sirkelargumentasjon å falle utenfor strålevernmyndighetens ansvar. Dette påvises i det følgende:

ICNIRPs retningslinjer er automatisk gjeldende forskrifter i Norge:

Ref. 287: Forskrift om strålevern og bruk av stråling (strålevernforskriften), §6, 5. ledd, https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-12-16-1659?q=Strålevernforskriften

«Der det ikke finnes nasjonale retningslinjer og grenseverdier innen optisk stråling og elektromagnetiske felt er sist oppdatert versjon av Guideline on limited exposure to Non-Ionizing Radiation fra den Internasjonale kommisjonen for beskyttelse mot ikke-ioniserende stråling (ICNIRP) veiledende for hva god praksis tilsier.»

All eksponering under ICNIRPs retningslinjer automatisk å anse som «*god praksis*». Og «god praksis» er definert i sitatet over og i det følgende som *utenfor DSAs arbeidsområde* og derfor ikke gjenstand for regulering fra DSAs side:

Ref. 288: Forskrift om strålevern og bruk av stråling (strålevernforskriften), §2, https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-12-16-1659?q=Strålevernforskriften

«All strålebruk skal være berettiget. Dette innebærer at fordelene skal være større enn ulempene strålingen medfører.

Strålebruken skal være optimalisert. Dette innebærer at eksponering for ioniserende stråling skal holdes så lav som praktisk mulig, teknologisk kunnskap, sosiale og økonomiske forhold tatt i betraktning.

For ikke-ioniserende stråling skal all eksponering av mennesker holdes så lav som god praksis tilsier.»

Dette arbeidsfeltet – eksponering som er under de retningsgivende verdier angitt av ICNIRPs retningslinjer, og virkninger på mennesker og/eller miljø – inngår således heller ikke i DSAs tildelingsbrev, så langt vi har gjennomgått dem.

Ref. 289: Flydal, E: Virksomhetsrevisjon av Strålevernet – Sesong 1, episode 5, 26.06.2019, https://einarflydal.com/2019/06/26/virksomhetsrevisjon-av-stralevernet-sesong-1-episode-5/

Strålevernforskriften og avvisningen av alle funn av skadevirkninger under termisk eksponeringsgrense skaper en resonnementskjede som vi finner spor av i forsvaret av dagens strålevernregime. Vi har tidligere i

Ref. 290: Flydal, E: Smartmåler-strålingen og den store ansvarsfraskrivelsen: Strålevernet som Erasmus Montanus, bloggpost 28.03.2018 https://einarflydal.com/2019/03/28/smartmaler-stralingen-og-den-store-ansvarsfraskrivelsen-dsa-som-erasmus-montanus/

beskrevet det slik:

1. Statens strålevern sørget gjennom anmodning til Helsedepartementet for en lovendring som gjør at ICNIRPs retningslinjer automatisk er norske forskrifter.
2. Altså er det en forpliktelse etter loven «å følge ICNIRP».
3. Kunnskapsgjennomgangene DSA holder seg til, konkluderer med at det ikke er funnet sikkert nok forskningsbasert grunnlag for strengere grenseverdier enn ICNIRPs retningsgivende verdier for å hindre akutte oppvarmingsskader.
4. Altså er ICNIRPs retningsgivende verdier tilstrekkelig gode som grenseverdier.
5. «God praksis» gir per definisjon tilstrekkelig strålevern.
6. «God praksis» er i norsk strålevernforskrift definert som å følge ICNIRPs retningslinjer.
7. Altså er å følge ICNIRPs retningslinjer god praksis og tilstrekkelig strålevern.
8. Så lenge ICNIRPs referanseverdier følges som grenseverdier, kan det ikke finnes noen helsevirkninger, hverken positive eller skadelige.
9. Alle former for elektroterapi er per definisjon uvitenskapelige, og bør bekjempes, så vel som alle påstander om at noen får helseplager av elektromagnetiske felt under ICNIRPs referanseverdier.
10. Det er tilstrekkelig at det nasjonale strålevernet forvalter regelverket og følger med om det kommer noen endringer fra de utvalgene som foretar kunnskapsgjennomgangene.
11. Disse utvalgene er en del av det etablerte nettverket – kalt ICNIRP-kartellet – som også DSA er knyttet til.

253

12. Altså kan DSA ta for gitt at det ikke vil komme noen krav om restriksjoner.
13. Altså behøver ikke DSA ha medisinsk ansvar eller foreta oppfølging eller overvåkning eller kontroller så lenge utstyr holder seg innenfor ICNIRPs referanseverdier.
14. Ettersom helsevirkninger ikke forårsakes av utstyr som følger god praksis, trengs det heller ikke medisinsk kompetanse på helsevirkninger av slik svak stråling ellers i Helsenorge.
15. Som ICNIRP har sagt: Reaksjoner på eksponering er likefullt reelle, og må tas alvorlig, selv om de har andre årsaker. Disse årsakene må hvis de ikke er biologiske, nødvendigvis være psykiatriske.
16. De nordiske lands strålevern er enige om å være enige om strålevernpolitikken.
17. Altså kan det norske strålevernet begrunne sin linje med å vise til de andre, og vice versa.
18. Altså bygger det norske strålevernet på solid og sikker grunn.

På denne bakgrunnen er det bare naturlig at DSA hevder at alt utstyr som ikke gir akutte oppvarmingsskader er trygt. Det følger videre at DSA (og NKOM) derfor ikke har behov for å foreta oppfølging og overvåkning av eksponering fra utstyr som ikke gir oppvarmingsskader.

Det er derfor «helt naturlig» at DSA ikke har ansvar for helsevirkninger av elektronisk forbrukermateriell eller av småinstallasjoner med effekter (sendestyrke) som ikke kan overskride ICNIRPs referanseverdier ved foreskrevet minimumsavstand.

I korrespondanse med DSA, Helsedirektoratet eller Helse- og omsorgs-departementet om strålevern støter man stadig på større eller mindre elementer av denne logikken, dersom man kritiserer strålevernet og dets fundament.

6.19 *Åpenbare kunnskapshull som ICNIRP ser, overses av forvaltningen*

ICNIRP tar forbehold om at barn, kronisk syke og eldre kan ha behov for strengere grenseverdier enn andre, samt at deres grenseverdier ikke er vurdert opp mot mennesker med elektronikk og metaller i kroppen, slikt som pacemakere og kunstige ledd. Her viser vi hvordan dette oversees av forvaltningen.

Et spørsmål som kan stilles, er hvordan HOD, Helsedirektoratet og deres fagorgan DSA kan konkludere så sikkert med at strålingen fra AMS-målere er så svak at det ikke er helsefarlig, når selv ICNIRPs egne retningslinjer åpner for at det finnes tilfeller hvor gjeldende retningslinjer *ikke gir adekvat beskyttelse av visse følsomme enkeltpersoner:*

ICNIRP tar således forbehold om at barn, kronisk syke og eldre samt mennesker med metaller og elektronikk i kroppen kan ha behov for strengere grenseverdier enn andre.

Strålevernforskriftens §6 fastsetter at sist oppdaterte versjonen av ICNIRP sine «Guidelines on limited exposure to Non-Ionizing Radiation» gjelder som forskrift. ICNIRP sine retningslinjer er utarbeidet I henhold til et overordnet dokument. I et regelverkhierarki blir da dette dokumentet også en del av den norske forskriften:

> Ref. 291: ICNIRP 2002, ICNIRP statement, General approach to protection against non-ionizing radiation, HEALTH PHYSICS 82(4):540-548; 2002

ICNIRP 2002 slår fast at retningslinjene er utviklet for folk flest - «the general public». I avsnittet *People being protected*, side 546, gjøres det unntak for barn, eldre og noen kronisk syke, samt for kirurgi og personer med ulike implantater og andre situasjoner der strålingen åpenbart kan ha effekt selv om den ikke gir oppvarming (utdrag av den engelske teksten, våre uthevelser):

- Forskjellige grupper i en befolkning kan ha ulikheter i deres evne til å tåle en viss type eksponering for elektromagnetiske felt. For eksempel *barn*, eldre og noen kronisk syke kan ha lavere toleranse en eller flere typer av elektromagnetisk eksponering enn resten av befolkningen. Ved slike forhold kan

det være nyttig eller *nødvendig å etablere separate retnings-linjer* eller justere retningslinjene til å inkludere slike grupper.

- Selv om dette gjøres kan det være at retningslinjene fremdeles *ikke* gir adekvat *beskyttelse* av visse *følsomme enkeltpersoner* . . . Når slike situasjoner er identifisert, skal passende spesifikke anbefalinger utarbeides . . .
- Imidlertid er det noen eksponeringsscenarier som er definert som utenfor disse retningslinjenes siktemål. …. Medisinske prosedyrer kan bruke EMF, og metalliske implantater kan endre eller forstyrre EMF i kroppen, som i neste omgang kan påvirke kroppen hva enten direkte (via direkte interaksjon mellom felt og vev) eller indirekte (via et mellomliggende ledende objekt). ... og radiofrekvent EMF kan indirekte forårsake skade ved utilsiktet å forstyrre aktivt medisinsk implantert utstyr (se ISO 2012) eller endre EMF fordi det er ledende implantater i nærheten.

DSA har selv i sin rapport om «Radiofrekvente felt i våre omgivelser» fra 2011 gitt uttrykk for at gjeldende grenseverdier i enkelte tilfeller kan vise seg å ikke gi nødvendig beskyttelse mot biologiske virkninger ved eksponering for langt svakere felt [enn grenseverdiene]:

> Ref. 292: Radiofrekvente felt i våre omgivelser, Målinger i frekvensområdet 80 MHz – 3 GHz, StrålevernRapport 2011:6, Post og teletilsynet (nå NKOM) og Statens strålevern (nå DSA), https://www.nrpa.no/publikasjon/straalevernrapport-2011-6-radiofrekvente-felt-i-vaare-omgivelser.pdf

I kapittel 5.2 om grenseverdier, side 12, midterste avsnitt, heter det:

> «Noen enkeltstudier har vist andre effekter ved eksponering for langt svakere felt [enn grenseverdiene], som endret ionetransport gjennom cellemembraner, skade på DNA og påvirkning på produksjon av stresshormoner, men hittil er studiene ikke reprodusert og derfor mindre vektlagt.»

Om disse påstandene som ble framsatt her om forskningsstatus var rett i 2011, er det grunn til å betvile utfra det materialet som er framlagt i denne boka. De er uansett i dag åpenbart uriktige, noe som framgår f.eks. av gjennomgangen av 183 litteraturgjennomganger i

Ref. 293: Flydal og Nordhagen: 5G og vår trådløse virkelighet, Z-forlag, 2020, Del 2.

Videre gis det i den såkalte «Folkehelseinstitutt-rapporten» som brukes som grunnlagsdokument i helsevesenet,

Ref. 294: Alexander, Jan m.fl.: Svake høyfrekvente elektromagnetiske felt – en vurdering av helserisiko og forvaltningspraksis, FHI-rapport 2012:3, Folkehelseinstituttet, 2012, https://www.fhi.no/globalassets/2012-3_mobilstraling

en rekke anbefalinger, herunder klare anbefalinger om å prioritere forskningsområder for å «fylle eksisterende kunnskapshull». Her gjengis *vårt utdrag* fra sidene 164-165:

9.2.1.2 - WHO forskningsagenda for radiofrekvente felt

«WHOs nye forskningsprogram skal blant annet anbefale forskningsområder som må prioriteres for å fylle eksisterende kunnskapshull, slik at man oppnår et bedre grunnlag for helserisikovurdering» ...

«Epidemiologi

- Prospektive kohortstudier på barn og unge, der man studerer forskjellige helseeffekter, som atferds- og nevrologiske forstyrrelser og kreft – **Høy viktighet**»...

«Studier på mennesker

- Videre provokasjonsstudier på barn i forskjellige aldersgrupper – **Høy viktighet**» ...

«Dyrestudier

- Effekter av RF-eksponering før fødsel og tidlig i livet, på utvikling og atferd – **Høy viktighet**»

Verken ICNIRPs forbehold eller WHOs forskningsprioriteringer eller anbefalingene i FHI-rapporten er kombinerbare med en bastant avvisning av risiko for helseskader ved eksponeringer under grenseverdiene: Dersom det ikke er noen vesentlig risiko, er ikke slike studier viktige å få utført. Dersom det er en risiko, er avvisningen av risiko ikke berettiget.

6.20 Ensidig konsentrasjon om mennesker, ikke ytre miljø

Her tar vi for oss hvordan det i dag ikke synes å være noen norsk myndighet som har ansvar for at retningslinjer og grenseverdier er tilstrekkelige for å sikre dyr og planter fra negative virkninger av ikke-ioniserende stråling.

Vi har sett at Miljødepartementet har ansvar for produktkontrollen, men peker mot DSA når det gjelder strålingsproblematikk. Miljødepartementet ser så langt heller ikke ut til å ha noen aktiviteter hva gjelder retningslinjer eller grenseverdier mht påvirkning på dyr og planter fra ikke-ioniserende stråling, men overlater temaet til DSA, som ikke har temaet nevnt i bestillingsbrev eller i planer.

I en epost til Klima- og Miljødepartementet mars 2019 juli 2019 etterlyser Trond Syvertsen et slikt engasjement:

> Ref. 295: Epost fra Trond Syvertsen til Klima og Miljødepartementet 4. mars 2019:
>
> «Jeg ser av artikler i media (se vedlegg) at omfattende skade-virkninger på insekter i forskningen knyttes til stråling fra mikro-bølgede sendere. Kan KMD vennligst opplyse meg om hvilke grenseverdier som gjelder for eksponering av insekter, fugler og andre ville arter i Norge? Jeg ber også om KMDs vurdering av om disse grenseverdiene er adekvate for å beskytte vårt artsmangfold.»

Det forelå på dette tidspunktet omfattende oversikter over forskning som påviser skadevirkninger på insekter og andre arter. Se f.eks. litteratur-gjennomganger og studier referert i

> Ref. 296: Flydal, Einar: Miljødepartementet: En glipp? eller mer katolsk enn paven?, bloggpost 16.09.2016, https://einarflydal.com/2016/09/16/miljodepartementet-en-glipp-eller-mer-katolsk-enn-paven/

I svaret begrenser departementet seg til insekter, og svarer at departementet «ikke kjenner til at noen påvirkning på insekter er sikkert konstatert», men at effekten av elektromagnetisk stråling på insekter «nå er tatt inn som et tema som skal vurderes i arbeidet med tiltaksplanen for pollinerende insekter»:

Ref. 297: Svarbrev fra Klima og Miljødepartementet til Trond Syvertsen 17/2914-17. juli 2019

Høsten 2020 publiserte to miljøorganisasjoner en litteraturgjennomgang som viste at 72 av 83 undersøkte fagfellevurderte studier fant at mobilstråling synes å kunne være en årsak til den dramatiske insektnedgangen både i Europa og i verden forøvrig.

Ref. 298: Thill A (2020). Biologische Wirkungen elektromagnetischer Felder auf Insekten. Beilage in umwelt · medizin · gesellschaft | 33 | 3/2020, https://www.diagnose-funk.org/download.php?field=filename&id=472&class=DownloadItem

Tilsvarende studier fins for andre fugler, samt en rekke urovekkende rapporter om at dyr som benytter EMF til å orientere seg, er de som først dør ut.

Det kommer forøvrig stadig flere urovekkende studier som viser at menneskets stadig mer omfattende tukling med jordklodens elektromagnetiske miljø skaper problemer også for klodens mer omfattende økosystemer. Dette blir det for omfattende til å ta med her i denne boka.

6.21 En maksimalt romslig tolkning av ICNIRPs retningslinjer

Her viser vi at det er full adgang for land til å sette grenseverdier som er mer innskrenkende enn ICNIRPs retningslinjer.

Et gjennomgående trekk vi har sett, er at norske helsemyndigheter (les DSA) velger å benytte ICNIRPs retningsgivende verdier for vern mot *oppvarmingsskader* som grenseverdier, uten å sette mer restriktive grenser for å beskytte mot biologiske skader under termisk grense. Dette legitimeres med utvalgsrapporter som «ikke finner tilstrekkelig sikre skadefunn» ved lavere eksponering.

DSA velger her å legge disse til grunn, i stedet for de rapportene som gjør slike funn og de utvalgsrapportene som finner dem tilstrekkelig sikre, eller i det minste gode nok for en føre-var-linje.

Den såkalte *FHI-rapporten* fra 2012, som stadig påberopes som grunnlag for norsk helsepolitikk på området, velger å tolke ICNIRPs og WHOs og EUs anbefalinger som en anmodning om å bruke referanseverdiene uendret,

hvilket er direkte i strid med deres budskap om å *legge dem til grunn* og så gjøre egne vurderinger basert på kunnskapsstatus og øvrige relevante hensyn.

Således heter det i FHI-rapporten:

> Ref. 299: Alexander, Jan m.fl.: Svake høyfrekvente elektromagnetiske felt – en vurdering av helserisiko og forvaltningspraksis, FHI-rapport 2012:3, Folkehelseinstituttet, 2012, https://www.fhi.no/globalassets/2012-3_mobilstraling, s. 166
>
> «Til tross for anmodning fra EU om å følge ICNIRPs anbefalinger, har noen land likevel valgt å sette strengere grenseverdier for spesifikke frekvensområder eller anvendelser. ... Grenseverdiene for disse landene er stort sett mellom 0,5 og 70% av ICNIRPs referanseverdier for effekttetthet.»

Rapporten argumenterer her altså i strid med EUs anmodning: EUs anmodning er i tråd med ICNIRPs og WHOs formuleringer. EU setter *maksimumsverdier*, ikke minimumsverdier. Det er således full adgang for land til å sette grenseverdier som er mer innskrenkende enn ICNIRPs retningslinjer, som jo er formet for å beskytte mot *oppvarmingsskade*.

Som vi har sett, og også skal se i det følgende, er en slik argumentasjon ganske enkelt i strid med kunnskapsstatus, når kunnskapsstatus gjøres opp utfra vanlig vitenskapelig metode.

7. Typiske akutte virkninger av menneskeskapt pulset EMF – uten oppvarming

Vi har sett at *pulset stråling* alltid er til stede der det er radiokommunikasjon, og i det elektriske feltet rundt strømledninger. Vi har sett at det fins omfattende belegg for at slik stråling er langt mer bioaktiv enn ikke-pulset stråling.

Vi har også omtalt pulsing som viktige kilde til helseskader på mennesker og dyr og vist at det fins omfattende forskningsbelegg for dette, og at det samsvarer med praktisk og klinisk erfaring.

I denne delen tar vi nærmere for oss helsevirkninger av pulset EMF under termisk grense, dvs. ved eksponering for stråling svakere enn norske grenseverdier. Vi viser at pulset stråling framstår som sannsynlig forklaring på de akutte virkninger av menneskeskapte EMF under termisk grense som omtales nedenfor.

Gjennom dette rimeliggjøres at både radiokommunikasjonen og skitten strøm fra AMS-målere kan gi akutte helseplager som fordeles over et bredt knippe symptomer, og påføre økt langsiktig helsebelastning på mennesker og ytre miljø. Det rimeliggjøres samtidig at ICNIRPs grenseverdier ikke kan legges til grunn for en kvalifisert vurdering av helsevirkninger av eksponering for elektromagnetiske felt.

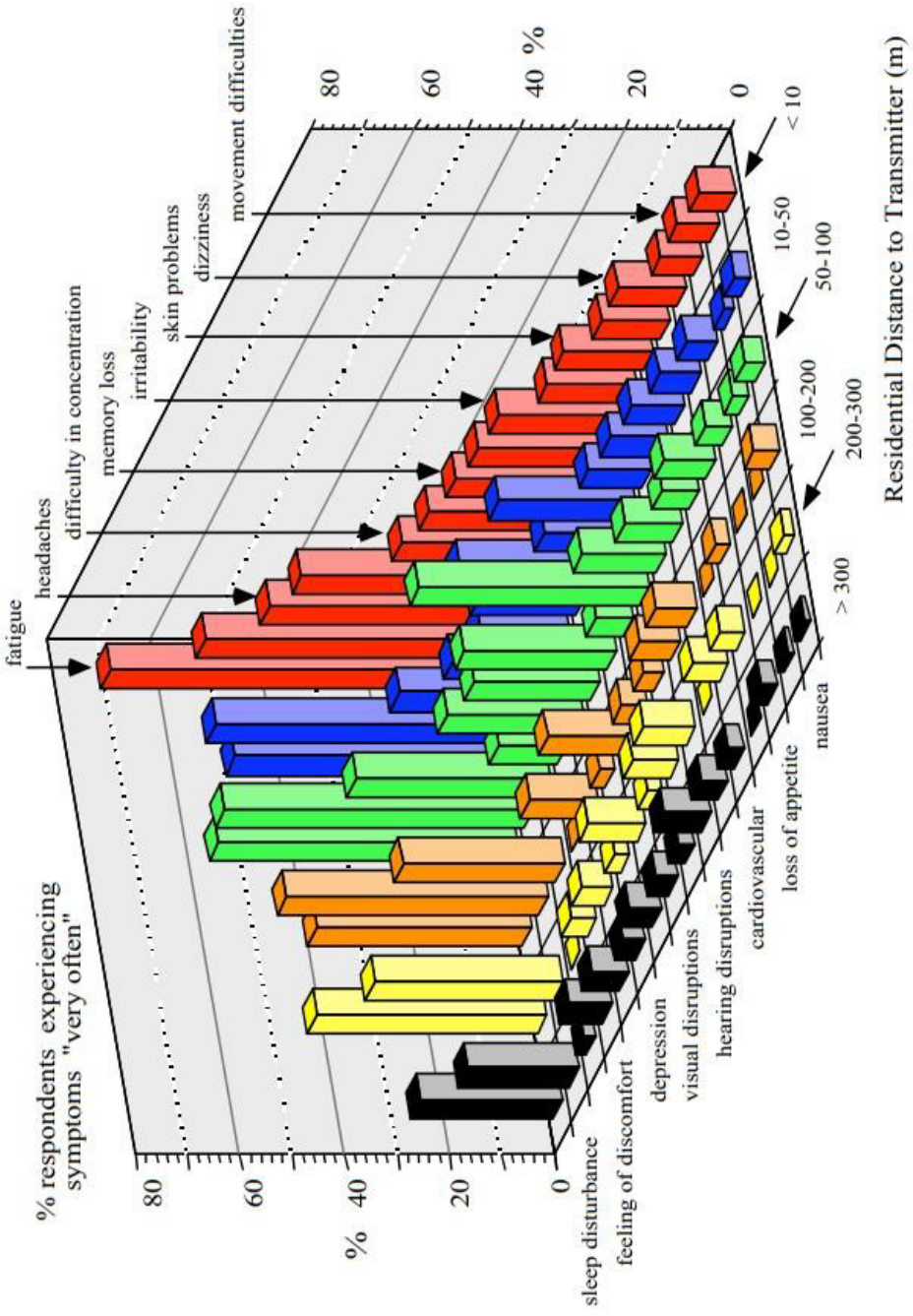
7.1 Symptomer på pulset stråling

Fra kontakt med el-overfølsomme er vi vel kjente med symptomene som hyppig rapporteres som virkninger av mikrobølget stråling fra WiFi, mobilmaster, mobiltelefoner, AMS-målere, m.m., altså fra pulset elektromagnetisk stråling:

Typisk er ringing og klikkelyder i ørene, trykk og vibrasjoner i hodet, plutselig øresus (tinnitus), øresmerter, hørselstap, svimmelhet, ustødig gange og synsforstyrrelser, utmattelse (fatigue), svekket balanse, hodepine, svekket konsentrasjon, depresjon og søvnløshet.

Vi har sett at disse symptomene går igjen i mer eller mindre formelle kartlegginger, som vist over i Del 2. Og vi har sett at det er omtrent de

samme symptomer som rapporteres av en rekke forskningskilder. Vi viser her til enda et eksempel – Santini 2003:



Figur 80: Symptomer og andel beboere med helseplager, fordelt etter avstand fra mobilmast (Santini 2003)

Ref. 300: Santini, R & al: Survey Study of People Living in the Vicinity of Cellular Phone Base Stations, Electromagnetic Biology And Medicine, Vol. 22, No. 1, pp. 41-49, 2003, http://www.emrpolicy.org/science/research/docs/santini_ebm_2003.pdf

Grafen viser at symptomene forekom hyppigere jo nærmere masten respondenen bodde, og at andelen med symptomer "svært ofte" var høyere jo nærmere personen bodde til masten. Symptomene var, etter fallende forekomst: utmattelse, søvnforstyrrelser, hodepine, ubehagsfølelse, konsentasjonsvansker, depresjon, hukommelsestap, synsforstyrrelser, irriterbarhet, hørselsforstyrrelser, hudproblemer, hjertekar-problemer, svimmelhet, svekket apetitt, bevegelsesvansker, kvalme.

7.2 Diplomatskadene var forårsaket av svak, pulset stråling

En faglig tung komite under USAs nasjonale forskningsråd har utarbeidet en rapport for USAs utenriksdepartement med utgangspunkt i de mange helseskadene man har funnet hos USAs ambassadepersonale og deres familier etter opphold utenlands, spesielt Havanna på Cuba og i Guangzhou i Kina, samt canadisk ambassadepersonale som hold til i de samme lokalene som USAs folk i Havanna.

Komiteen konkluderte med at skadene kom fra pulset elektromagnetisk stråling rettet mot ambassadene.

Ref. 301: National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2020. An Assessment of Illness in U.S. Government Employees and Their Families at Overseas Embassies. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/25889

Rapporten ble frigitt høsten 2020. Forskerne bak rapporten har vurdert mulige årsaker til de mange helseskadene de fant hos ambassadepersonale og deres familier. Her finner vi igjen de samme symptomene.

Rapporten er utgitt av USAs *The National Academies of Science, Engineering, and Medicine* som er et samarbeid mellom tre private stiftelser med oppgave å gi råd til myndighetene henholdsvis innen feltene forskning og teknologi, ingeniørfag, medisin og helse. Medlemmer velges

ut fra deres fremragende bidrag til forskning innen de respektive fagområdene.

Kjernen av komitéen er ca. 20 utvalgte fagpersoner fra ulike universiteter i USA og noen få utenfra, f.eks. England. De tar forbehold om at helse-dataene er til dels mangelfulle og at det ikke finnes målinger fra ambas-sadene av relevante parametere under den tiden da sykdomstilfellene oppsto. Forskerne bak rapporten anser likefullt at de har nok data til å gjøre en god vurdering av hva som kan være årsaken til sykdomstilfellene.

Rapporten ser først og fremst på symptomer funnet hos mange av de aktuelle personene. Symptomene som ambassadepersonalet og deres familier rapporterer, er mange og varierte, og de gjennomgående symptomene er i stor grad knyttet til nervesystemet. Rapporten deler symptomene i to kategorier: de akutte og de kroniske symptomene. Rapporten finner at de symptomene som er lettest å vurdere årsaken til, er de akutte. De består av ringing og klikkelyder i ørene, trykk og vibrasjoner i hodet, plutselig øresus (tinnitus), øresmerter, hørselstap, svimmelhet, ustødig gange og synsforstyrrelser. De vanligste kroniske symptomene var svimmelhet, utmattelse (fatigue), svekket balanse, hodepine, svekket konsentrasjon, depresjon og søvnløshet.

Komiteen slår fast at disse symptomene, spesielt sett i sammenheng, må være forårsaket av pulset elektromagnetisk stråling ved svært lave intensiteter, gjerne langt under de rådende grenseverdiene i USA – som er de samme vi har i Norge. Videre påpeker de at det er å forvente at pulset elektromagnetisk stråling kan forsterke eventuelle helseplager man har av andre grunner, en såkalt samspillseffekt.

En slik forsterkende samspillseffekt er vanlig å regne med innen toksikologi, og er for øvrig påvist i flere studier, blant annet av Lerchl et al

> Ref. 302: Lerchl A et al. (2015): Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans. Biochem Biophys Res Commun 2015; 459 (4): 585-590, http://www.fraw.org.uk/data/esmog/lerchl_2015.pdf

Lerchls funn er spesielt interessante, siden Alexander Lerchl siden 2008 som forsker og som medlem av Tysklands nasjonale råd for ikke-

ioniserende strålevern framsatte beskyldninger om forskningssvindel blant annet mot Adlkofer og hans store EU-prosjekt REFLEX. Dette store prosjektet som påviste bl.a. DNA-skader i cellekulturer som virkning av pulset, radiofrekvent, svak stråling. Saken verserte lenge i rettssystemet, inntil Lerchl i desember 2020 ble endelig dømt for å fremsette grunnløse beskyldninger.

> Ref. 303: Das Hanseatische Oberlandesgericht Bremen verurteilt Professor Alexander Lerchl zur Rücknahme seiner Fälschungsbehauptung gegenüber der REFLEX-Studie, diagnose:funk, https://www.diagnose-funk.org/publikationen/artikel/detail&newsid=1662

7.3 Komitéens vurdering av det vitenskapelige belegget

Her gjengis utdrag fra komiteens vurdering av det vitenskapelige belegget for at alle de symptomene som er funnet hos mange av de ambassade-ansatte og deres familier, er helsevirkninger fra pulset elektromagnetisk stråling.

Den amerikanske forskerkomiteen la fram omfattende vitenskapelig belegg for sin konklusjon. Den omtalte dette på følgende måte (vårt utdrag):

> Ref. 304: National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2020. An Assessment of Illness in U.S. Government Employees and Their Families at Overseas Embassies. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/25889

> «Det er mange mulige mekanismer for ikke-termiske biologiske virkninger av RF [radiofrekvent, o.a.]-stråling, inkludert apoptose [celledød, o.a.] og celleskader fra oksidativt stress (Barnes and Greenebaum, 2018; Ilhan et al., 2004; Salford et al., 2003; Steiner and Ulrich, 1989; Zhao et al., 2007). RF-påført, ikke-termisk cellemembran-dysfunksjon (Ramundo-Orlando, 2010) kan oppstå fra koherent eksitasjon (Fröhlich, 1988) over 1 GHz på grunn av en rekke virkninger, inkludert elektroporese [perforering, o.a.], stoffskifteendringer, trykkvariasjoner og forstyrrelser av de spenningsstyrte kalsiumkanalene (Pall, 2013, 2016). Imidlertid stemmer mange av de kognitive virkningene, virkningene i vestibula [vedr. balanse, o.a.] og hørselsrelaterte virkningene som de ansatte

opplevde, best med biologiske virkninger av modulert/pulset RF [og altså ikke med kontinuerlig, dvs. sinus-formet RF, o.a.].

Det ble utført betydelig forskning i Russland/Sovjetunionen innen pulset, ikke bare kontinuerlig, RF-eksponering, fordi reaksjonene man fant fra pulset, heller enn kontinuerlig RF-energi ved samme gjennomsnittsmålte intensitet, ga vesentlig forskjellige resultater (Pakhomov and Murphy, 2000). I følge Pakhomov og Murphy sto det i de russiske studiene «[Resultatene] tydet på at pulsing kan være en viktig (eller til og med den viktigste) faktoren som avgjør den biologiske virkningen av lav-intensitets RF-eksponering» (Pakhomov and Murphy, 2000, p. 2).»

…

«Virkningen på nervesystemet fra pulset RF kan gi kognitive endringer (D'Andrea, 1999; Lai, 1994; Tan et al., 2017), adferds-messige endringer (D'Andrea and Cobb, 1987), vestibulære endringer (Lebovitz, 1973), endringer av EEG under søvn (Lusten-berger et al., 2013) og hørselsforstyrrelser (Elder and Chou, 2003), både hos dyr og mennesker, selv om mange karakteristika ved RF-eksponering (bærefrekvens, pulsenes repetisjonsfrekvens, orien-tering, energitetthet, lengden på eksponeringen) gjør det vanskelig med direkte sammenligninger av de ulike eksperimentene (D'Andrea et al., 2003).»

…

«De gode effektene man får av målrettet, kortvarig eksponering for terapeutisk nevro-modulerende RF-stråler står i kontrast til de negative nevrologiske virkningene og nevropsykiatriske symp-tomene beskrevet av mennesker eksponert for elektromagnetiske felt (f.eks. kraftige høyspentkabler) over lengre tidsperioder (Pall, 2016) som oppsummert av Stein og Udasin (2020).»

Den amerikanske forskerkomiteen underkjenner i de ovenstående avsnittene i konsentrert form så godt som hele fundamentet for ICNIRPs retningslinjer – at ikke biologiske helseplager og skader påvises med rimelig vitenskapelig sikkerhet under termisk nivå. Samtidig underkjennes

dermed grunnlaget for norsk helsepolitikk på dette området, og for de gjeldende norske anbefalte grenseverdiene.

Her er ført opp de forskningsreferansene som det er referert til i tekst-utdraget over, og som altså begrunner de amerikanske forskernes vurderinger:

Barnes, F., and B. Greenebaum. 2018. Role of radical pairs and feedback in weak radio frequency field effects on biological systems. Environmental Research 163:165-170.

D'Andrea, J. A. 1999. Behavioral evaluation of microwave irradiation. Bioelectromagnetics Suppl 4:64-74.

D'Andrea, J. A. and B. L. Cobb. 1987. High-peak-power microwave pulses at 1. 3. GHz: Effects on fixed-interval and reaction-time performance in rats. Naval Aerospace Medical Research Laboratory Report #1337.

D'Andrea, J. A., C. K. Chou, S. A. Johnston, and E. R. Adair. 2003. Microwave effects on the nervous system. Bioelectromagnetics Suppl 6:S107-S147.

Elder, J. A., and C. K. Chou. 2003. Auditory response to pulsed radiofrequency energy. Bioelectromagnetics Suppl 6:S162-S173

Fröhlich, H. 1988. Theoretical physics and biology. In Biological coherence and response to external stimuli, edited by H. Fröhlich. Berlin, Germany: Springer-Verlag. Pp. 1-24.

Ilhan, A., A. Gurel, F. Armutcu, S. Kamisli, M. Iraz, O. Akyol, and S. Ozen. 2004. Ginkgo biloba prevents mobile phone-induced oxidative stress in rat brain. Clinica Chimica Acta 340(1-2):153-162.

Lai, H. 1994. Neurological effects of radio frequency electromagnetic radiation. In Electromagnetic Fields in Living Systems, Vol. 1, edited by J. C. Lin. New York: Plenum Press.

Lebovitz, R. M. 1973. Caloric vestibular stimulation via uhf-microwave irradiation. IEEE Transactions on Biomedical Engineering 20(2):119-126.

Lustenberger, C., M. Murbach, R. Durr, M. R. Schmid, N. Kuster, P. Achermann, and R. Huber. 2013.Stimulation of the brain with radiofrequency electromagnetic field pulses affects sleep-dependent performance improvement. Brain Stimulation 6:805–811.

Pakhomov, A. G., and M. R. Murphy. 2000. A comprehensive review of the research on biological effects of pulsed radiofrequency radiation in Russia and the former Soviet Union. In Electromagnetic Fields in Living Systems, Vol. 3, edited by J. C. Lin. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers. Pp. 265-290.

Pall, M. L. 2013. Electromagnetic fields act via activation of voltage-gated calcium channels to produce beneficial or adverse effects. Journal of Cellular and Molecular Medicine 17(8):958-965.

Pall, M. L. 2016. Microwave frequency electromagnetic fields (EMFs) produce widespread neuropsychiatric effects including depression. Journal of Chemical Neuroanatomy 75(Pt B):43- 51.

Ramundo-Orlando, A. 2010. Effects of millimeter waves radiation on cell membrane—a brief review. Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves 31(12):1400-1411.

Salford, L. G., A. E. Brun, J. L. Eberhardt, L. Malmgren, and B. R. Persson. 2003. Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. Environmental Health Perspectives 111(7):881-883; discussion A408.

Stein, Y., and I. G. Udasin. 2020. Electromagnetic hypersensitivity (EHS, microwave syndrome)—review of mechanisms. Environmental Research 186:109445.

Steiner, U. E., and T. Ulrich. 1989. Magnetic field effects in chemical kinetics and related phenomena. Chemical Reviews 89(1):51-147.

Tan, S., H. Wang, X. Xu, L. Zhao, J. Zhang, J. Dong, B. Yao, H. Wang, H. Zhou, Y. Gao, and R. Peng. 2017. Study on dose-dependent, frequency-dependent, and accumulative effects of 1.5 ghz and 2.856 ghz microwave on cognitive functions in wistar rats. Scientific Reports 7(1):10781.

Zhao, T. Y., S. P. Zou, and P. E. Knapp. 2007. Exposure to cell phone radiation up-regulates apoptosis genes in primary cultures of neurons and astrocytes. Neuroscience Letters 412(1):34-38.»

7.4 Andre negative biologiske virkninger godt dokumentert

Det finnes også omfattende dokumentasjon på andre typer negative virkninger. Vi nevner enkelte spesielt viktige referanser her.

Vi finner en grundig referanseliste i et 90 siders notat av Dr. Martin L. Pall. Notatet er oversatt til norsk som Del 2 i

Ref. 305: Flydal og Nordhagen: 5G og vår trådløse virkelighet, Z-forlag, 2020:

Ref. 306: Pall, Martin L., 2018. «5G: Great risk for EU, U.S. and International Health! Compelling Evidence for Eight Distinct Types of Great Harm Caused by Electromagnetic Field (EMF) Exposures and the Mechanism that Causes Them»,

notat sendt til EU-kommisjonen, 2018. https://einarflydal.com/wp-content/uploads/2018/10/Pall-ML-5g-emf-hazards-eu-emf2018-6-11us3.pdf

Pall grupperer funn som er gjort i de 183 litteraturgjennomgangene han summerer opp, og identifiserer åtte klart atskilte skadevirkninger i tillegg til klart identifiserte terapeutiske virkninger - til sammen ni grupper. Alle de ni er *ekstremt* godt dokumentert. Han viser at det er bred enighet om disse funnene blant uavhengige forskere, slik at funnene er å anse som *etablerte*, det vil si *solid fastslåtte og allment aksepterte innen fagmiljøet:*

- *Tre ulike typer DNA-skader i levende celler*. Støttes av 21 ulike gjennomganger. Tre ulike typer DNA-skader i levende celler. Støttes av 21 ulike gjennomganger.
- *Nedsatt fruktbarhet* hos kvinner og menn, spontanaborter, lavere nivåer av kjønnshormoner, redusert libido. Støttes av 18 gjennomganger.
- *Skader på nervesystemet*, som gir utstrakte nevrologiske og nevropsykiatriske virkninger. Støttes av 25 gjennomganger. Dette omfatter søvnforstyrrelser/ søvnløshet, utmattelse/trøtthet, hodepine, nedstemthet/symptomer på depresjon, manglende konsentrasjon/ oppmerksomhet/kognitive forstyrrelser, svimmelhet/vertigo, endringer i hukommelsen, uro/spenninger/ angst/stress/opphisselse, irritabilitet.
- *Apoptose (programmert celledød),* som kan føre til blant annet nevrodegenerative sykdommer. Støttes av 13 gjennomganger.
- *Oksidativt stress og frie radikaler,* som er grunnlag for mange ulike sykdommer. Støttes av 19 gjennomganger. Oksidativt stress har en rolle i alle, eller nesten alle, kroniske sykdommer. Oksidativt stress er rapportert å spille vesentlige roller i mekanismene som vedlikeholder kroniske sykdommer, i angrepene på cellulært DNA, og kan medvirke til å skape de nevrologiske virkningene. Dette skaper autoimmune lidelser, kroniske inflammasjoner, fibromyalgi og noen av de mekanismene som kan forårsake kreft.
- *Omfattende hormonelle forstyrrelser*. Støttes av 12 gjennomganger. Hormonnivåene kan både bli for høye og for lave i forhold til normalverdier. Nivåene av steroidhormoner synker ved EMF-eksponering, mens andre hormonnivåer øker ved første eksponering.

Nivåene av de nevroendokrine hormonene og insulin synker ofte ved lengre EMF eksponering, muligens på grunn av endokrin utmattelse.

- *Økning i kalsiummengden inne i celler*. Dette er en av mest de sentrale forklaringene på hvorfor svak, ikke-ioniserende stråling kan ha så omfattende virkninger på levede organismer. Støttes av 15 gjennomganger, og dessuten både av forskning som har funnet positive virkninger hos mennesker og av forskning som har sett på hvordan insekter bruker jordas elektromagnetiske felt til navigering.
- *Årsak til kreft av mange ulike typer*. Støttes av 35 ulike gjennomganger, et antall som gjenspeiler de mange ulike kreftformene som EMF bidrar til.
- *Terapeutiske virkninger*, det vil si at bestemte typer EMF kan brukes med hell som behandling. Pall refererer 12 gjennomganger, men oppgir at det er mulig å finne omtrent 4 000 vitenskapelige artikler om dette temaet. Pall refererer i tillegg til en rekke andre litteraturgjennomganger som finner andre virkninger, men som ikke er så omfattende dokumentert som de ni ekstremt godt påviste virkningene.

Merk at materialet som er gjennomgått, er *litteraturgjennomganger* og ikke rapporter om enkeltfunn. Hver av de litteraturgjennomgangene som det er vist til i listene over, siterer fra 5 til over 100 publiserte primærkilder. Alle disse primærkildene viser at eksponering for ikke-termisk EMF fører til de virkningene som de er listet opp under.

Av dette følger at det bak påvisningene av de oppførte virkningene står en massiv primærlitteratur som dokumenterer disse virkningene grundig.

Pall påpeker også at det fins et ytterligere sett med litteraturgjennomganger, 13 i dette tilfellet, der alle viser at *pulsede EMF* i de fleste tilfeller er langt mer biologisk aktive enn ikke-pulsede EMF. Denne påpekningen er spesielt viktig fordi alle trådløse kommunikasjonsenheter kommuniserer via pulsing, noe som gjør at de derfor kan være langt mer skadebringende enn mange forskningsstudier tilsier.

7.5 Virkningene har vært kjent i mange tiår

I det følgende refererer vi kilder som viser at negative virkninger av svak, elektromagnetisk stråling har vært kjent siden tidlig på 1800-tallet.

En meget omfattende historisk gjennomgang av forskningen på virkninger av svak elektromagnetisk er utført av den britiske ekspertorganisasjonen IGNIR:

IGNIR har undersøkt 2 000 forskningsartikler med funn av biologiske virkninger av svak elektromagnetisk stråling og sortert dem ut fra årstallet for når sammenhengen mellom EMF-eksponering og ulike biologiske mekanismer og symptomer først ble beskrevet og/eller sikkert påvist og anerkjent. Litteraturreferanser til alle oppføringer fins i originaldokumentet. (EHS står for «electrohypersensitivity», på norsk «el-overfølsomhet».)

Som det framgår av listen, har de aller fleste virkningene vært kjent i mange tiår. Her er listen oversatt til norsk:

> Ref. 307: Bevington, Michael: Selected Studies On Electrosensitivity (ES) and Electromagnetic Hyper-Sensitivity (EHS), 4th edition (March 26th 2018)

Variasjon i solas elektromagnetiske stråling: virkninger på planter	1801
Variasjon i solas elektromagnetiske stråling og virkninger på mennesker	1860-tallet
Variasjon i solas elektromagnetiske stråling og virkninger på insekter	1881
Menneskeskapte elektromagnetiske felt: menneskers følsomhet	1889
Ikke-termiske virkninger (20 kHz)	1896
Menneskeskapte elektromagnetiske felt: fisks følsomhet	1917
El-overfølsomhet (EHS) hos mennesker (fra radio-frekvenser)	1932
Blod: Dannelse av pengeruller (rouleaux) av røde blodlegemer	1946
Grå stær	1948
Hjernesvulster, leukemi (mikrobølger)	1953
Sol og geomagnetiske virkninger	1960

Mikrobølge-hørsel, tinnitus	1961
Virkninger på hjerte-kar-systemet	1962
Mikrobølge-hørsel, tinnitus	1962
Symptomer på el-overfølsomhet (ELF)	1966
Bein-svulster	1968
Lekkasjer i blog-hjerne-barrieren	1974
Kalsiumfluks; påvirkning av kalsiumkonsentrasjonen i celler	1974
Ikke-linjære virkninger, «vindus-effekten»	1977
Barne-leukemi (høyspentledninger)	1979
Depresjon, selvmord	1979
Skade på foster (mikrobølger)	1981
Reduksjon av melatonin	1981
Brystkreft hos kvinner (høyspentledninger)	1982
Hudkreft (mikrobølger)	1982
Blodkreft, voksne	1982
Blodkreft, akutt myeloid	1982
Kreft (mikrobølger)	1984
DNA-syntese fra magnetiske felt med tidsvariasjon	1984
Glutation-reduksjon (en antioksidant)	1985
ALS (Amyotrofisk lateral sklerose)	1986
Adferdsendringer fra ikke-termiske statiske og tids-varierende magnetiske felt	1986
Brystkreft (menn)	1990
Hjernesvulster, gliomer	1991
Kalsiumavhengig fosforylering	1991
Degranulering av mastceller	1994
DNA-skader	1994
DNA-skader	1995
Stokastisk resonans, spenningsstyrte ione-kanaler	1995
Helsevirkninger av jording (grounding og earthing)	2000
EHS: ICD-10 “El-Allergi”; EHS: Funksjonsnedsettelse (Sverige)	2000
Frekvenser fra strømnettet klassifisert som 2B mulig kreftfremkallende	2001
«Visse følsomme individer» anerkjent av WHO/ICNIRP	2002
Magnesium-avhengig fosforylering i enzymer	2004
MAPK/ERK-signaltransduksjonsveien som signalerings-mekanisme	2007
Alzheimers sykdom	2009

Hjernesvulster, gliomer etc. fra mobiltelefoner	2009
Radiofrekvenser klassifisert som 2B mulig kreftfremkallende	2011
Magnetfelts virkninger på enzymsyntese ved nukleært spinn i magnesium	publisert 2012
[Behov for] lavere grenseverdier for barn (Bioinitiative, 2012)	2012
VGCC-mekanismen (åpning av kalsiumkanaler) akseptert	2013
Genetiske variasjoner koblet mot EHS	2014
Oksidativt stress-mekanismen anerkjent	2015
Objektive tester for EHS-diagnosen	2015
Svulst-fremmende virkning	2015
[Behov for] føre-var-baserte eksponeringsgrenser for sensitive personer (EUROPAEM 2016)	2016
Følsomhet i luftveienes flimmerhår	2017
3D fMRI skanning viser forskjeller i hjernen til personer med EHS	2017
Autoimmune sykdommer påvirket av elektro-tåka; Vitamin-D reseptorer	2017
En stor studie bekrefter at RF (mobiltelefoner) er kreftfremkallende	2018
En stor studie bekrefter at RF (mobilmaster) er kreftfremkallende	2018

7.6 Virkninger som er grundig påvist

Av avsnittene over kan vi slutte at følgende virkninger er å betrakte som grundig påvist å kunne forårsakes av svak – altså ikke-termisk – elektromagnetisk stråling – uten at det oppstår oppvarmingsfare:

Søvnforstyrrelser/ søvnløshet, utmattelse/trøtthet, hodepine, nedstemthet / symptomer på depresjon, manglende konsentrasjon/oppmerksomhet /kognitive forstyrrelser, svimmelhet/vertigo, endringer i hukommelsen, uro/spenninger/ angst/stress/opphisselse, irritabilitet, nevrodegenerative sykdommer, autoimmune lidelser, kroniske inflammasjoner, fibromyalgi, hormonelle forstyrrelser og kreft.

Disse symptomene finner vi igjen mange ganger i denne boka. Og vi finner dem igjen i den lille datainnsamlingen vi har gjort. Den presenteres i det følgende.

7.7 En kartlegging sett opp mot klart påviste helsevirkninger

Her presenteres opplysninger vi har samlet inn i anledning en rettsak om AMS-målere. Funnene sammenholdes med symptomene vi har sett går igjen som virkninger av EMF-eksponering.

Vi har samlet inn opplysninger fra et mindre antall personer i anledning en rettsak om AMS-målere. Vi har ikke gjort noen som helst helsefaglig vurdering av de enkelte saksøkerne, men bedt dem selv rapportere sine symptomer. Spørreskjemaene har vært anonymisert og analysen er foretatt uten kjennskap til navn. Svarene som er kommet inn, er vist i tabellen under. En del av symptomene de rapporterer, er sykdommer/ skader de behandles for i helsevesenet og er dermed diagnostisert av lege.

Som tabellen under viser, er det til dels stor samstemmighet mellom symptomer som er rapportert i ambassaderapporten og forekomster i denne gruppen. Det er også sammenfall med de ovenfor godt påviste virkningene av menneskeskapt elektromagnetisk stråling.

Det er derfor rimelig å anta at disse symptomene, spesielt sett i sammenheng, kan være forårsaket av menneskeskapt elektromagnetisk stråling eller kan forverres av slik eksponering. Som ambassaderapporten påpeker, kan dette skje «ved svært lave intensiteter, gjerne langt under de rådende grenseverdiene i USA» – som er de samme vi har i Norge.

Videre påpeker ambassaderapporten at det er å forvente at elektromagnetisk stråling kan forsterke eventuelle helseplager man har av andre grunner, en såkalt samspillseffekt. Det er mulig det også er aktuelt i denne saken, men det har vi ingen forutsetninger for å mene noe om.

Nummer 6, 9 og 12 rapporterer også om klare «blindforsøk» hvor de overraskende får akutte symptomer og blir svært dårlige etter eksponering for mikrobølget stråling som de overhodet ikke hadde kjennskap til eller kunne forutse. Flere rapporterer om akutte reaksjoner på bl.a. mobiltelefoner og WiFi, slik at de i vesentlig grad unngår å bruke dette.

Respondent nr.:	4	5	6	7	9	10	12	14	15
FRA USA-rapporten:									
Ringing i ørene									
Trykk og vibrasjoner			x	x	x				
Tinnitus/øresus	x	x	x		x	x	x		x
Øresmerter									
Hørselstap		x							
Svimmelhet					x				
Synsforstyrrelser			x		x	x	x		
Utmattelse/ME					x		x		
Hodepine	x		x		x	x	x		
Migrene	x				x	x			
Svekket konsentrasjon					x	x	x		
Søvnløshet			x	x	x	x	x	x	
Utmattelse				x					
Andre påviste symptomer:									
Migrene	x								
Blodtrykksproblemer	x				x		x		x
Muskel- og leddsmerter			x	x	x		x	x	x
Hjerterytmeforstyrrelser				x	x	x			
Uro			x	x					
Stoffskifteproblemer				x			x	x	
Autoimmune reaksjoner*				x	x		x	x	
Fibromyalgi				x					
Betennelser/inflammasjon							x	x	
Temperaturregulering**					x		x		
Ikke vitenskapelig påvist									
Kløe og prikking i huden	x				x	x	x		
Akutt varm	x				x	x	x		
Øyesmerter							x	x	

Figur 81: Tabell over symptomer hos et antall respondenter i Norge knyttet til en sak om AMS-målere
** I autoimmune reaksjoner inngår allergier, astma, kols, eksem o.l.*
*** I temperaturregulering inngår ustabil temperatur og subfebrilitet.*

7.8 Funnene stemmer med kunnskapsstatus

Vi har i denne boka påvist at virkningene på det elektriske feltet i prinsippet er de samme om strålingen kommer fra trådløs radio-kommunikasjon eller fra et strømnett, og vi har gjort rede for at pulsing er sentralt for den biofysiske virkningen ved eksponering for såkalt «svak ikke-ioniserende stråling».

Vi kan derfor anta at de mange rapporterte erfaringene med hvordan fjerning eller skjerming mot radiofrekvent stråling virker positivt på helsetilstanden, også vil gjelde ved fjerning eller skjerming mot skitten strøm. For et eksempel, se

> Ref. 308: Redmayne M, Johansson O., Could myelin damage from radiofrequency electromagnetic field exposure help explain the functional impairment electrohypersensitivity? A review of the evidence. Toxicol Environ Health B Crit Rev. 2014;17(5):247-58. doi: 10.1080/10937404.2014.923356.

Samtidig vet vi av erfaring med overfølsomme at når folk gjennom over-eksponering først er blitt overfølsomme, vil mange være det for resten av livet, og få klare å bli kvitt det.

Det foreligger ikke systematiske målinger fra AMS-installasjoner i Norge, og heller ingen av skitten strøm eller av hvordan det går med beboere når eksponeringskilden fjernes. Derimot foreligger det brukererfaringer som viser akutte helseplager fra AMS-målere etter installasjon, selv i blindede situasjoner, og det foreligger rapporter på at helseplager som kom med AMS-målere, er forsvunnet eller blitt dempet ved fjerning av målerne, men ikke hos alle. For en samling egenbeskrivelser med flere slike tilfeller, se

> Ref. 309: Smartmålerhistorier, https://einarflydal.com/smartmaler-historier/

Symptomene man vil finne ved gjennomlesning av disse egenbeskrivelsene er umiddelbart gjenkjennelige i de funn vi har presentert her i boka.

7.9 Utførlig belegg

Her er en rask gjennomgang av vår dokumentasjon som underbygger at virkningene av eksponering for svak elektromagnetisk stråling fra trådløs kommunikasjon og skitten strøm er *reelle og* ikke med rimelighet kan forklares som utslag av placebo-/nocebo-effekter.

Vi har ført utførlig belegg for at så vel intensitet som flere andre egenskaper ved de elektromagnetiske feltene rundt strømledninger har biologisk påvirkning. Videre har vi sett at disse påvirkningene kan gi meget varierende utslag i form av symptomer/reaksjoner – ganske akutt eller først etter litt tid – eller først etter lang tid, og at disse kan være omfattende nok til å måtte karakteriseres som helseplager og/eller skader.

Bl.a. har vi vist til russisk forskning som alt siden 1960-tallet har framholdt at brå, skarpe pulser som i reell mikrobølget kommunikasjon. For en kort referanseliste se Del 2, ss. 100 – 101 i

> Ref. 310: Advokatfirmaet Erling Grimstad AS og Einar Flydal: Smartmålerne, jussen og helsa, Z-forlag, 2018.

Vi har sett at mange har advart mot betydelige biologiske helsevirkninger og alvorlige folkehelsemessige konsekvenser.

Også det store EU-prosjektet REFLEX, som tok for seg pulset stråling i laboratorietester på cellekulturer, konkluderte med klar og skadelig påvirkning over tid på cellene fra pulset eksponering av svake mikrobølger.

> Ref. 311: Adlkofer, Franz & al: Risk Evaluation of Potential Environmental Hazards From Low Frequency Electromagnetic Field Exposure Using Sensitive in vitro Methods, Final report REFLEX Study, 31 May 2004

Mekanismene er delvis godt kjente, delvis kun teoretisk behandlet, delvis ikke kjente men antatte, delvis helt ukjente, men virkningene er likefullt observert i et stort antall studier.

F.eks. oppstiller (Behrstecker 2020) en betydelig liste over forskningsreferanser fra tidlig 1990-tallet som påviser påvirkning på *epifysens hormonproduksjon* fra svak menneskeskapt elektromagnetisk eksponering:

> Ref. 312: Pineal Gland – References & Studies from the early 90s, litteraturliste sammenstilt av Michael Behrstecker, udatert, https://www.mberstecher.de/references-pineal-gland.pdf

Virkninger på biologien av naturens pulskarakteristikker er påvist å være omfattende. Biologiske prosessers kompleksitet åpner for en særdeles stor mengde mulige virkninger og at disse kan oppstå via flere mekanismer. I Pockett 2020, Del III gis det en rekke forklaringer og fysiske beregninger – eksempelvis på innstråling fra mobilmaster, på påvirkning av cellevegger, og ned til påvirkninger på hydrogenbindinger i vannmolekyler. Beregningene underbygger empiriske funn om at slik eksponering lett kan gi helseskader på mennesker og miljø:

> Ref. 313: Pockett, Susan: Stråletåka – Helse- og miljøforurensningen fra mikrobølgene, Z-forlag, 2020

Pockett framhever at nyere radioteknikker tar i bruk stadig mer brå og skarpe pulser. Det samme gjør elektroniske strømforsyninger og omformere (SMPS) som er i utstrakt bruk i sparepærer etc. Dette synes i praksis, utfra disse forfatternes erfaringer, å forsterke helseplagene.

Således oppsto det også nye helseplager fra lysstoffrør og moderne elektronikk basert på SMPS ble utstrakt dokumentert som «biprodukt» av innføring av kontordatautstyr på 1970- og 80-tallet. Dette skapte en rekke nye el-overfølsomme:

> Ref. 314: Granlund-Lind, Rigmor & Lind, John: Svart på vitt, Röster och vittnesmål om elöverkänslighet, Mimers Brunn Kunskapsförlaget 2002. Engelsk oversettelse: «Black on White.Voices and Witnesses about Electrohypersensitivity. The Swedish experience», 2005. Både svensk og engelsk versjon kan lastes ned her: https://einarflydal.com/utredninger-boker-m-m-a-laste-ned-bestille/

Andre peker på at disse pulsene nærmer seg naturens egne pulskarakteristikker, som alt biologisk liv er vant til å benytte seg av. Blant dem som utforsket dette, er Hans Baumer og Walter Sönning. De kartla en systematisk sammenheng mellom ulike værfronter og elektriske utladninger fra værsystemer på den ene side, og påvirkninger på bl.a. kollagenmolekyler, og dermed på stoffskifte, nevrologiske forhold og bl.a. epileptiske anfall, på den annen:

> Ref. 315: Baumer, Hans: «Sferics – Die Entdeckung der Wetterstrahlung», Rowohlt, 1987, ISBN 3498004875

Dokumentasjonen over underbygger at virkningene av eksponering for sub-termisk stråling og skitten strøm – er *reelle*. Reaksjonene på EMF-

eksponeringen kan ikke med rimelighet forklares som utslag av placebo-/nocebo-effekter.

8. Når myndighetene svikter må hver enkelt få beskytte seg selv

Denne boka har ført belegg for at det ikke er vitenskapelig forsvarlig å basere strålevern på det termiske paradigmet – at bare stråling som er intens nok til å gi oppvarming, er påvist skadeproduserende. Belegget er lagt fram i form av en lang rekke fagfellevurderte vitenskapelige publikasjoner, så vel som referater fra vitneutsagn fra erfarne forskere og fagpersoner såvel som lekfolk som uten forutanelse er blitt rammet av helseskader, og som frykter at de selv eller deres naboer skal bli det.

Vi har godtgjort at den grunnleggende kunnskapen om dette har vært til stede i flere tiår, men at den systematisk er blitt skjøvet til side av sterke interessenter.

Som bevis har vi lagt fram et svært omfattende materiale i form av en lang rekke fagfellevurderte vitenskapelige publikasjoner, så vel som referater fra vitneutsagn fra erfarne fagpersoner gjort i rettsaker ført i USA, nettopp knyttet til AMS-målere og om skitten strøm, blant annet vitnemål fra flere av vår klodes fremste forskere og veteraner innen dette området.

Det er et uttrykt ideal i mange land – og norsk politikk – at samfunnet skal styres utfra det beste av tilgjengelig kunnskap.

Denne boka har ført belegg - av de to sterkeste typene i vitenskapsteoretikeren Karl Poppers bevishierarki - for at slik styring ikke skjer på strålevernområdet, og at folk flest rammes av dette i forbindelse med innføringen av AMS-målere – noen også akutt.

Disse forskerne, og mange andre av dem som er nevnt og sitert, understreker de skadelige biologiske helsevirkningene av pulset stråling, hva enten den kommer fra radiosendere som mikrobølget kommunikasjon eller fra strømnettet som skitten strøm.

Vi har også vist at det foreligger flere dommer der saksøker får medhold i saker som gjelder at franske smartmåleres produksjon av skitten strøm skaper helseproblemer. Slik ser vi at både ekspertise og domstoler ikke lar seg styre av grenseverdier som settes i prosesser der kunnskap ikke får det avgjørende ord, men feies til side for å skape størst mulig handlingsrom.

Vi har dokumentert at arbeidet for å vedlikeholde dette handlingsrommet, som i sin tid ble strategisk valgt og politisk begrunnet, fortsatt foregår systematisk som et næringsstrategisk spill.

I denne boka har vi bare så vidt vært inne på spørsmål som hvordan *el-overfølsomhet* oppstår, og om hvordan slik overfølsomhet kan defineres eller forklares biofysisk. Vi har villet begrense omfanget, og har derfor latt være å legge fram en mengde materiale som ytterligere kunne utdype dette. Vi anser det heller ikke som viktig i denne sammenhengen. Interesserte lesere vises herved til denne omfattende kunnskaps-gjennomgangen:

> Ref. 316: Bevington, Michael: Selected Studies On Electrosensitivity (ES) and Electromagnetic Hyper-Sensitivity (EHS), 4th edition (March 26th 2018), http://www.es-uk.info/wp-content/uploads/2018/05/Selected%20ES%20and%20EHS%20studies.pdf

Uansett hva man måtte velge å kalle fenomenet, er de observerte reaksjonene er der. Det har hatt så mange navn opp gjennom historien, slik vi har vist. Vi har også vist at det er i pakt med det fremste vi har av god forskning at disse reaksjonene framkalles av elektriske, magnetiske og/eller elektromagnetiske felt fra menneskers omgang med strøm. Ulike individer reagerer på ulike typer felt – noen akutt, noen først over lengre tid, noen aldri, og antakelig sliter ganske mange med helseproblemer fra EMF uten å forstå hva årsaken kan være.

Vi har heller ikke lagt fram detaljerte målinger fra elektromagnetiske felt i boliger. Dette hører hjemme i separate målerapporter knyttet de enkelte saker.

8.1 Tid for å kvitte seg med denne resten av kald krig?

Det norske strålevernet følger en tradisjon for strålevern som ikke har vært endret siden 50 og 60-tallet, da det var kald krig og befolkningen kun var utsatt for kringkasting og i visse områder for militære radar- og radiosystemer.

De mest utsatte var radar og radioreparatører og grenseverdiene var satt for å ikke gjøre dem akutt syke når de reparerte det tekniske utstyret.

Imidlertid har det vært kjent siden den gang at mennesker ble syke av svakere elektromagnetisk stråling, den gang kalt «radar man's disease» og «radio man's disease», siden de ikke kjente til at symptomene alt for lengst hadde vært observert som resultat av EMF-eksponering. Symptomene disse personene fikk er helt i tråd med dagens kjente reaksjoner på svak elektromagnetisk stråling.

Helserisikoen fra svak stråling er i langt større grad erkjent i land som Kina, India, Russland og Sveits. Grunnlaget er den omfattende og systematiske forskningen som har vært utført både i Øst og i Vest. Disse landene har derfor langt lavere grenseverdier enn Norge, til dels svært mye lavere, og erkjenner at helsemessige reaksjoner følger av å overskride dem.

Denne forskjellen har vært oppe til debatt i flere ti-år. I 1999 ble det holdt et møte mellom personer fra russiske og vestlige strålevernmyndigheter hvor en harmonisering av grenseverdier mellom Øst og Vest ble diskutert. Der kom de to ulike synene på faren ved elektromagnetisk stråling tydelig til syne:

> Ref. 317: Microwave News November/December1999: "Standards Harmonization Meeting: Russia and West Far Apart", https://microwavenews.com/news/backissues/n-d99issue.pdf
>
> «Øst møtte Vest i september på en konferanse i Moskva om strålingssikkerhet – men ingen av partene så mye som blunket.
>
> Russlands grenser for eksponering for radiofrekvent og mikrobølget stråling (RF/MW) er oppimot 100 ganger strengere enn de man finner i USA og Vest-Europa.
>
> Til tross for omfattende diskusjoner og skåling i vodka på Moskva-konferansen var det intet kompromiss i sikte. Det virker som om den kløften som har skilt de to sidene i over 30 år vil forbli den samme i en del tid framover.
>
> …
>
> Vestlige standardiseringsorganisasjoner har lagt vekten på å beskytte mot oppvarmningsvirkninger fra RF/mikrobølger, sa Grigoriev [leder av den russiske, tidligere sovjetiske komité for ikke-

> ioniserende stråling gjennom flere mannsaldre, o.a.], mens Russlands strengere standarder også gjenspeiler bekymring for ikke-termiske virkninger og subjektive symptomer.
>
> …
>
> De to partene vil ikke nå noe felles ståsted på en stund. Dr. Jürgen Bernhardt fra Tysklands kontor for strålevern og leder i INCIRP, anså at det vil ta «minst tre til fire år for å oppnå harmonisering av standardene.»

Dette var i 1999. Fortsatt kan det se ut som om strålevernet er preget av det samme skillet.

Fastsettelse av grenseverdier er en politisk avgjørelse og fagetatenes oppgave bør være å gi et korrekt bilde av risiko for helsevirkninger ved ulike strålings-reguleringer. Vi har sett at det åpenbart ikke er tilfelle, og vi kan bare spekulere på hva som er årsakene i dag. At det nå siden den kalde krigens dager er kommet til andre aktører som har interesser i å opprettholde det, er åpenbart.

8.2 Mangler ved strålevernet og konsekvenser for kunder og strømbransjen

Det kan være grunn til avslutningsvis å summere opp hva det er som synes å mangle i det norske strålevernet og hvilke konsekvenser det har for kunder av nettselskaper i Norge:

Ikke bare forbrukerne, men også nettselskap og forvaltningen er blant de skadelidende - og de som jobber der.

Denne boka handler i hovedsak om retten til selv å velge hvilken helse-risiko man skal tvinges til å ta for å kunne oppholde seg i egen bolig. Hvilken kontroll skal beboere få lov til å ha over strålingsnivået i egen bolig og hvor mye stråling er det akseptabelt å utsette beboere for hvis de vil ha strøm i boligen?

Temaet kunne lett ha vært utvidet til arbeidsplasser: Per dato gis det overhodet ikke fritak for installasjon av AMS-målere på arbeidsplasser.

Har nettselskapet rett til å kreve at kunden samtidig med kjøp av strøm, påtvinges teknisk utstyr som forurenser stedet man selv og andre oppholder seg med en miljøgift som i forskning i mange år er tydelig påvist å sette levende liv, herunder mennesker, under biologisk stress, påføre dem helse- og miljøplager eller økt risiko for dette, akutt så vel som over tid?

I et velferdssamfunn er vi avhengige av at sterke aktører innen nødvendig infrastruktur som strøm, kommunikasjon og helsetjenester gir forbrukerne korrekt og saklig informasjon, og ikke lar seg bruke i et spill for å skjule informasjon, eller selv driver slike spill.

Som forbrukere, arbeidstakere og privatpersoner er vi nødt til å leve med konsekvensene av disse aktørenes handlinger.

Derfor må vi også gå dem etter i sømmene når vi får mistanke om at de svikter i sin samfunnsrolle: Ikke bare markedsaktørene kan svikte, men også forvaltningen som er satt til å sette rammeverket for dem og å fremme samfunnets interesser innen sin sektor. Og politikerne som overlater grenseverdiene til et forvaltningsapparat som hverken agerer føre-var-basert eller kunnskapsbasert.

Det har vært advart mot denne situasjonen i flere år. Nå er det på tide å finne løsninger, både for AMS-målerne og for andre områder der vi ser at skadevirkningene gjør seg gjeldende. Det ansvaret kan ikke bare eller først og fremst ligge hos den enkelte, men må ligge hos nettselskapene, i NVE, i strålevernet, i helsesektoren, i klima- og miljødepartementet, i retts-apparatet og hos politikerne.

---- O ----

Noen bøker om stråling, helse og miljø på norsk:

Advokatfirmaet Erling Grimstad AS og Einar Flydal: *Smartmålerne, jussen og helsa,* Z-forlag 2018, last ned her: http://einarflydal.com

Arthur Firstenberg: *Den usynlige regnbuen – Historien om elektrisiteten og livet*, Z-forlag, 2018 (451 sider + noter, referanser og stikkordsliste), 3. opplag

Einar Flydal og Else Nordhagen (red.): *5G og vår trådløse virkelighet – høyt spill med helse og miljø*, Z-forlag, 2020, 590 sider, 2. opplag. Bidrag fra Martin L. Pall, SCENIHR - EU-kommisjonens vitenskapelige komité for tilsynekommende og nylig identifisert miljørelatert helserisiko, David Carpenter, Cindy Sage, Lennart Hardell, Bård-Rune Martinsen, Christian F. Jensen

Susan Pockett: *Stråletåka – Helse- og miljøforurensningen fra mikrobølgene*, Z-forlag, 2020, 237 sider

Interesseorganisasjoner med elektromagnetisk stråling, helse og miljø på dagsorden:

FELO – Foreningen for El-Overfølsomme, http://felo.no

Folkets strålevern, http://folkets-stralevern.no

Norges Miljøvernforbund: https://www.nmf.no/

Foreningen for EMF-reform: https://emf-reform.org

Stopp Smartmålerne: https://stoppsmartmaalerne.no/

Helseplager fra AMS-målerne som nå er utplassert i de tusen hjem er ikke noe å undres over. Dagens kunnskap om *pulset elektromagnetisk stråling* og *«skitten strøm»* forteller oss at det var å forvente. Det har ikke manglet på advarsler. Vi forklarer fysikk, elektrofag, biologi og bransjestrategier i ord og bilder, og vi gjengir forskning og eksperters rettslige vitneprov.

Vi rapporterer også om målinger vi har fått utført på Aidon- og Kamstrup-målere, og forklarer hvorfor mange blir syke av dem. Vi trenger ikke trekke inn angst og overtro. Det holder med solide forskningsresultater og harde fakta - uten psykologisering.

Elektrisk miljøforurensning av det slag AMS-målerne skaper, er vår tids nye, store miljøsak. Temaet rykker nå raskt oppover internasjonalt - fra en usynlig plassering på den miljøpolitiske agenda - i takt med det «grønne» idealet om «fullelektrifisering».

Boka er formet for å leses både som populærfaglig lærebok, for at jurister skal kunne klippe og lime sitater og henvisninger til sine prosesskrifter, og for at journalister, forskere, lekfolk og de som skriver leserbrev skal få kilder.

Einar Flydal, cand.polit. & MTS (statsviter og telekom-strateg), arbeidet innen IKT-sektoren bl.a. som forsker og senior strategirådgiver i Telenor ASA og univ.lektor ved NTNU. Siden han ble pensjonist i 2011, er han blitt en viktig kritiker av norsk strålevern.

Else Nordhagen, dr. scient, Informatikk, arbeidet med IKT som universitetsforeleser, konsulent, gründer innen apper og som seniorforsker ved SINTEF og Telenor ASA. Etter at hun ble uør i 2017, har hun samarbeidet med Flydal om stråling, miljø og helseskader.

ISBN 978-82-93187-53-0

Foreningen for EMF-reform

9 788293 187530 >



Home
Editors' Notes
What's New?
BioInitiative Report
Research Summaries
RF Color Charts
Participants
Media
Contact

THE BIOINITIATIVE REPORT 2012

A Rationale for Biologically-based Public Exposure Standards for Electromagnetic Fields (ELF and RF)

READ THE REPORT

DOWNLOAD THE REPORT

WHO WE ARE



The BioInitiative 2012 Report has been prepared by 29 authors from ten countries, ten holding medical degrees (MDs), 21 PhDs, and three MsC, MA or MPHs. Among the authors are three former presidents of the Bioelectromagnetics Society, and five full members of BEMS.

READ MORE

CONCLUSI



Bioeffects are clearly established to occur with very low exposure levels (non-thermal levels) to electromagnetic fields and radiofrequency radiation exposures.

READ MORE

Reported Biological Effects

Henry Lai's Research Summaries

These are invaluable resources that can are searchable by key words. These abstracts cover the relevant peer-reviewed, published literature documenting biological effects of non-ionizing radiation (ELF-EMF, Static Fields and RFR).

In the ten years since the BioInitiative 2012 Report was posted, hundreds of new peer-reviewed research papers have been published. A clear majority of studies report biological effects as opposed to 'no effect'. The trend continues to show that exposure to low-intensity ELF-EMF/Static Fields and RFR at levels allowable under current federal public safety limits pose health risks. This body of literature strongly

supports new, biologically based public exposure standards that are protective against exposure levels identified in this Report to cause effects at levels thousands of times lower than current FCC limits. See https://bioinitiative.org/research-summaries/ for all results including electrohypersensitivity and comet assay study results.

Here are the new results for 2022

RFR Genetic Effects Studies (4/24/2022)
Of 423 studies:
E= 291 (68%); NE= 132 (32%)

ELF-EMF/Static Field Genetic Effects Studies (4/23/2022)
Of 307 studies:
E= 257 (84%); NE= 50 (16%)

RFR Neurological Studies Effects (4/24/2022)
Of 391 total studies:
E= 291 (74%); NE= 100 (26%)

ELF-EMF/Static Field Neurological Studies

(4/5/2022)
Of 311 total studies:
E= 283 (91%); NE= 28s (9%)

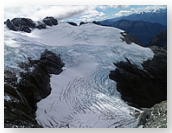
RFR Free Radical (Oxidative Damage) Studies (5/4/2022)
Of 288 total studies:
E= 263 (91%); NE= 25(9%)

ELF-EMF/Static Field Free Radical (Oxidative Damage) Studies (4/18/2022)
Of 298 total studies:
E= 270 (90%); NE= 28 (10%)

DOWNLOAD SUMMARIES

DOWNLOAD SUMMARIES

WHY WE CARE



The stakes are very high. Human beings are bioelectrical systems. Our hearts and brains are regulated by internal

DO WE KNOW ENOUGH?



There is more evidence than we need. The last five years worth of new scientific studies tell

RF Color Charts

The RF Color Charts summarize many studies that report biological effects and adverse health effects relevant for cell towers, WI-FI, ‘smart’ wireless utility meters, wireless laptops, baby monitors, cell phones and cordless phones.

DOWNLOAD RF CHARTS

bioelectrical signals. Environmental exposures to artificial EMFs can interact with fundamental biological processes in the human body.

READ MORE

us the situation is much worse than in 2007 and yet people around the world have so much more daily exposure than even five years ago.

READ MORE

DOWNLOAD DISRUPTED IMMUNE FUNCTION CHARTS

DOWNLOAD RF CHARTS

DOWNLOAD DISRUPTED IMMUNE FUNCTION CHARTS

© Copyright 2006 - 2023 BioInitiative Report, All Rights Reserved. Site by Daveworks Inc.

ICNIRP STATEMENT

GENERAL APPROACH TO PROTECTION AGAINST NON-IONIZING RADIATION

PUBLISHED IN: **HEALTH PHYSICS 82(4):540-548; 2002**

GENERAL APPROACH TO PROTECTION AGAINST NON-IONIZING RADIATION

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*

GENERAL APPROACH TO PROTECTION AGAINST NON-IONIZING RADIATION

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*

INTRODUCTION

This document explains the approach that ICNIRP uses in providing advice on protection against non-ionizing radiation (NIR) exposure to serve both as a guide for the understanding of ICNIRP's documents and for its future work. The activities of ICNIRP are delineated, and the relationships with other advisory and legislative bodies are described. Furthermore, ICNIRP's current general approach to the assessment of health risks as a basis for the development of guidelines on limiting exposure is explained.

Issues dealt with by ICNIRP relate to optical radiation (ultraviolet, visible and infrared) including lasers and electromagnetic fields (microwaves, other radiofrequency fields and fields of lower frequencies down to and including static electric and magnetic fields). Ultrasound and infrasound exposures may also be considered.

ICNIRP'S ROLE IN NON-IONIZING RADIATION PROTECTION

ICNIRP is an independent group of experts established to evaluate the state of knowledge about the effects of NIR on human health and well being, and, where appropriate, to provide scientifically based advice on non-ionizing radiation protection including the provision of guidelines on limiting exposure. For other approaches to protection against suspected harmful effects of NIR, the evaluation of literature by ICNIRP may serve as a valuable input. ICNIRP is the successor of the International Non-Ionizing Radiation Committee (INIRC) of the International Radiation Protection Association (IRPA) since 1992, and still retains a close association with the latter.

ICNIRP, as an international scientific advisory body, does not address social, economic, or political issues. Membership of ICNIRP is limited in time and also to experts who are not affiliated with commercial or industrial enterprises. Thus, ICNIRP is free of vested commercial interest.

ICNIRP is the formally recognized non-governmental organization in NIR protection for the World Health Organization (WHO), the International Labour Organization (ILO), and the European Union (EU). It maintains a close liaison and working relationship with other scientific and technical bodies. These include the International Electrotechnical Commission (IEC), the European Committee on Electrotechnical Standardisation (CENELEC), the European COST (Co-operation in the Field of Science and Technology) Actions in this field, the International Commission on Illumination (CIE), the American Conference of Governmental and Industrial Hygienists (ACGIH), the International Standards Organization (ISO), the International Commission on Occupational Health (ICOH), the Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE), and the U.S. National Council for Radiation Protection and Measurement (NCRP). ICNIRP also enters into consultation with IRPA national radiation protection societies.

ICNIRP continuously monitors and periodically carries out critical reviews of the scientific literature concerned with the physical characteristics and sources of NIR and possible biological and adverse health effects. In doing so, ICNIRP limits its surveillance to published original scientific papers and reports that are generally available. ICNIRP performs such critical scientific analysis by evaluating the relevance and scientific quality of each report. To assist in this ongoing review process, ICNIRP has formed a number of scientific Standing Committees whose membership includes additional experts. In addition, the Commission may appoint further experts as consulting members. ICNIRP can be seen as a repository of information on the epidemiological, medical, biological, physical, and technological aspects of NIR.

* ICNIRP Secretariat, c/o Dipl.-Ing. Rüdiger Matthes, Bundesamt für Strahlenschutz, Institut für Strahlenhygiene, Ingolstadter Landstrasse 1, D-85764 Oberschleissheim, Germany. During the preparation of this statement, the composition of the Commission was as follows: A. Ahlbom (Sweden); U. Bergqvist (deceased, Sweden); J. H. Bernhardt, Vice Chairman since March 2000 (Germany); J. P. Césarini (France); F. DeGruijl (The Netherlands); M. Grandolfo, until March 2000 (Italy); M. Hietanen (Finland); A. F. McKinlay, Chairman since March 2000, (UK); R. D. Owen (USA); D. H. Sliney (USA); J. A. J. Stolwijk, until March 2000 (USA); A. Swerdlow, since March 2000 (UK); L. D. Szabo, until March 2000 (Hungary); M. Taki (Japan); T. S. Tenforde (USA); P. Vecchia, since March 2000 (Italy); B. Veyret, since March 2000 (France); M. H. Repacholi Chairman Emeritus (Switzerland); R. Matthes Scientific Secretary (Germany).

For correspondence or reprints contact ICNIRP at www.icnirp.org.

0017-9078/02/0

Copyright © 2002 Health Physics Society

ICNIRP disseminates information on specific topics of importance to NIR protection and formulates its advice by means of scientific reviews, proceedings of scientific symposia, statements on specific topics, guidelines on limiting exposure, and practical occupational exposure guides (in collaboration with ILO). In accord with its collaboration with WHO, ICNIRP contributes scientific advice to that body.

ICNIRP recognizes that the acceptability and adoption of a complete system of protection also requires data and evaluations based on social, economic, and political considerations. It is ICNIRP's view that these matters are more appropriate to the functions of national governments and their designated authorities. ICNIRP and other scientific advisory bodies may, however, provide background information of relevance for such evaluations.

Whereas ICNIRP provides general practical information on measurable levels that are derived from basic restrictions on exposure, it recognizes the need for further technical advice on special exposure situations. This requires physics and engineering expertise to develop practical measures to assess and/or to enable assessment of compliance with ICNIRP exposure guidelines. This includes guidance on the principles and practice of measurements, design of equipment and/or shielding to reduce exposure, and, where appropriate, setting emission limits for specific types of devices. ICNIRP considers that these matters are more appropriate to the functions of international, regional, and national technical standards bodies.

APPROACH TO HEALTH RISK ASSESSMENT

Any single observation or study may indicate the possibility of a health risk related to a specific exposure. However, risk assessment requires information from studies that meet quality criteria as listed in the Appendix. Peer-reviewed literature usually provides information to judge the extent to which these criteria are met. Assessment of established risks normally requires consistent information from several such studies. ICNIRP, in carrying out its critical reviews, monitors the accumulation of new evidence, leading, as appropriate, to updating health risk assessments. These are based on the totality of the science, not just on the added information. In some cases, for example when a specific question or concern arises in public debate, or when a study appears that has or is perceived to have a major influence on the state of knowledge, a statement summarizing the scientific situation may be issued by ICNIRP. It is important to recognize that all assessments are based on current knowledge, and as such will be subject to revision in the light of new substantiated evidence.

The following sections deal with the nature of health effects and how they can be related to exposure. In subsequent sections, methods for categorizing and evaluating studies are presented, including how conclusions are drawn from the compiled and evaluated database.

Nature of health effects

Exposure to NIR may cause different biological effects, with a variety of consequences for a human being. Biological effects may be without any known adverse or beneficial consequences, other effects may result in pathological conditions (diseases), while still other biological effects have beneficial consequences for a person. Annoyance or discomfort may not be pathological per se but, if substantiated, can affect the physical and mental well being of a person and the resultant effect should be considered as a potential health hazard. ICNIRP seeks to define what is meant by adverse effects in its specific scientific reviews and guidelines. Examples are provided in Tables 1 and 2.

In determining whether an adverse effect is present in a person, it is useful to consider the different ways data have been obtained. Results of tests (e.g., chemical analysis of blood) may be read off an instrument. Signs are effects that may be observed by a physician or other examiner, e.g., a rash or swelling. Symptoms are effects that only the exposed subject experiences, e.g., pain, nausea, or fatigue. A diagnosis of disease is normally based on an agreed specific combination of such endpoints.

Biological effects without any identified adverse health consequences do not form a basis for limiting of exposure to NIR. However, ICNIRP recognizes that concern about other unsubstantiated health effects may in itself adversely affect the health of a person, and that this may be best addressed by providing appropriate information. The scientific evaluations performed by ICNIRP and other scientific advisory bodies could form a basis for such information.

If, in parallel to adverse effects, beneficial health effects or other benefits are involved, a balanced judgement will be required as to how the exposure limits are used in the process of societal policies on addressing risks. Benefits may be manifested both on an individual and at a societal level, one example being the information carried by electromagnetic fields for radio and television services. However, as such a balance will often involve social or economic considerations, this judgement is best performed by national authorities.

The question of whether a biological or physiological parameter (such as temperature or blood pressure) falls within the "normal range" is frequently posed. The implications of this in terms of adverse health effects will depend on the particular endpoint under consideration and may vary between populations and with the environment.

The exposure guidelines developed by ICNIRP are intended to protect against the adverse health effects of NIR exposure. Because adverse consequences of NIR exposure can vary across the entire range from trivial to life threatening, a balanced judgement is required before deciding on exposure guidance.

Exposure and dosimetry

A physical agent has to interact with the target tissue in order to induce a biological effect. The agent external

Table 1. Relevant mechanisms of interaction, adverse effects, biologically effective physical quantities and reference levels used in different parts of the optical spectrum.

Part of optical spectrum	Relevant mechanisms of interaction	Adverse effect	Biologically effective physical quantity	Exposure, reference level
Ultraviolet radiation UVA, UVB, UVC (180 to 400 nm).	Photochemical alterations of biologically active molecules such as DNA, lipids, and proteins.	Acute erythema, keratitis, conjunctivitis, cataracts, photoretinitis, accelerated skin aging, skin cancers.	Fluence and action spectrum weighted radiant exposure.	Radiant exposure at skin or cornea.
Visible radiation (380 to 600 nm).	Photochemical alterations of biological molecules in the retina.	Photoretinitis ("blue-light hazard").	Retinal radiant exposure weighted by action spectrum.	Radiance and exposure duration.
Visible and near-infrared radiation (IRA) (400 to 1,400 nm).	Thermal activation or inactivation.	Thermal injury: skin burns and retinal burns.	Irradiance, radiant exposure and absorbing volume (spot size) at tissue site.	Radiance and exposure duration.
	Photocoagulation.	Thermal denaturation of proteins, tissue coagulation/necrosis.		
Middle (IRB) and far-infrared radiation (IRC) (3 μm to 1 mm).	Thermal activation or inactivation. Coagulation.	Thermal injury: skin and cornea1 burns, cataracts. Thermal denaturation of proteins. Tissue coagulation/necrosis.	Irradiance, radiant exposure and absorbing volume (spot size) at tissue site.	Radiant exposure and irradiance at skin or cornea.
Laser radiation (180 nm to 1 mm).	Photochemical, photothermal, photoacoustic, exposure duration $<$ 100 μs. Photoablative exposure duration $<$ 100 ns. Bubble or plasma formation (change of phase). Non-linear optical effects.	Tissue damage. Skin burns. Ocular burns. Tissue vaporization.	Radiant exposure and irradiance.	Radiant exposure and irradiance at skin or cornea; exposure duration.

Table 2. Relevant mechanisms of interaction, adverse effects, biologically effective physical quantities and reference levels used in different parts of the electromagnetic field spectrum.

Part of NIR spectrum	Relevant mechanism of interaction	Adverse effect	Biologically effective physical quantity	Exposure, reference level
Static electric fields.	Surface electric charges.	Annoyance of surface effects, shock.	External electric field strength.	Electric field strength.
Static magnetic fields.	Induction of electric fields in moving fluids and tissues.	Effects on the cardiovascular and central nervous system.	External magnetic flux density.	Magnetic flux density.
Time-varying electric fields (up to 10 MHz).	Surface electric charges.	Annoyance of surface effects, electric shock and burn.	External electric field strength.	Electric field strength.
	Induction of electric fields and currents.	Stimulation of nerve and muscle cells; effects on nervous system functions.	Tissue electric field strength or current density.	Electric field strength.
Time-varying magnetic fields (up to 10 MHz).	Induction of electric fields and currents.	Stimulation of nerve and muscle cells; effects on nervous system functions.	Tissue electric field strength or current density.	Magnetic flux density.
Electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz).	Induction of electric fields and currents; absorption of energy within the body.	Excessive heating, electric shock and burn.	Specific energy absorption rate.[a]	Electric field strength; magnetic field strength; power density.
	$>$ 10 GHz: Surface absorption of energy.	Excessive surface heating.	Power density.	Power density.
	Pulses $<$ 30 μs, 300 MHz to 6 GHz, thermo-acoustic wave propagation.	Annoyance from microwave hearing effect.	Specific energy absorption.	Peak power density.

aged over an appropriate period of time and mass of tissue.

to the body and the biological endpoints are directly measurable, but the decisive interaction at the target is usually not. It is the nature (e.g., photochemical reactions or the induction of an electric current) and the efficacy of this interaction that determines the biological effect. Hence, the biologically effective quantity, which represents the efficacy by which a certain biological effect is induced, needs to be quantitatively linked with the associated external radiation or fields.

From this it follows that different types of effects may be related to different biologically effective quantities. This is clearly seen when comparing biological effects in different parts of the NIR spectrum. In addition, within a specific NIR spectral region, different effects may also be related to different biologically effective quantities (Tables 1 and 2).

A good understanding of the fundamental interaction and a correspondingly accurate definition of the biologically effective quantity are necessary when results from animal and in vitro experiments are used to evaluate possible responses in humans.

Relations between biologically effective quantities and effects

According to a simple but useful model, a biological effect can result from one of two processes: deterministic or stochastic. With the former, the magnitude of the effect is related to the level of exposure, and a threshold may be defined. A stochastic process, on the other hand, is one where the exposure determines the probability of the occurrence of an event (the biological effect) but not the magnitude of the effect. In principle, this distinction requires an understanding of the underlying mechanism. Thus, an important distinction is that some responses have a threshold (i.e., a minimum biologically effective quantity has to be applied for the effect to occur) and others do not. Additionally, different repair and protective processes may eliminate or substantially mitigate any effects of exposure. Such processes may occur at the molecular, cellular, organ, or whole organism level.

When characterizing the effects and their temporal relationships to exposure, it is important to clearly elucidate the meaning of the terms used to describe them.

The adverse effects that have been established most clearly in humans as consequences of NIR exposures are those developing immediately after a short term exposure. This is in contrast to effects that may appear only after a long term exposure and/or a long delay.

A fundamental aspect of any study investigating a potential adverse effect on health is the reliability of the exposure assessment. A lack of knowledge about the basic mechanism (consequentially no proper identification of the biologically effective quantity) constitutes a central problem with reliability. Even in circumstances where the biologically effective quantity has been identified, reliable dosimetry may be either difficult or impossible. For example, in an animal experiment, although the external exposure can be measured adequately, there are practical difficulties in relating this to the biologically effective quantity.

Another important aspect of the reliability of the exposure assessment is the accuracy of the exposure data. This becomes of critical importance in determining the quantitative relationships between exposure and effect. In this process, the determination of geometrical factors related to specific organ exposure (such as eye, skin, brain, or limbs) is important. In epidemiological studies, there is often a difficulty in establishing an individual's total exposure history, and surrogates for exposure are therefore often used.

Like the exposure, the biological effect needs to be adequately determined; i.e., it should be based on well-defined objective criteria. A biological effect may be quantified in several ways, and thus different relationships with exposure may be established. For example, one can measure the degree of an effect displayed by an individual, the percentage of individuals responding depending on the biologically effective quantity, or the relative risks comparing groups with different exposure levels. These measurements differ importantly in the way they contribute to the risk assessment. Dependent on the quality of the exposure assessment, they may also be of limited use for numerical assessment of the relationship between exposure and risk.

If the distribution of exposure can be determined for a population and the relationship between exposure and risk of adverse effect can be quantified, then, in principle, one can estimate the number of individuals who will develop the effect. It is this type of estimate (or, e.g., an estimate of a person's lifetime risk of adverse effects) that is the ultimate aim of a health risk assessment.

If several effects occur, it may be possible to rank them according to the exposure level at which each becomes relevant. The critical effect is the established adverse health effect that is relevant at the lowest level of exposure. In this ranking of effects and defining of the critical effects, additional judgements based on the severity of the effects may, at times, be needed.

Evaluation of data

Hierarchy of data. Because risk assessment is ultimately aimed at human health, ideally the data should be derived from human studies. The relationship between exposure and certain short-term biological effects can sometimes be evaluated from human laboratory studies, whereas data on long term human effects can only be derived from epidemiological studies. However, in spite of their direct relevance, the results of epidemiological studies may not, in themselves, provide sufficient evidence of causal relationships without biological plausibility or supportive data from experimental studies, especially when the suggested risks are small.

Animal experiments are valuable in the analysis of the biological effects and mechanisms, as they involve a complete organism, including all relevant in vivo reactions-at least for the animal. Long term animal experiments are useful when considering possible adverse health effects in humans. Such studies may also be useful in clarifying whether a causal relationship exists. In vitro

studies can provide detailed information on biophysical mechanisms at the level of molecular, cellular or intercellular interactions.

The results of animal and in vitro experiments need to be carefully interpreted in order to be meaningfully extrapolated to humans. Based on the premise that the mechanism at the target level is the same in the models and in the human body, the exposure-effect relationships found in the model may be adjusted for application to humans, using the biologically effective quantity. For example, damage inflicted by optical radiation depends on the transmission to the target, and this transmission (in the eye or skin) may vary significantly between an animal (e.g., a mouse) and a human. In general, supportive human data are important for a full evaluation of the relevance to human health of the results from animal studies.

Some clinical reports, although failing to fulfil the quality criteria given above for human health studies, may nevertheless provide complementary information. Anecdotal reports in themselves do not provide a basis for the assessment of risk, because of their inherent poor control and possible observational bias. They may, however, provide an indication of the need for further investigation or advice.

Selection of studies. The use of quality-oriented selection criteria for the literature to be evaluated and clear and transparent methods for its evaluation add confidence that the results and conclusions of the health risk assessment are valid and can be considered to assess possible health hazards from NIR exposure.

The evaluation is normally based on published peer-reviewed original scientific papers and reports. Technical reports may sometimes be acceptable as well, e.g., for details of exposure assessments. In this literature, descriptions of methods are normally given in sufficient detail to ascertain whether reasonable precautions were taken to meet requirements such as those given in the Appendix, and to assure that other researchers can reproduce the studies.

In principle, well-designed and well-conducted studies should be published regardless of the outcome, because negative results are as useful as positive studies when considering the overall literature. In practice, this is not always the case, and the possibility of such publication bias should be considered.

Evaluation process. The evaluation process used by ICNIRP consists of three steps. It is inevitable that parts of this process are a matter of scientific judgement, and that details of the process may vary depending on the question addressed. Hence, the description below provides overall guidelines, not strict rules.

The three steps are as follows:

- Evaluating single studies in terms of their relevance to the health effects being considered and of the quality of methods used. The criteria described in the Appendix can be used as guidance in this evaluation, and may result in the exclusion of some studies from further use, or assigning different weights to studies, depending on their methodological quality. Such judgements should be made in light of the hypothesis to be evaluated, as the ability of a study to contribute to this evaluation may vary depending on the hypothesis.
- For each health effect evaluated, a review of all relevant information is required. At first, this review is normally done separately for epidemiological studies, for human laboratory, for animal studies and for in vitro studies, with further separations as appropriate for the hypothesis.
- Finally, the outcomes of these steps need to be combined into an overall evaluation including an evaluation of consistency of human data, animal data and in vitro data.

ICNIRP's Standing Committees, with support from consulting members as appropriate, normally perform the first two steps of this process, while the full Commission in collaboration with the Standing Committees performs the last step.

Overall evaluation. A decision must first be made whether the data considered allow the identification of an exposure hazard, i.e., an adverse health effect that is caused by an NIR exposure. By this identification, the effect becomes "established" in the sense used in the next chapter. In spite of the evaluation process described above, uncertainties and inconsistencies may still be encountered in comparative evaluations of the literature. Thus, it is recognized that this evaluation is at least partly based on scientific judgements. Various schemes and "criteria" exist in order to facilitate this judgement process (Hill 1965; IARC 1995).

For an actual estimate of risk in the general population or in a specific group, the selected studies should provide additional information, including

- the definition of the biologically effective quantity, which may vary with organ;
- exposure-effect relationship, and identification of a threshold, if any;
- exposure distribution and identification of sub populations with high exposure; and
- differences in susceptibilities within a population.

This information in whole or in part also in principle forms the necessary background for the development of advice including guidance on limiting exposure.

PRINCIPLES OF DEVELOPMENT OF GUIDANCE ON LIMITING EXPOSURE

Following the evaluation of the literature (as described above), it may be possible to identify adverse effects on human health related to NIR exposures that are judged to be well established. The existence of such established NIR effects forms the rationale for the ICNIRP exposure guidelines.

The following sections deal with the nature of the exposure, the effects, their relationships, the individuals being protected, and the use of reduction factors in determining the precise form of the guidelines.

The nature of exposure- effect relationships

Ideally, advice on limiting exposure to NIR can be developed based upon a quantitative relationship between the exposure and the adverse effect. In many cases, such a quantitative relationship could take the form of a threshold. It may then be possible to state a level of exposure below which the adverse effect can be avoided.

If available data permit the identification of an adverse effect, but not the detection of a threshold, other risk reducing strategies may be employed. The role of ICNIRP as a scientific advisory body would be to analyze the risk in terms of levels of consequences that could be quantified. The acceptability of such risks would, however, be based also on social and economic considerations, and, as such, fall outside the remit of ICNIRP. National authorities responsible for risk management may provide further advice on strategies to avoid the effect or limit the risk.

The nature of the effect

The identification of an immediate effect is generally straightforward because the cause and effect relationship can be easily established. Furthermore, the quantitative relationships are more easily determined and validated. If an adverse effect follows the exposure with considerable delay, the identification of an adverse effect requires a more difficult scientific judgement, especially in the absence of a known biophysical interaction mechanism. In addition, even in the case of an identified (delayed) adverse effect, the quantitative relationships between exposure and effect may be difficult to ascertain, because it may be difficult to determine the exposure pattern retrospectively, and the applicable exposure metric may not be known.

In principle, ICNIRP guidelines are set to protect against critical effects of exposure. Accordingly, protection is also offered against all effects occurring at higher exposure levels. However, as the critical effect is related to a specific definition of the biologically effective quantity, other effects may be critical under other exposure definitions. Examples are the formulation of exposure limitations in terms of Specific Energy Absorption (SA), Specific Energy Absorption Rate (SAR), blue light exposure, and exposure rate to the retina.

Exposure characterization

As described above, the biologically effective quantity reflects the efficacy by which the external exposure causes a certain biological effect. This quantitative relationship between external measurable exposures and the target tissue biologically effective parameter is unique to a single exposure condition. Therefore, for a given level of external exposure, any change in the exposure condition may affect the efficacy of the interaction by which a certain biological effect is induced.

In some NIR exposure situations (such as when surface effects are considered), the biologically effective quantity can be conveniently and directly evaluated by measuring external exposures. This is generally the case for all optical radiation and for microwave radiation at frequencies greater than about 10 GHz, as well as for electric fields of low frequencies. For low frequency magnetic field exposures or for electromagnetic fields of higher frequencies, however, this is not the case. In such cases a conservative estimate is made of parameters reflecting the relationship between the identified biologically effective quantity and the external, more easily measured exposure level. This can be achieved by mathematical modeling and extrapolation from the results of laboratory investigations at specific frequencies, using worst case assumptions.

The general strategy of ICNIRP is to define a basic restriction in terms of the biologically effective quantity, and then, if necessary, to relate this to reference levels expressed in terms of a directly measurable external exposure (e.g., ii-radiance, power density, and field strength). In this way, a level (reference level) can be expressed in terms of an external exposure metric. This allows the development of strategies of exposure restrictions based on internal basic restrictions but implemented through reference levels. The use of reference levels ensures compliance with basic restrictions on exposure, since the relationships between them have been developed for situations of maximum absorption or coupling conditions between the external radiation or field and the exposed person (worst case). If the reference level is exceeded, the basic restriction is not necessarily exceeded. Whether this is so must be ascertained through a more detailed investigation. The procedure enables the professional investigator to make measurements as appropriate and interpret the results using his or her professional judgement.

The use of this procedure has several advantages:

- The basic restrictions (in terms of the biologically effective quantities) are closely related to the biological mechanisms, while
- the reference levels are easier to evaluate, and, through further technical evaluations, more easily related to emission levels from sources.

In addition, complicated dosimetric relationships are often avoided in practical occupational hygiene.

In expressing the reference levels, ICNIRP strives to avoid using either overly complex variations with time and frequency (or wavelength) or overly simplified, excessively restrictive expressions. With changing technology, refinements in the reference levels may be made to aid in the ease of applications, provided that the basic restrictions are still met. For the success of this strategy, it is important that the exposure metric has been demonstrated to be the effective one and that the biological mechanism is accepted as relevant for the adverse effects in question.

Reference levels are therefore provided strictly as an aid for practical exposure assessments to determine

whether the basic restrictions are likely to be exceeded. ICNIRP recommends the use of reference levels as a general guidance for limiting exposures of workers and of the general public.

The basic restriction-reference level strategy depends on an understanding of the interaction mechanism and the appropriate development of dosimetric relationships. In some circumstances, an adverse effect may be identified, but the exposure limitation can only be described in terms of the external exposure. In such cases, reference levels may be used to control the exposure directly.

Depending on the specific biophysical mechanism involved in the interaction process, the exposure condition relevant for the biological effect of the non-ionizing radiation can be quantified either in terms of the instantaneous level (or time-dependent function thereof) of the biologically effective parameter or as its time integrated value. Examples of the use of the former include interaction processes involving the heating of tissue (for example infrared absorption rate) and of the latter photochemical processes (for example blue-light effects and ultraviolet radiation induced erythema).

Tables 1 and 2 summarize currently established mechanisms of interaction, adverse effects, biologically effective quantities, and corresponding external exposure parameters across different parts of the NIR spectrum.

People being protected

Different groups in a population may have differences in their ability to tolerate a particular NIR exposure. For example, children, the elderly, and some chronically ill people might have a lower tolerance for one or more forms of NIR exposure than the rest of the population. Under such circumstances, it may be useful or necessary to develop separate guideline levels for different groups within the general population, but it may be more effective to adjust the guidelines for the general population to include such groups.

Some guidelines may still not provide adequate protection for certain sensitive individuals nor for normal individuals exposed concomitantly to other agents, which may exacerbate the effect of the NIR exposure, an example being individuals with photosensitivity. Where such situations have been identified, appropriate specific advice should be developed-within the context of scientific knowledge.

In some circumstances, it may be advisable to distinguish between members of the general public and individuals exposed because of or while performing their work tasks (occupational exposure). In its exposure guidelines, ICNIRP distinguishes occupational and public exposures in general terms. When applying the guidelines to specific situations, it is ICNIRP's opinion that the relevant authorities in each country should decide on whether occupational or general public guideline levels are to be applied, according to existing (national) rules or policies. Environmental conditions may also influence the effect of whole-body exposure to optical or RF radiation.

Many forms of NIR find application in medical practice, often at exposure levels that are much greater than those to which the general population might be exposed. In the case of patients receiving NIR exposures as a part of their medical treatment, ICNIRP considers that the provision of advice on such exposures lies outside the scope of its exposure guidelines. Seriously ill patients might be considered as more vulnerable when exposed to NIR, but ICNIRP guidelines do not consider these potential vulnerabilities because such patients are under active medical management.

The distribution of levels of exposure and the fraction of the population that may be exposed at each level are important factors in relation to exposure guidelines for NIR. Often there are few data on such distributions, but where they exist, they can provide an important insight as to the social and economic impact of implementation of recommended guidelines for NIR exposure.

The use of reduction factors

The identification and quantification of various adverse effects of NIR exposure on health and wellbeing are difficult at best, and such judgements require extensive experience and expertise. Uncertainties in the knowledge are compensated for by reduction factors, and the guidelines will accordingly be set below the thresholds of critical effects. Some of the immediate effects can be quantified with reasonable precision, and derivation of guidelines will not require a substantial reduction below the observed threshold levels. When the precision and certainty of the relationship between exposure and adverse outcome is lower, a larger reduction may be warranted. There is no definite basis for determining the precise magnitude of the reduction factors, and the choice of the reduction is a matter of scientific judgement. As with all the procedures, setting reduction factors should be free of vested commercial interest.

Some examples of sources of uncertainty about exposure-effect threshold levels include the extrapolation of animal data to effects on humans, differences in the physiological reserves of different people with corresponding differences in tolerance, and statistical uncertainties (confidence limits) in the dose-response function. In ICNIRP's view, uncertainty in measurements used to implement the guidelines is a problem more appropriate to the functions of organizations responsible for the development of compliance methods. It is not considered in the setting of reduction factors by ICNIRP.

It should be noted that the use of reference levels may, in many cases, result in additional reductions as they correspond to basic restrictions only under maximum absorption or coupling.

Approaches to risk management

The ICNIRP approach to providing advice on limiting exposure to NIR necessarily requires well-based scientific data related to established health effects. When, in the absence of sufficient scientific evidence for the existence of a suspected adverse health effect, there are

calls for protective measures, a number of approaches to risk management have been applied. These approaches generally center on reducing needless exposure to the suspected agent. However, ICNIRP emphasizes the need to ensure that the practical manner in which such approaches are applied should not undermine or be to the detriment of science based exposure guidelines.

ICNIRP notes the clarification afforded by the European Commission (CEC 2000; Foster et al. 2000) on the practical application of one such approach, the Precautionary Principle. For example, this includes the degree to which the Principle is based on the science (requiring an evaluation of risk research), and the provisional nature of measures pending further acquisition of scientific data.

CONCLUDING REMARKS

This document describes the philosophy and general methodology by which ICNIRP evaluates the scientific literature on possible health risks of non-ionizing radiation, and the procedures by which ICNIRP uses such data in formulating its advice on non-ionizing radiation exposure. In practice, the critical steps in applying these general procedures may differ across the non-ionizing radiation spectrum. Several steps in these procedures require scientific judgement, e.g., on reviewing the scientific literature and determining appropriate reduction factors.

This document provides a transparent general framework for these procedures. Descriptions of procedures and deliberations specific to various frequency or wavelength regions and sources of information are disseminated by ICNIRP in its scientific reviews, guidelines, statements, and practical guides. Through its independence and structure as described in this document, ICNIRP is also well placed to consult widely on these issues.

Acknowledgments-The support received by ICNIRP from the International Radiation Protection Association, the World Health Organization, and the French, German, Korean, and Swiss Governments is gratefully acknowledged.

REFERENCES

Commission of the European Community. Communication on the Precautionary Principle. Brussels, February 2, 2000. Available at http://europa.eu.int/comm/dgs/health_consumer/library/pub/pub07_en.pdf.

Food and Drug Administration. Good laboratory practice for non-clinical laboratory studies. Washington, DC: Food and Drug Administration, US Department of Health and Human Services; Fed Reg 21 CFR Ch: 1 (4-l-93 Edition), Part 58:245–258; 1993.

Foster KR, Vecchia P, Repacholi MH. Risk management: Science and the Precautionary Principle. Science 288:979-981; 2000.

Hill AB. The environment and disease: Association or causation? Proc R Soc Med 58:295–300; 1965.

International Agency for Research on Cancer. Monographs on the evaluation of carcinogenic risks of humans: Preamble. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer; 1995.

National Toxicology Program. Specification for the conduct of studies to evaluate the toxic and carcinogenic potential of chemical, biological and physical agents in laboratory animals for the National Toxicology Program (NTP). Attachment 2. August 1992 (including modifications through 9/95). Available from: National Institute of Environmental Health Sciences, Environmental Toxicology Program, PO Box 12233, Research Triangle Park, NC 27709; 1992.

Rothman KJ, Greenland S. Modern epidemiology. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1998.

APPENDIX

Criteria for the design and evaluation of single studies

The following criteria are primarily intended for use when designing, conducting, and reporting a single study. By their nature, these criteria can also be used as a guide in evaluating studies. It should be kept in mind, however, that useful complementary data might be obtained also from studies that do not fulfil these criteria.

Epidemiological studies

Investigations of associations in people between exposure levels and adverse health effects can utilize both human laboratory and epidemiological studies (for laboratory studies, see below). Epidemiological studies require the fulfillment of a number of criteria that effectively take into account and reduce the possible impact of bias, confounding, and chance variation in the interpretation of results. Guidelines on the conduct of high-quality epidemiology have been given, e.g., by Rothman and Greenland (1998). A summary is given below:

- The study design should attempt to gain maximum efficiency, both in reaching study objectives and in utilizing resources. Depending on the nature of suspected relationships between exposure and adverse health effects, as well as the specific study aim, various designs, such as case-control or cohort, may be appropriate.
- Ascertainment of an adequate population sample size and statistical power should be based on prior statistical evaluation.
- In cohort studies, the study populations should be well defined from the outset. Hypotheses to be investigated must be explicitly and clearly stated. The manner by which cases of adverse health are ascertained must also be clearly stated, and case identification must be independent of exposure.
- In case-control studies, controls should be appropriately chosen, taking into account the specific study aim. This enables the study to minimize the impact of factors other than those under study.
- Regardless of study design, the minimization of non-response, non-participation, and incomplete follow-up

is important, both to achieve the required study sample size, and to minimize the possibility of selective non-response (e.g., related to both disease and exposure status). If response rates are low, the results should be accompanied by an appropriate analysis of non-respondents.
- Both in study design and analysis, researchers should take into account the possibility of confounding factors. Data on potential confounders should be collected and appropriate statistical analysis should be used to minimize the effect of confounding on conclusions.
- Investigators should characterize the exposure as precisely as possible. Data on different levels of exposure, its duration, and temporal location should be collected, and the dosimetric measure utilized should be identified. Preferably, exposure assessment should be on an individual basis. The exposure should be assessed independently of the adverse health status.
- In light of the complexity of the topic, studies should be designed and implemented using expertise from all appropriate scientific disciplines.
- The methods used for statistical analysis should be appropriate for the purpose of the study, and they should be clearly described. The authors should report the basic data on which conclusions are founded.
- To allow combined analysis of several studies in the future, appropriate means to enable this, such as the use of standardized questionnaires, methods, and reporting data, should be considered.

Laboratory studies

Detailed guidelines on the conduct of high quality laboratory research can be found in the good laboratory practice of the US Food and Drug Administration (FDA 1993) and in the specifications of the US National Toxicology Program (NTP 1992). Here, we consider laboratory studies on the effects of NIR on humans, animals and on in vitro systems.

Essential points for the conduct of high quality research are:

- Experimental techniques, methods, and conditions should be as completely objective as possible and based on biological systems appropriate to the endpoints studied. Safeguard from bias, such as double-blind techniques, blind scoring or codes, should be used where appropriate. The sensitivity of the experiment should be adequate to ensure a reasonable probability that an effect would be detected, if one exists.
- Environmental conditions should be measured and recorded periodically (i.e., temperature, humidity, vibration, sound as well as the background levels of appropriate parts of the NIR spectrum). The NIR exposure under study should be fully characterized and re-measured periodically. Where appropriate, detailed descriptions of the dosimetry should be made.
- All data analysis should be completely objective, with no relevant data deleted from consideration and with uniform use of analytical methods. When results are reported as ratios, the underlying data should also be reported or be available for in-depth analysis.
- Studies should be designed with sufficient statistical power so that results demonstrating an effect of the relevant variable at a high level of statistical significance using appropriate tests are obtainable. If studies are non-positive, this should also be demonstrated with some assurance.
- Results should be quantifiable and susceptible to confirmation by independent researchers. Preferably, the experiments should be repeated and the data confirmed independently, or the claimed effects should be consistent with results of similar experiments, for which the biological systems involved are comparable. Theories (e.g., for mechanisms of interaction) should make sufficiently concrete predictions that they can be tested experimentally.
- Results should be viewed with respect to previously accepted scientific principles before ascribing them to new ones. Research findings pointing to previously unidentified relationships should be carefully evaluated and appropriate additional studies should be conducted before the findings are further accepted.
- An indication of the relevance of the model and the endpoint to human health would increase the usability of the results.
- In human experimental studies, such as clinical trials or provocation studies, good practice should include appropriate and well described criteria for inclusion and exclusion of volunteers, and adherence to relevant ethical rules and restraints.

Additionally, some general information can be found in:

- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines on Limiting Exposure to Non-Ionizing Radiation. A reference book based on guidelines on limiting exposure to non-ionizing radiation and statements on special applications. Matthes, R.; Bernhardt, J. H.; McKinlay, A. F. (eds.). International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. ISBN 3-9804789-6-3; 1999.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Measurement of optical radiation hazards. A reference book based on presentations given by health and safety experts on optical radiation hazards. Gaithersburg, Maryland, USA September l-3: 1998. Matthes, R.; Sliney, D.; DiDomenico, S.; Murray, P.; Wengraitis, S.; Phillips, R. (eds.). International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. International Commission on Illumination. ISBN 3-9804789-5-5; 1998.

■ ■



Kortlægning af bioreaktivitet ved mikrobølger i nontermiske intensiteter

Kim Horsevad

RF-Fysik
Forskningsoversigt
Miljøkonsekvenser
Helbredspåvirkning
Eksponeringsreduktion
Anbefalinger

Kortlægning af bioreaktivitet ved mikrobølgestråling i non-termiske intensiteter
1. udgave / pre-print udgave pr 24. oktober 2015
© Kim Horsevad - 2015

Tryk: Saxo Publishing
ISBN: 9788740912418

Forfatterkontakt: www.horsevad.dk - www.rf-emf.org - kim@horsevad.dk



Kortlægning af bioreaktivitet ved mikrobølgestråling i non-termiske intensiteter

2015

Kim Horsevad

Indholdsfortegnelse

Forord....7
Indledning....9
Kapitel 1 - Elektromagnetiske felter og bølger....11
Det elektromagnetiske spektrum:....12
Grundlæggende RF-fysik:....15
Enhedskonvertering for RF-målinger:....19
Pulseringsforhold i mikrobølgebaseret kommunikation....20
Overvejelser ved måling af RF-EMF....25
Dokumentation af målinger....27
Hotspots, konstruktiv interferens og afstandskvadratloven....30
Kapitel 2 - Påvirkningsmekanismer....31
Overblik: Biokemisk interaktion med elektriske og magnetiske felter....32
Molekylær polaritet og dipolmoment i et elektomagnetisk felt....38
Makromolekylers foldning og strukturelle konformitet....41
Vridningsresonans i makromolekyler....46
Calcium efflux....49
Frie radikaler....52
Dielektriske virkninger på cellulært niveau:....63
HSP'ere, Fraktalantenner og elektronbaseret DNA-interaktion....65
Kapitel 3 - Genotoksiske virkninger....69
Celler, gener og DNA:....70
Genotoksiske virkninger ved mikrobølger:....72
Modulationsspecifikke genotoksiske virkninger....82
Celletype-specifikke virkninger....87
Kapitel 4 - Carcinogene virkninger....89
WHO kategoriserer mikrobølgestråling som et 2B carcinogen....90
Vigtige epidemiologiske resultater siden klassificeringen:....91
Mikrobølger og hjernekræft....99
Kapitel 5 - Virkninger på blod-hjerne-barrieren....101
Virkninger på blod-hjerne-membranen....102
Kapitel 6 - Fertilitetsskadende virkninger....107
Fertilitetsskadende virkninger af mikrobølgestråling....108
Kapitel 7 - Mastestudier....114
Mastestudier....115
Kapitel 8 - EHS....120
Elektromagnetisk Hyper Sensitivitet, EHS....121
Prevalens af EHS og EHS-relaterede symptomer....127
Endokrine og neurofysiologiske virkninger....130
EHS-relaterede resultater fra modelorganismer....133
Neurokognitionsmæssige virkninger....135
Neurodegenerative virkninger....137
Kapitel 9 - Helbredsvirkninger ved brug af WiFi....140
Helbredsvirkninger ved brug af WiFI....141

Kapitel 10 - Grænseværdier....144
Grænseværdier som begreb:....145
Problematisering af nuværende grænseværdier....147
Absorberet dosis, SAR....152
Eksponeringssituationer og forslag til biologiske grænseværdier:....155
Sikkerhedsafstande....158
Kapitel 11 - Den usunde Sundhedsstyrelse....163
Den usunde sundhedsstyrelse:....164
Den danske kohorte-undersøgelse....167
Kapitel 12 - Smartmeterproblemet....171
Kapitel 13 - Integritet, validitet og reliabilitet....177
Habilitetsproblemer og forskerintegritet....178
Konklusion og anbefalinger....181
Bioreaktivitet for elektromagnetiske felter - forskningstatus....182
Eksponeringsreduceringsanbefalinger fra Bioinitiative 2012....184
Eksponeringsreduceringsanbefalinger fra SBM2008....185
Perspektiver vedr eksponeringsreducerende tiltag....186
Interesseorganisationer og diskussionsforum....189
Tekniske udviklingsperspektiver:....190
Anvendt referencemateriale....192
Referencemateriale for kapitel 1: Elektromagnetiske felter og bølger:....193
Referencemateriale for kapitel 2: Påvirkningsmekanismer:....193
Referencemateriale for kapitel 3 - Genotoksiske virkninger....204
Referencemateriale for kapitel 4 - Carcinogene virkninger....208
Referencemateriale for kapitel 5 - Virkninger på blod-hjerne-barrieren....210
Referencemateriale for kapitel 6 - Fertilitetsskadende virkninger....211
Referencemateriale for kapitel 7 - Mastestuider....212
Referencemateriale for kapitel 8 - EHS....213
Referencemateriale for kapitel 9 - WiFi:....219
Referencemateriale for kapitel 10 - Grænseværdier....220
Referencemateriale for kapitel 11 - Den usunde Sundhedsstyrelse....221
Referencemateriale for kapitel 12: Smartmeterproblemet....223
Referencemateriale for kapitel 13 - Integritet, validitet og reliabilitet....223
Referencemateriale for Konklusion og Anbefalinger:....224

Illustrationsoversigt

Figur 1: Oversigt over frekvenstildeling for udvalgte trådløse kommunikationsteknologier i Danmark.....13
Figur 3: Fundamentale beregninger for elektromagnetisk stråling.....15
Figur 4: Tredimensionel struktur for en elektromagnetisk bølge i Far-field regionen.....15
Figur 5: Udregning af det elektriske felt ved Poynting-vektoren.....16
Figur 6: Det reaktive felts udstrækning.....16
Figur 7: Det radiative felts udstrækning.....17
Figur 8: Udregning af far-field.....17
Figur 9: Friis Transmission Formel.....17
Figur 10: Relation mellem det elektiske og magnetiske felt.....18
Figur 11: Omregningtabel for effekttæthed og elektrisk feltintensitet.....19
Figur 12: Ohms Lov og Effektloven.....21
Figur 13: Signalstrukturplot for en GSM-forbindelse.....22
Figur 14: Signalstrukturplot for en 4G (LTE) dataforbindelse.....24
Figur 15: WiFi Beacon:.....24
Figur 16: Strukturmodel for proteinpåvirkning og deraf følgende cancerrisiko.....45
Figur 17: Simplificeret afbildning af beregnet sammenklumpning af røde blodlegemer.....63
Figur 18: Roleaux-formationer efter udsættelse for mikrobølgestråler.....64
Figur 19: Skematisk oversigt over en eukaryot dyrecelle.....70
Figur 20: Skematisk oversigt over et udsnit af en DNA-streng.....70
Figur 21: Genotoxiske effekter af mikrobølgestråling.....73
Figur 22: Sammenhængen mellem eksponering og mængden af DNA-beskadigelse.....74
Figur 23: Overlevelsesrate for celler fra hamstere efter mikrobølgeeksponering i non-termiske intensiteter 76
Figur 24: Eksponeringstryk for udvalgte trådløse teknologier.....91
Figur 25: Kort introduktion til forståelse af Odds Ratio.....95
Figur 26: Kræftrisiko ved anvendelse af trådløse telefoner.....96
Figur 27: Statistisk sammenhæng mellem udbredelsen af FM-sendere og modermærkekræft.....97
Figur 28: Principskitse for blod-hjerne-barrieren.....102
Figur 29: Sammenhæng mellem mikrobølgeeksponering og kuldstørrelse.....110
Figur 30: Iltradikaler ved mikrobølgeeksponering.....112
Figur 31: Prevalens af forskellige symptomer hos personer eksponeret for mikrobølgestråling.....116
Figur 32: Prevalens af forskellige symptomer set i forhold til afstand fra mobilantenne.....117
Figur 33: Roleaux-formationer efter udsættelse for mikrobølgestråler.....121
Figur 34: Tachycardi ved udsættelse for mikrobølgestråler.....122
Figur 35: Rapporteret antal EHS-ramte i 2006 og efterfølgende ekstrapolering.....129
Figur 36: Forenklet konceptuelt overblik over beregning af SAR.....152
Figur 37: ICNIRP Referenceniveauer for offentlighedens eksponering.....155
Figur 38: Eksponeringsniveau ved typiske benyttelsessituationer.....155
Figur 39: Foreslåede grænseværdier med udgangspunkt i biologisk forskning.....156
Figur 43: Sammenhæng mellem finansiering og resultat.....178
Figur 44: Sammenhæng mellem finansieringsgrundlag og forskningsresultat.....178
Figur 45: Nøgleværdier fra anbefalingerne fra Bioinitiative 2012.....184
Figur 46: Eksponeringsværdier og deres mulighed for helbredspåvirkning efter SBM2008.....185

Anvendt referencemateriale

Anvendt referencemateriale

Referencemateriale for kapitel 1: Elektromagnetiske felter og bølger:

Balanis, C., A. 1997. Antenna theory, analysis and design. Wiley.

Bevelacqua, Peter Joseph. 2014. Antenna Theory. URL: http://www.antenna-theory.com

Frenzel, Lou. 2012. What's The Difference Between EM Near Field And Far Field? Electronic Design, Jun 8, 2012. URL: http://electronicdesign.com/energy/what-s-difference-between-em-near-field-and-far-field

Mohr, Peter J.; Taylor, Barry N.; Newell, David B. (2008). "CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants: 2006". Rev. Mod. Phys. 80 (2): 633–730

Referencemateriale for kapitel 2: Påvirkningsmekanismer:

Overblik: Biokemisk interaktion med elektriske og magnetiske felter

Bawin SM, Adey WR. 1976. Sensitivity of calcium binding in cerebral tissue to weak environmental electric fields oscillating at low frequency. Proc Natl Acad Sci USA 1976;73:1999–2003.

Bawin SM, Kaczmarek LK, Adey WR. 1975. Effects of modulated VHF fields on the central nervous system. Ann N Y Acad Sci 1975;247:74–81.

Becker RO, Murray DG. 1970. The electrical control system regulating fracture healing in amphibians. Clin Orthop Relat Res 1970;73:169–98.

Becker RO. 1961. The bioelectric factors in amphibian-limb regeneration. J Bone Jt Surg Am 1961;43-A:643–56.

Becker RO. 2002. Induced dedifferentiation: a possible alternative to embryonic stem cell transplants. NeuroRehabilitation 2002;17:23–31.

Belyaev, I., 2005. Nonthermal biological effects of microwaves: current knowledge, further perspective, and urgent needs. Electromagnetic Biology and Medicine 24, 375-403.

Berk M, Dodd S, Henry M. 2006. Do ambient electromagnetic fields affect behaviour? A demonstration of the relationship between geomagnetic storm activity and suicide. Bioelectromagnetics. 2006 Feb;27(2):151-5.

Berton R, et al. Effect of ELF electromagnetic exposure on percipitation of barium oxalate. Bioelectrochem Bioenerg 1993;30:13.

Binhi, V., Rubin, A., 2007. Magnetobiology: the kT paradox and possible solutions. Electromagnetic Biology and Medicine 26 (1), 45-62.

Blackman CF, Benane SG, House DE, Joines WT. Effects of ELF (1–120 Hz) and modulated (50 Hz) RF fields on the efflux of calcium ions from brain tissue in vitro. Bioelectromagnetics 1985;6:1–11.

Blackman CF, Elder JA, Weil CM. Induction of calcium-ion efflux from brain tissue by radiofrequency radiation:

effects of modulation frequency and field strength. Radio Sci 1979;14:93–8.

Borgens R, et al. 1989. Electric fields in vertebrate repair. Liss, New York, 1989.

Cifra M, Fields JZ, Farhadi A. 2011. Electromagnetic cellular interactions. Prog Biophys Mol Biol. 2011 May;105(3):223-46.

Cifra, M., Pokorný, J., Havelka, D., Kucera, O., 2010. Electric field generated by axial longitudinal vibration modes of microtubule. BioSystems 100 (2), 122-131.

Colli, L., Facchini, U., 1954. Light emission by germinating plants. Il Nuovo Cimento 12 (1), 150-153.

Colli, L., Facchini, U., Giudotti, G., Dungani Lonati, R., Orsenigo, M., Sommariva, O., 1955. Further measurements on the bioluminescence of the seedlings. Cellular and Molecular Life Sciences 11 (12), 479-481.

Del Giudice, E., Doglia, S., Milani, M., Smith, C.W., Vitiello, G., 1989. Magnetic flux quantization and josephson behaviour in living systems. Physica Scripta 40, 786-791.

Del Giudice, E., Fleischmann, M., Preparata, G., Talpo, G., 2002. On the “unreasonable” effects of elf magnetic fields upon a systemof ions. Bioelectromagnetics 23, 522-530.

Edmonds DT. 1993. Larmor precession as a mechanism for the detection of static and alternating magnetic fields. Bioelectrochem Bioenerg 1993;30:3.

Foletti, A., Lisi, A., Ledda, M., de Carlo, F., Grimaldi, S., 2009. Cellular ELF signals as a possible tool in informative medicine. Electromagnetic Biology and Medicine 28 (1), 71-79.

Forrester JV, Lois N, Zhao M, McCaig C. The spark of life: the role of electric fields in regulating cell behaviour using the eye as a model system. Ophthalmic Res 2007;39:4–16.

Friedman H, Becker RO, Bachman CH. 1963. Geomagnetic parameters and psychiatric hospital admissions.

Grundler, W., Kaiser, F., 1992. Experimental evidence for coherent excitations correlated with cell growth. Nanobiology 1 (2), 163-176.

Gu, B., Mai, Y., Ru, C., 2009. Mechanics of microtubules modeled as orthotropic elastic shells with transverse shearing. Acta Mechanica 207 (3), 195-209.

Gurwitsch, A., 1923. Die Natur des spezifischen Erregers der Zellteilung. Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen 100 (1e2), 11-40.

Gurwitsch, A., 1924. Physikalisches über mitogenetische Strahlen. Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen 103 (3e4), 490-498.

Gurwitsch, A.G., Gurwitsch, L.D., 1959. Die mitogenetische Strahlung, ihre phys- ikalisch-chemischen Grundlagen und ihre Anwendung in Biologie und Medizin. VEB Gustav Fischer Verlag Jena.

Hideg, É., Kobayashi, M., Inaba, H., 1991. Spontaneous ultraweak light emission from respiring spinach leaf mitochondria. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)- Bioenergetics 1098 (1), 27-31.

Hosada H, Mori H, Sogoshi N, Nagasawa A, Nakabayashi S. Refractive indices of water and aqueous electrolyte solutions under high magnetic fields. J Phys Chem A 2004;108:1461–4.

Jafary-Asl, A.H., Smith, C.W., 1983. Biological dielectrics in electric and magnetic fields. In: Ann. Rep. Conf. Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, vol. 83. IEEE Publ., pp. 350-355.

Jelínek, F., Saroch, J., Kucera, O., Hasek, J., Pokorný, J., Jaffrezic-Renault, N., Ponsonnet, L., 2007. Measurement of electromagnetic activity of yeast cells at 42 GHz. Radioengineering 16 (1), 36-39.

Jelínek, F., Pokorný, J., Saroch, J., Hasek, J., 2005. Experimental investigation of electromagnetic activity of yeast cells at millimeter waves. Electromagnetic Biology and Medicine 24 (3), 301-308.

Jelínek, F., Pokorný, J., Saroch, J., 2002. Experimental investigation of electromag- netic activity of living cells at millimeter waves. In: Pokorný, J. (Ed.), Abstract Book of International Symposium Endogenous Physical Fields in Biology, pp. 57-58.

Jelínek, F., Pokorný, J., Saroch, J., Trkal, V., Hasek, J., Palán, B., 1999. Microelectronicsensors for measurement of electromagnetic fields of living cells and experi-mental results. Bioelectrochemistry and Bioenergetics 48 (2), 261-266.

Jelínek, F., Saroch, J., Trkal, V., Pokorný, J., 1996. Measurement system for experi- mental verification of Fröhlich electromagnetic field. Bioelectrochemistry and Bioenergetics 41 (1), 35-38.

Konev, S.V., Lyskova, T., Nisenbaum, G., 1966. Very weak bioluminescence of cells in the ultraviolet region of the spectrum and its biological role. Biophysics 11, 410-413.

Levin M. 2007. Large-scale biophysics: ion flows and regeneration. Trends Cell Biol 2007;17:261–70.

Lisi, A., Foletti, A., Ledda, M., Rosola, E., Giuliani, L., D'Emilia, E., Grimaldi, S., 2006. Extremely low frequency 7 Hz 100 mt electromagnetic radiation promotes differentiation in the human epithelial cell line HaCaT. Electromagnetic Biology and Medicine 25 (4), 269-280.

Lundager Madson HE. Influence of magnetic field on the percipitation of some inorganic salts. J Cryst Growth 1995;152:94.

Markov MS. 2007. Magnetic field therapy: a review. Electromagn Biol Med 2007;26:1–23.

McCaig CD, Rajnicek AM, Song B, Zhao M. 2002. Has electrical growth cone guidance found its potential? Trends Neurosci 2002;25:354–359.

McCaig CD, Rajnicek AM, Song B, Zhao M. 2005. Controlling cell behavior electrically: current views and future potential. Physiol Rev 2005;85:943–78.

Montagnier, Del Giudice, Aïssa, Lavallee, Motschwiller, Capolupo, Polcari, Romano, Tedeschi, Vitiello. 2015.

Transduction of DNA information through water and electromagnetic waves. Electromagnetic Biology and Medicine. June 2015, Vol. 34, No. 2 , Pages 106-112

Muehsam DJ, Pilla AA. Lorentz approach to static magnetic field effects on bound-ion dynamics and binding kinetics: thermal noise considerations. Bioelectromagnetics 1996;17:89–99.

Murata Y, Iwasaki H, Sasaki M, Inaba K, Okamura Y. 2005. Phosphoinositide phosphatase activity coupled to an intrinsic voltage sensor. Nature 2005;435:1239–43.

Nuccitelli R. 2003. A role for endogenous electric fields in wound healing. Curr Top Dev Biol 2003;58:1–26.

Ojingwa JC, Isseroff RR. 2003. Electrical stimulation of wound healing. J Invest Dermatol 2003;121:1–12.

Pazur A., 2004. Characterisation of weak magnetic field effects in an aqueous glutamic acid solution by nonlinear dielectric spectroscopy and voltammetry. BioMagnetic Research and Technology 2 (1), 8.

Pazur A, Rassadina V, Dandler J, Zoller J. 2007. Growth of etiolated barley plants in weak static and 50 Hz electromagnetic fields tuned to calcium ion cyclotron resonance. Biomagn Res Technol 2006;4:1.

Pilla AA, Muehsam DJ, Markov MS. 1997. A dynamical systems/larmor precession model for weak magnetic field bioeffects: ion binding and orientation of bound water molecules. Bioelectrochem Bioenerg 1997;43:241–52.

Pilla AA, Muehsam DJ, Markov MS. 1999. A larmor precession/dynamical system models allow mT-range magnetic field effects on ion binding in the presence of thermal noise. In: Bersani F, editor. Electricity and magnetism in biology and medicine. New York: Plenum; 1999. p. 395–9.

Pilla AA. 2003. Weak time-varying and static magnetic fields: from mechanisms to therapeutic applications. In: Stavroulakis P, editor. Biological effects of electromagnetic fields: mechanisms, modeling, biological effects, therapeutic effects, international standards, exposure criteria. Berlin: Springer; 2003.

Pilla, A., Nasser, P., Kaufman, J., 1992. Cell communication significantly decreases thermal for electromagnetic bioeffects. In: Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, vol. 14, pp. 300-301.

Pohl, H.A., 1981. Electrical oscillation and contact inhibition of reproduction in cells. Journal of Biological Physics 9 (4), 191-200.

Pohl, H.A., Pollock, J.K., 1986. Modern Bioeletrochemistry. Plenum press, New York and London, Ch. Biological Dielectrophoresis: The Behavior of Biologically Significant Materials in Nonuniform Electric Fields, pp. 329-375.

Pokorný, J., Hasek, J., Jelínek, F., Saroch, J., Palán, B., 2001. Electromagnetic activity of yeast cells in the M phase. Electro- and Magnetobiology 20 (1), 371-396.

Pokorný, J., Hasek, J., Vanis, J., Jelínek, F., May 2008. Biophysical aspects of cancer - electromagnetic mechanism. Indian Journal of Experimental Biology 46, 310-321.

Portet, S., Tuszynski, J.A., Hogue, C.W.V., Dixon, J.M., 2005. Elastic vibrations in seamless microtubules.

European Biophysics Journal 34 (7), 912-920.

Preparata, G., 1995. QED Coherence in Matter. World Scientific, New Jersey, London, Hong Kong.

Quickenden, T., Que Hee, S.S., 1974. Weak luminescence from the yeast Saccharo- myces cerevisiae and the existence of mitogenetic radiation. Biochemical and Biophysical Research Communications 60 (2), 764-770.

Quickenden, T., Que Hee, S.S., 1976. The spectral distribution of the luminescence emitted during growth of the yeast Saccharomyces cerevisiae and its relationship to mitogenetic radiation. Photochemistry and Photobiology 23 (3), 201-204.

Quickenden, T., Tilbury, R., 1983. Growth dependent luminescence from cultures of normal and respiratory deficient saccharomyces cerevisiae. Photochemistry and Photobiology 37 (3), 337-344.

Quickenden, T., Tilbury, R., 1991. Luminescence spectra of exponential and stationary phase cultures of respiratory deficient saccharomyces cerevisiae. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology 8 (2), 169-174.

Rajaram M, Mitra S. 1981. Correlation between convulsive seizure and geomagnetic activity. Neurosci Lett 1981;24:187–91.

Reid B, Song B, McCaig CD, Zhao M. 2005. Wound healing in rat cornea: the role of electric currents. FASEB J 2005;19: 379–386.

Rossi C, Foletti A, Magnani A, Lamponi S. 2011. New perspectives in cell communication: Bioelectromagnetic interactions.Semin Cancer Biol. 2011 Jun;21(3):207-14.

Sirenko, Y.M., Stroscio, M.A., Kim, K.W., Jan 1996. Elastic vibrations of microtubules in a fluid. Phys. Rev. E 53 (1), 1003-1010.

Slawinski, J., 1990. Necrotic photon emission in stress and lethal interactions, Current Topics in Biophysics 19, 8-27.

Slawinski, J., 2003. Biophotons from stressed and dying organisms: toxicological aspects. Indian Journal of Experimental Biology 41, 483-493.

Slawinski, J., 2005. Photon emission from perturbed and dying organisms: biomedical perspectives. Forsch Komplementärmed Klass Naturheilkd 12 (2), 90-95.

Stocum DL. 1997. New tissues from old. Science 1997;276:15.

Sun S, Liu Y, Lipsky S, Cho M. 2007. Physical manipulation of calcium oscillations facilitates osteodifferentiation of human mesenchymal stem cells. FASEB J. 2007 May;21(7):1472-80.

Sun S, Wise J, Cho M. 2004. Human fibroblast migration in three-dimensional collagen gel in response to noninvasive electrical stimulus. I. Characterization of induced threedimensional cell movement. Tissue Eng 2004;10:1548–57.

Tyner, K.M., Kopelman, R., Philbert, M.A., 2007. "Nano-sized voltmeter" enables cellular-wide electric field mapping. Biophysical Journal 93, 1163-1174.

Valles Jr JM. 2002. Model of magnetic field-induced mitotic apparatus reorientation in frog eggs. Biophys J 2002;82:1260–5.

Venkatraman K. 1976. Epilepsy and solar activity – an hypothesis. Neurology (India) 1976;24:1–5.

Wang E, Zhao M, Forrester JV, McCaig CD. 2003. Bi-directional migration of lens epithelial cells in a physiological electrical field. Exp Eye Res 2003;76:29–37.

Wang Q, Li L, Chen G, Yang Y. Effects of magnetic field on the sol–gel transition of methycellulose in water. Carbohydr Polym 2007;70:345–9.

Wang, C., Li, C., Adhikari, S., 2009. Dynamic behaviors of microtubules in cytosol. Journal of Biomechanics 42 (9), 1270-1274.

Wang, C., Ru, C., Mioduchowski, A., 2006. Vibration of microtubules as orthotropic elastic shells. Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures 35 (1), 48-56.

Wang, C., Zhang, L., 2008. Circumferential vibration of microtubules with long axial wavelength. Journal of Biomechanics 41 (9), 1892-1896.

Wever R. 1968. Influence of weak electromagnetic fields on the circadian periodicity of humans. Naturwissenschaften 1968;55:29–32.

Zhadin, M., 2000. Review of russian literature on biological action of DC and low-frequency AC magnetic fields. Bioelectromagnetics 22 (1), 27-45.

Zhadin, M., Deryugina, O., Pisachenko, T., 1999. Influence of combined DC and AC magnetic fields on rat behavior. Bioelectromagnetics 20 (6), 378-386.

Zhadin, M., Giuliani, L., 2006. Some problems in modern bioelectromagnetics. Electromagnetic Biology and Medicine 25 (4), 227-243.

Zhao M, Forrester JV, McCaig CD. 1999. A small, physiological electric field orients cell division. Proc Natl Acad Sci USA 1999;96: 4942–4946.

Zhao M, Song B, Pu J, Wada T, Reid B, Tai G, Wang F, Guo A, Walczysko P, Gu Y, Sasaki T, Suzuki A, Forrester JV, Bourne HR, Devreotes PN, McCaig CD, Penninger JM. 2006. Electrical signals control wound healing through phosphatidylinositol-3-OH kinase-gamma and PTEN. Nature 2006;442: 457–460.

Zhou KX, Lu GW, Zhou QC, Song JH, Jiang ST, Xia HR. 2000. Monte Carlo simulation of liquid water in a magnetic field. J App Phys 2000;88:1802–5.

Molekylær polaritet og dipolmoment i et elektomagnetisk felt:

Fesenko, Novikov, Bobkova. 2003. , Decomposition of amyloid β-protein under the action of a weak magnetic field, Biophysics 48 (2003) 204-206.

Fesenko, Evgenii; Gluvstein, Alexander Ya., 1995. Changes in the state of water, induced by radiofrequency electromagnetic fields. FEBS Letters , Volume 367 , Issue 1 , 53 - 55

Hinrikus H, Lass J, Karai D, Pilt K, Bachmann M. 2014. Microwave effect on diffusion: a possible mechanism for non-thermal effect. Electromagn Biol Med. 2014 May 23:1-7.

Novikov, Fesenko. 2001. Hydrolysis of some peptides and proteins in a weak combined (constant and low-frequency variable) magnetic field, Biophysics 46 (2001) 233-238.

Vegiri, A. 2004. Reorientational relaxation and rotational-translational coupling in water clusters in a d.c. external electric field, J. Mol. Liq. 110 (2004)155 –168.

Makromolekylers foldning og strukturelle konformitet

Anfinsen CB (1973). "Principles that govern the folding of protein chains". Science 181 (4096): 223–230

English, Niall J., Kusalik, Peter G., Woods, Sarah A. 2012. Coupling of translational and rotational motion in chiral liquids in electromagnetic and circularly polarised electric fields. THE JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS 136, 094508 (2012),

French, Peter W., Penny, Ronald., Laurence, Jocelyn A., McKenzie, David R. 2000. Mobile phones, heat shock proteins and cancer. Differentiation (2000) 67:93–97

Leszczynski, Dariusz., Joenväärä, Sakari., Reivinen, Jukka., Kuokka, Reetta. 2002. Non-thermal activation of the hsp27/p38MAPK stress pathway by mobile phone radiation in human endothelial cells: Molecular mechanism for cancer- and blood-brain barrier-related effects. Differentiation (2002) 70:120–129

Levinthal, Cyrus (1969). "How to Fold Graciously". Mossbauer Spectroscopy in Biological Systems: Proceedings of a meeting held at Allerton House, Monticello, Illinois: 22–24.

M. Barteri, A. Pala and S. Rotella, Structural and kinetic effects of mobile phone microwaves on acetylcholin-esterase activity, Biophys. Chem. 113 (2005) 245-253. [Back]

Shaw, D.E. et al. 2010. Atomic-Level Characterization of the Structural Dynamics of Proteins. Science 330, 15 October 2010,p341-346.

de Pomeraia, David I., Smitha, Brette., Dawea, Adam., North, Kate., Smitha, Tim., Archera, David B., Ducea, Ian R., Jones, Donald., Candidob, E. Peter M., 2003. Microwave radiation can alter protein conformation without bulk heating. FEBS Letters 543 (2003) 93-97

Vridningsresonans i makromolekyler

Bohr J, Bohr H. 1997. The implication of topology for protein structure and aggregation. Z. Physik D 40: 186-198.

Bohr, J., Bohr, H., Brunak, S. 1997a. Protein folding and wring resonances. Biophysical Chemistry 63, 1997, p97-105

Bohr, H., Brunak, S., Bohr, J., 1997b. Molecular Wring Resonances in Chain Molecules. Bioelectromagnetics 18:187–189 (1997)

Bohr, H., Bohr, J., 2000. Microwave Enchanced Kinetics Observed in ORD Studies of a Protein. Bioelectromagnetics 21, 2000, p68-72

Bohr, H., Bohr, J., 2000a. Microwave-enhanced folding and denaturation of globular proteins. Physical Review, Volume 61, Number 4, april 2000, p4310-4314

Calcium efflux

Goldsworthy A, 2006. 'Effects of electrical and electromagnetic fields on plants and related topics'. In Plant Electrophysiology – Theory and Methods. Ed. Volkov A G (Springer, Berlin, Hiedelberg, New York).

Goldsworthy, A., 2008. The Cell Phone and the Cell. 1st Hellenic Congress - The Effects of Electromagnetic Radiation. Thessalonica, 24-25 May 2008

Goldsworthy, A., 2012. The Biological Effects of Weak Electromagnetic Fields - Problems and solutions

Pall, Martin. 2015. Microwave frequency electromagnetic fields (EMFs) produce widespread neuropsychiatric effects including depression. J Chem Neuroanat. 2015 Aug 21. doi: 10.1016/j.jchemneu.2015.08.001. [Epub ahead of print]

Frie Radikaler:

Abu Khadra KM, Khalil AM, Abu Samak M, Aljaberi A. 2015. Evaluation of selected biochemical parameters in the saliva of young males using mobile phones. Electromagn Biol Med. 2015 Mar;34(1):72-76

Atasoy HI, Gunal MY, Atasoy P, Elgun S, Bugdayci G. 2012. Immunohistopathologic demonstration of deleterious effects on growing rat testes of radiofrequency waves emitted from conventional Wi-Fi devices. J Pediatr Urol. 2013 Apr;9(2):223-229.

Avci B, Akar A, Bilgici B, Tunçel ÖK. 2012. Oxidative stress induced by 1.8 GHz radio frequency electromagnetic radiation and effects of garlic extract in rats. Int J Radiat Biol. 88(11):799-805, 2012.

Ayata A, Mollaoglu H, Yilmaz HR, Akturk O, Ozguner F, Altuntas I. 2004. Oxidative stressmediated skin damage in an experimental mobile phone model can be prevented by melatonin.Dermatol. 31(11):878-883, 2004.

Aydin B, Akar A. 2011. Effects of a 900-MHz electromagnetic field on oxidative stress parameters in rat lymphoid organs, polymorphonuclear leukocytes and plasma. Arch Med Res. 42(4):261-267, 2011.

Aynali G, Nazıroğlu M, Celik O, Doğan M, Yarıktaş M, Yasan H. 2013. Modulation of wireless (2.45 GHz)-induced oxidative toxicity in laryngotracheal mucosa of rat by melatonin. Eur Arch Otorhinolaryngol. 270(5):1695-1700, 2013.

Bilgici B, Akar A, Avci B, Tuncel OK. 2013. Effect of 900 MHz radıofrequency radıatıon on oxıdatıve stress in rat brain and serum. Electromagn Biol Med. 32:20-29, 2013.

Burlaka A, Tsybulin O, Sidorik E, Lukin S, Polishuk V, Tsehmistrenko S, Yakymenko I. 2013. Overproduction of free radical species in embryonal cells exposed to low intensity radiofrequency radiation. Exp Oncol. 35(3):219-225, 2013.

Deshmukh PS, Banerjee BD, Abegaonkar MP, Megha K, Ahmed RS, Tripathi AK, Mediratta PK. 2013. Effect of low level microwave radiation exposure on cognitive function and oxidative stress in rats. Indian J Biochem Biophys. 50(2):114-119, 2013.

Devrim E, Ergüder IB, Kılıçoğlu B, Yaykaşlı E, Cetin R, Durak I. 2008. Effects of Electromagnetic Radiation Use on Oxidant/Antioxidant Status and DNA Turn-over Enzyme Activities in Erythrocytes and Heart, Kidney, Liver, and Ovary Tissues From Rats: Possible Protective Role of Vitamin C. Toxicol Mech Methods. 18(9):679-683, 2008.

Eser O, Songur A, Aktas C, Karavelioglu E, Caglar V, Aylak F, Ozguner F, Kanter M. 2013. The effect of electromagnetic radiation on the rat brain: an experimental study. Turk Neurosurg. 2013;23(6):707-15.

Esmekaya MA, Ozer C, Seyhan N. 2011. 900 MHz pulse-modulated radiofrequency radiation induces oxidative stress on heart, lung, testis and liver tissues. Gen Physiol Biophys. 30(1):84-89, 2011

Garaj-Vrhovac V, Gajski G, Pažanin S, Sarolić A, Domijan AM, Flajs D, Peraica M. 2011. Assessment of cytogenetic damage and oxidative stress in personnel occupationally exposed to the pulsed microwave radiation of marine radar equipment. Int J Hyg Environ Health. 4(1):59-65, 2011.

GoldsworthLai H, Singh NP, 1997a. Melatonin and N-tert-butyl-alpha-phenylnitrone block 60-Hz magnetic field-induced DNA single and double strand breaks in rat brain cells. J Pineal Res 1997 Apr;22(3):152-62.

Goldsworthy A, 2006. Effects of electrical and electromagnetic fields on plants and related topics. In Plant Electrophysiology – Theory and Methods. Ed. Volkov A G (Springer, Berlin, Hiedelberg, New York).

Goldsworthy, A., 2008. The Cell Phone and the Cell. 1st Hellenic Congress - The Effects of Electromagnetic Radiation. Thessalonica, 24-25 May 2008

Goldsworthy, A., 2012. The Biological Effects of Weak Electromagnetic Fields - Problems and solutions

Hanc H, Odac E, Kaya H, Aliyazıcıoğlu Y, Turan I, Demir S, Colakoğlu S. 2013. The effect of prenatal exposure to 900-MHz electromagnetic field on the 21-old-day rat testicle. Reprod Toxicol. 42:203-209, 2013.

Herzberg, G., 1971. The spectra and structures of simple free radicals. Cornell University Press

Hässig M, Jud F, Naegeli H, Kupper J, Spiess BM. 2009. Prevalence of nuclear cataract in Swiss veal calves and its possible association with mobile telephone antenna base stations. Schweiz Arch Tierheilkd. 151(10):471-478, 2009.

Höytö A, Luukkonen J, Juutilainen J, Naarala J. 2008. Proliferation, oxidative stress and cell deathin cells exposed to 872 MHz radiofrequency radiation and oxidants. Radiat. Res. 170(2):235-243, 2008.

Jelodar G, Akbari A, Nazifi S. 2013. The prophylactic effect of vitamin C on oxidative stress indexes in rat eyes following exposure to radiofrequency wave generated by a BTS antennamodel. Int J Radiat Biol. 89(2):128-131, 2013.

Jelodar G, Nazifi S, Akbari A. 2013a. The prophylactic effect of vitamin C on induced oxidative stress in rat testis following exposure to 900 MHz radio frequency wave generated by a BTS antenna model. Electromagn Biol Med. 2013 Jan 16.

Lai H, 1998. Neurological effects of radiofrequency electromagnetic radiation, Mobile Phones and Health, Symposium, October 25-28, 1998, University of Vienna, Austria.

Lai H, Singh NP, 1997b. Melatonin and a spin-trap compound block radiofrequency electromagnetic radiation-induced DNA strand breaks in rat brain cells. Bioelectromagnetics 1997;18:446-54.

Liu C, Duan W, Xu S, Chen C, He M, Zhang L, Yu Z, Zhou Z. 2013. Exposure to 1800 MHz radiofrequency electromagnetic radiation induces oxidative DNA base damage in a mouse spermatocyte-derived cell line. Toxicol Lett 218(1): 2-9, 2013.

Lu YS, Huang BT, Huang YX. 2012. Reactive Oxygen Species Formation and Apoptosis in Human Peripheral Blood Mononuclear Cell Induced by 900 MHz Mobile Phone Radiation. Oxid Med Cell Longev. 2012:740280, 2012

López-Riquelme, G.O., López-Sandoval, E., Vera-Aguilar, E., Godina-Nava1, J.J., 2015. Modulation of radical pairs dynamics immersed in an ELF- EMF: The effect on hepatocarcinogenesis. Journal of Physics: Conference Series 582 (2015) 012048

Manta AK, Stravopodis DJ, Papassideri IS, Margaritis LH. 2014. Reactive oxygen species elevation and recovery in Drosophila bodies and ovaries following short-term and long-term exposure to DECT base EMF. Electromagn Biol Med. 2014 Jun;33(2):118-31

McLaughlan, K.A., 1992. Are Environmental Electromagnetic Fields Dangerous?. Phys World 1992, January:41-5

McLaughlan, K.A., Steiner, U.E. 1994. The spin-correlated radical pairs a reaction intermediate. Mol Phys 1994;73:241-263

Megha K, Deshmukh PS, Banerjee BD, Tripathi AK, Abegaonkar MP. 2012. Microwave radiation induced oxidative stress, cognitive impairment and inflammation in brain of Fischer rats. Indian J Exp Biol. 50(12):889-896, 2012. (LI)

Ozorak A, Nazıroğlu M, Celik O, Yüksel M, Ozçelik D, Ozkaya MO, Cetin H, Kahya MC, Kose SA. 2013. Wi-Fi (2.45 GHz)- and Mobile Phone (900 and 1800 MHz)-Induced Risks on Oxidative Stress and Elements in Kidney and Testis of Rats During Pregnancy and the Development of Offspring. Biol Trace Elem Res. 2013 Dec;156(1-3):221-9

Scaiano JC, Cozens FL, McLean J, 1994. Model for the rationalization of magnetic field effects in vivo. Application of the radical-pair mechanism to biological systems.Photochem Photobiol 1994 Jun;59(6):585-89.

Sokolovic D, Djindjic B, Nikolic J, Bjelakovic G, Pavlovic D, Kocic G, Krstic D, Cvetkovic T, Pavlovic V. 2008. Melatonin reduces oxidative stress induced by chronic exposure of microwave radiation from mobile phones in rat brain. J Radiat Res (Tokyo). 49(6):579-586, 2008

Tomruk A, Guler G, Dincel AS. 2010. The influence of 1800 MHz GSM-like signals on hepatic oxidative DNA and lipid damage in nonpregnant, pregnant, and newly born rabbits. Cell Biochem Biophys. 56(1):39-47, 2010.

Xu S, Zhou Z, Zhang L, Yu Z, Zhang W, Wang Y, Wang X, Li M, Chen Y, Chen C, He M, Zhang G, Zhong M. 2010. Exposure to 1800 MHz radiofrequency radiation induces oxidative damage to mitochondrial DNA in primary cultured neurons. Brain Res. 1311:189-196, 2010.

Yakymenko I, Tsybulin O, Sidorik E, Henshel D, Kyrylenko O, Kyrylenko S. 2015. Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation. Electromagn Biol Med. 2015 Jul 7:1-16. [Epub før udgivelse]

Dielektriske virkninger på cellulært niveau:

Havas, Magda. 2013. Radiation from wireless technology affects the blood, the heart, and the autonomic nervous system. Rev Environ Health 2013; 28(2-3): 75–84

Sernelius, Bo E., 2004. Possible induced enhancement of dispersion forces by cellular phones. Phys. Chem. Chem. Phys., 2004, 6, 1363–1368

Sernelius, Bo E., 2006. Unconventional Approach to Biological Effects of EMF. I: Ayrapetyan, S. N. & Markov, M. S. 2006. Bioelectromagnetics. Springer, Holland. p155 – 167.

Taghi M, Gholamhosein R, Saeed RZ., 2013. Effect of radio frequency waves of electromagnetic field on the tubulin. Recent Pat Endocr Metab Immune Drug Discov. 2013 Sep;7(3):252-6.

HSP'ere, Fraktalantenner og elektronbaseret DNA-interaktion

Blank M, Goodman R. 1997. Do electromagnetic fields interact directly with DNA? Bioelectromagnetics. 1997;18(2):111-5.

Blank M, Goodman R. 2011. DNA is a fractal antenna in electromagnetic fields.Int J Radiat Biol. 2011 Apr;87(4):409-15.

Blank, M. 2005. A proposed explanation for effects of electric and magnetic fields on the Na,K-ATPase in terms of interactions with electrons, Bioelectromagnetics 26 (2005) 591–597.

Blank, M. 2008. Protein and DNA interactions with electromagnetic fields, Electromagn Biol Med 28 (2008) 3–23.

Blank, M., Khorkova, O., Goodman, R. 1994. Changes in polypeptide distribution stimulated by different levels of EM and thermal stress, Bioelectrochem Bioenerg 33 (1994) 109–114.

Czyz, J., Guan, K., Zeng, Q., Nikolova, T., Meister, A., Schönborn, F., Schuderer I., Kuster, N., Wobus, A.M. 2004. High frequency electromagnetic fields (GSM signals) affect gene expression levels in tumor suppressor p53-deficient embryonic stem cells, Bioelectromagnetics 25 (2004) p296–307.

Goodman R, Henderson AS. 1988. Exposure of salivary gland cells to low frequency electromagnetic fields alters polypeptide synthesis. Proceedings of the National Academy of Science (US) 85:3928–3932.

Goodman, R. & Blank, M. 1998. Magnetic field stress induces expression of hsp70, Cell Stress Chaperones 3 (1998) 79–88.

Johnson, D.L. & Johnson, S.A.S. 2008. RNA metabolism and oncogenesis, Science 320 (2008) 461–462.

Lin H, Blank M, Rossol-Haseroth K, Goodman R. 2001. Regulating genes with electromagnetic response elements. Journal of Cell Biochemistry 81:143–148.

Lin, H, Blank M, Head M, Goodman R. 1999. Magnetic fieldresponsive domain in the human HSP70 promoter. Journal of Cell Biochemistry 75:170–176.

Martin B., & Goodman, R. 2009. DNA is a fractal antenna in electromagnetic fields. Int. J. Radiat. Biol., Vol. 87, No. 4, April 2011, pp. 409–415

Martin B., & Goodman, R. 2009. Electromagnetic fields stress living cells. Pathophysiology 16 (2009) 71–78

Slinker JD, Muren NB, Renfrew SE, Barton JK. 2011. DNA charge transport over 34 nm.Nat Chem. 2011 Mar;3(3):228-33.

de Pomerai, D.I., Daniells, C., David, H., Allan, J., Duce, I., Mutwakil, M., Thomas, D., Sewell, P., Tattersall, J., Jones, D. 2000. Non-thermal heat-shock response to microwaves, Nature 6785 (2000) p417–418.

Referencemateriale for kapitel 3 - Genotoksiske virkninger

Adlkofer, Franz. 2004. Risk Evaluation of Potential Environmental Hazards From Low Frequency Electromagnetic Field Exposure Using Sensitive in vitro Methods. (REFLEX) European Union: Quality of Life and Management of Living Resources

Adlkofer, Franz. 2009. Presentation at the International EMF Conference, Starvanger, Norway, Nov 17 2009.

Adlkofer, Franz. 2011. Forelæsning på Harvard. URL: http://www.law.harvard.edu/news/2011/11/18_safra-center-cellphone-radiation-corruption.html

Arbejdstilsynet. 2002. At-vejledning D.6.1.1. URL: https://arbejdstilsynet.dk/da/regler/at-vejledninger-mv/arbejdets-udforelse/d-6-1-1-ikke-ioniserende-straling.aspx

Atasoy HI, Gunal MY, Atasoy P, Elgun S, Bugdayci G. 2012. Immunohistopathologic demonstration of deleterious effects on growing rat testes of radiofrequency waves emitted from conventional Wi-Fi devices. J Pediatr Urol. 2013 Apr;9(2):223-9

Atlı Şekeroğlu Z, Akar A, Sekeroğlu V. Evaluation of the cytogenotoxic damage in immature and mature rats exposed to 900 MHz radio frequency electromagnetic fields. Int J Radiat Biol. 89(11):985-992, 2013.

Avendaño C, Mata A, Sanchez Sarmiento CA, Doncel GF. 2012. Use of laptop computers connected to internet through Wi-Fi decreases human sperm motility and increases sperm DNA fragmentation. FertilSteril 97:39-45, 2012.

Belyaev IY, Markovà E, Hillert L, Malmgren LO, Persson BR. 2009. Microwaves from UMTS/GSM mobile phones induce long-lasting inhibition of 53BP1/gamma-H2AX DNA repair foci in human lymphocytes. Bioelectromagnetics 30:129-41, 2009.

Campisi A, Gulino M, Acquaviva R, Bellia P, Raciti G, Grasso R, Musumeci F, Vanella A, Triglia A. 2010. Reactive oxygen species levels and DNA fragmentation on astrocytes in primary culture after acute exposure to low intensity microwave electromagnetic field. Neurosci Lett 473:52-55.

Chavdoula ED, Panagopoulos DJ, Margaritis LH. 2010. Comparison of biological effects between continuous and intermittent exposure to GSM-900-MHz mobile phone radiation: detection of apoptotic cell-death features. Mutat Res 700:51-61, 2010.

Deshmukh PS, Megha K, Banerjee BD, Ahmed RS, Chandna S, Abegaonkar MP, Tripathi AK. 2013. Detection of low level microwave radiation induced deoxyribonucleic acid damage vis-à-vis genotoxicity in brain of fischer rats. Toxicol Int 2013;20:19-24

Esmekaya MA, Aytekin E, Ozgur E, Güler G, Ergun MA, Omeroğlu S, Seyhan N. 2011. Mutagenic and morphologic impacts of 1.8GHz radiofrequency radiation on human peripheral blood lymphocytes (hPBLs) and possible protective role of pre-treatment with Ginkgo biloba (EGb 761). Sci Total Environ. 410-411:59-64, 2011.

Franzellitti S, Valbonesi P, Ciancaglini N, Biondi C, Contin A, Bersani F, Fabbri E. 2010. Transient DNA damage induced by high-frequency electromagnetic fields (GSM 1.8 GHz) in the human trophoblast HTR-8/SVneo cell line evaluated with the alkaline comet assay. Mutat Res 683(1-2):35-42,

Gajski G, Garaj-Vrhovac V. 2009. Radioprotective effects of honeybee venom (Apismellifera) against 915-MHz microwave radiation-induced DNA damage in wistar rat lymphocytes: in vitro study. Int J Toxicol 28:88-98, 2009.

Gandhi G, Anita, 2005. Genetic damage in mobile phone users: some preliminary findings. Ind J Hum Genet 11:99-104, 2005.

Gandhi G, Singh P. 2005. Cytogenetic damage in mobile phone users: preliminary data. Int J Hum Genet 5:259-265, 2005.

Garaj-Vrhovac V, Gajski G, Pažanin S, Sarolić A, Domijan AM, Flajs D, Peraica M. 2011. Assessment of cytogenetic damage and oxidative stress in personnel occupationally exposed to the pulsed microwave radiation of marine radar equipment. International Journal of Hygiene and Environmental Health, Jan 2011;214(1):59-65

Garaj-Vrhovac V, Horvat D, Koren Z. 1991. The relationship between colony-forming ability, chromosome aberrations and incidence of micronuclei in V79 Chinese hamster cells exposed to microwave radiation. Mutation Research, July 1991, 263(3):143-9.

Garaj-Vrhovac V. 1999. Micronucleus assay and lymphocyte mitotic activity in risk assessment of occupational exposure to microwave radiation.Chemosphere, Dec 1999;39(13):2301-12.

Garaj-Vrhovac, V., and Fucic, A., 1993: "The rate of elimination of chromosomal aberrations after accidental exposure to microwave radiation". Bioelectrochemistry and Bioenergetics, 30:319-325.

Garaj-Vrhovac, Vera .2009. Assessment of DNA sensitivity in peripheral blood leukocytes after occupational exposure to microwave radiation: the alkaline comet assay and chromatid breakage assay. Cell Biology and Toxicology, February 2009, Volume 25, Issue 1, pp 33-43

Gerner C, Haudek V, Schandl U, Bayer E, Gundacker N, Hutter HP, Mosgoeller W. 2010. Increased protein synthesis by cells exposed to a 1,800-MHz radio-frequency mobile phone electromagnetic field, detected by proteome profiling. Int Arch Occup Environ Health. 2010 Aug;83(6):691-702.

Giorgi G, Marcantonio P, Bersani F, Gavoçi E, Del Re B. 2011. Effect of extremely low frequency magnetic field exposure on DNA transposition in relation to frequency, wave shape and exposure time. Int J Radiat Biol. 87(6):601-608, 2011.

Hekmat A, Saboury AA, Moosavi-Movahedi AA. 2013. The toxic effects of mobile phone radiofrequency (940MHz) on the structure of calf thymus DNA. Ecotoxicol Environ Saf. 2013 Feb;88:35-41.

Jiang B, Nie J, Zhou Z, Zhang J, Tong J, Cao Y. 2012. Adaptive response in mice exposed to 900 MHz radiofrequency fields: primary DNA damage. PLoS One. 7(2):e32040, 2012.

Kim J, Yoon Y, Yun S, Park GS, Lee HJ, Song K. 2012. Time-varying magnetic fields of 60 Hz at 7 mT induce DNA double-strand breaks and activate DNA damage checkpoints without apoptosis. Bioelectromagnetics. 33(5):383-393, 2012.

Lai H, Singh NP. 1997. Melatonin and a spin-trap compound block radiofrequency electromagnetic radiation-induced DNA strand breaks in rat brain cells. Bioelectromagnetics. 1997;18(6):446-54.

Lai H, Singh NP. 1997a. Acute exposure to a 60 Hz magnetic field increases DNA strand breaks in rat brain cells. Bioelectromagnetics. 1997;18(2):156-65.

Lai H, Singh NP. 1997b. Melatonin and N-tert-butyl-alpha-phenylnitrone block 60-Hz magnetic field-induced

DNA single and double strand breaks in rat brain cells. J Pineal Res. 1997 Apr;22(3):152-62.

Lai H, Singh NP. 2004. Magnetic-field-induced DNA strand breaks in brain cells of the rat. Environ Health Perspect. 2004 May;112(6):687-94.

Lai H, Singh NP., 1995. Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells. Bioelectromagnetics. 1995;16(3):207-10.

Lai, Henry. 1996. Single-and double-strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation. Int J Radiat Biol. 1996 Apr;69(4):513-21.

Liu C, Gao P, Xu SC, Wang Y, Chen CH, He MD, Yu ZP, Zhang L, Zhou Z. 2013. Mobile phone radiation induces mode-dependent DNA damage in a mouse spermatocyte-derived cell line: a protective role of melatonin. Int J Radiat Biol. 2013 Nov;89(11):993-1001

Lodish, Harvey, et al. 2007. Molecular Cell Biology. W.H.Freeman and Company.

López-Martín E, Bregains J, Relova-Quinteiro JL, Cadarso-Suárez C, Jorge-Barreiro FJ, Ares Pena FJ. 2009. The action of pulse-modulated GSM radiation increases regional changes in brain activity and c-Fos expression in cortical and subcortical areas in a rat model of picrotoxin-induced seizure proneness. J Neurosci Res. 87(6):1484-1499, 2009.

Nittby H, Widegren B, Krogh M, Grafström G, Berlin H, Rehn G, Eberhardt JL, Malmgren L, Persson BRR, Salford L. 2008. Exposure to radiation from global system for mobile communications at 1,800 MHz significantly changes gene expression in rat hippocampus and cortex. Environmentalist 28(4), 458-465, 2008.

Nylund R, Leszczynski D. 2006. Mobile phone radiation causes changes in gene and protein expression in human endothelial cell lines and the response seems to be genome- and proteome-dependent. Proteomics 6:4769-4780, 2006.

Nylund, R., Kuster, N., Leszczynski, D., 2010. Analysis of proteome response to the mobile phone radiation in two types of human primary endothelial cells. Proteome Science, 2010, 8:52

Panagopoulos DJ, Chavdoula ED, Nezis IP, Margaritis LH. 2007. Cell death induced by GSM 900-MHz and DCS 1800-MHz mobile telephony radiation. Mutat Res 626:69-78, 2007.

Panagopoulos, D.J., Karabarbounis, A., Margaritis, L.H., 2004. Effect of GSM 900-MHz mobile phone radiation on the reproductive capacity of D. melanogaster, Electromagn. Biol Med 23 (2004) 29-43.

Panagopoulos, D.J., Messini, N., Karabarbounis, A., Philippetis, A.L., Margaritis, L.H., 2000. Radio frequency electromagnetic radiation within "safety levels" alters the physiological function of insects, in: P. Kostarakis, P. Stavroulakis (Eds.), Proceedings of the Millennium International Workshop on Biological Effects of Electromagnetic Fields, Heraklion, Crete, Greece, October 17-20, 2000, pp. 169-175, ISBN: 960-86733-0-5;

Paulraj R, Behari J. 2006. Single strand DNA breaks in rat brain cells exposed to microwave radiation. Mutat Res 596:76-80, 2006.

Sage C., 2015. The implications of non-linear biological oscillations on human electrophysiology for electrohypersensitivity (EHS) and multiple chemical sensitivity (MCS). Rev Environ Health. 2015 Sep 12. doi: 10.1515/reveh-2015-0007. [Epub ahead of print]

Sekeroğlu V, Akar A, Sekeroğlu ZA. 2012. Cytotoxic and genotoxic effects of high-frequency electromagnetic fields (GSM 1800 MHz) on immature and mature rats. Ecotoxicol Environ Saf. 80:140-144, 2012.

Tkalec M, Stambuk A, Srut M, Malarić K, Klobučar GI. Oxidative and genotoxic effects of 900MHz electromagnetic fields in the earthworm Eisenia fetida. Ecotoxicol Environ Saf. 90:7-12, 2013.

Valbonesi P, Franzellitti S, Bersani F, Contin A, Fabbri E. 2014. Effects of the exposure to intermittent 1.8 GHz radio frequency electromagnetic fields on HSP70 expression and MAPK signaling pathways in PC12 cells. Int J Radiat Biol. 2014 May;90(5):382-91

Wu W, Yao K, Wang KJ, Lu DQ, He JL, Xu LH, Sun WJ. 2008. [Blocking 1800 MHz mobile phone radiation-induced reactive oxygen species production and DNA damage in lens epithelial cells by noise magnetic fields.] Zhejiang Da XueXueBao Yi Xue Ban 37:34-38, 2008.

Xu S, Chen G, Chen C, Sun C, Zhang D, Murbach M, Kuster N, Zeng Q, Xu Z. 2013. Cell Type-Dependent Induction of DNA Damage by 1800 MHz Radiofrequency Electromagnetic Fields Does Not Result in Significant Cellular Dysfunctions. PLoS One. 8(1):e54906, 2013.

Yao K, Wu W, Wang K, Ni S, Ye P, Yu Y, Ye J, Sun L. 2008. Electromagnetic noise inhibits radiofrequency radiation-induced DNA damage and reactive oxygen species increase in human lens epithelial cells. Mol Vis 14:964-969, 2008.

Zeni, O.; Sannino, A.; Romeo, S.; Massa, R.; Sarti, M.; Reddy, A.B.; Prihoda, T.J.; Vijayalaxmi; Scarfi, M.R. 2012. Induction of an adaptive response in human blood lymphocytes exposed to radiofrequency fields: Influence of the universal mobile telecommunication system (UMTS) signal and the specific absorption rate. Mutat. Res. 2012, 747, 29–35.

Zhang SZ, Yao GD, Lu DQ, Chiang H, Xu ZP. 2008. [Effect of 1.8 GHz radiofrequency electromagnetic fields on gene expression of rat neurons]. Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi. 26(8):449-452, 2008.

Zhao R, Zhang S, Xu Z, Ju L, Lu D, Yao G. 2007. Studying gene expression profile of rat neuron exposed to 1800MHz radiofrequency electromagnetic fields with cDNA microassay. Toxicology 235:167-175, 2007.

d'Ambrosio G, Massa R, Scarfi MR, Zeni O. 2002. Cytogenetic damage in human lymphocytes following GMSK phase modulated microwave exposure. Bioelectromagnetics. 2002 Jan;23(1):7-13.

Referencemateriale for kapitel 4 - Carcinogene virkninger

Carlberg, M., & Hardell, L., 2014. Decreased survival of glioma patients with astrocytoma grade IV(glioblastoma multiforme) associated with long-term use of mobile and cordless phones. International Journal of Environmental Research and Public Health, 11(10), 10790–10805.

Coureau, G., Bouvier, G., Lebailly, P., Fabbro-Peray, P., Gruber, A., Leffondre, K., Baldi, I. 2014. Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study. Occupational and Environmental Medicine, 71(7), 514–522.

Davis, D. L., Kesari, S., Soskolne, C. L., Miller, A. B., & Stein, Y. (2013). Swedish review strengthens grounds for concluding that radiation from cellular and cordless phones is a probable human carcinogen. Pathophysiology: The Official Journal of the International Society for Pathophysiology / ISP, 20(2), 123–129.

Hallberg, Örjan; Johansson, Olle. 2013. Increasing Melanoma—Too Many Skin Cell Damages or Too Few Repairs? Cancers 2013, 5, 184-204;

Hardell L, Carlberg M. 2015. Mobile phone and cordless phone use and the risk for glioma - Analysis of pooled case-control studies in Sweden, 1997-2003 and 2007-2009. Pathophysiology. 2015 Mar;22(1):1-13.

Hardell, L., Carlberg, M. 2013. Using the Hill viewpoints from 1965 for evaluating strengths of evidence of the risk for brain tumors associated with use of mobile and cordless phones. Reviews on Environmental Health, 28(2-3), 97–106.

Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, Hansson Mild K. 2013. Case - control study of the association between malignant brain tumours diagnosed between 2007 and 2009 and mobile and co rdless phone use. International Journal of Oncology . 2013; 43 : 1833 - 45

Hardell, L., Carlberg, M., & Hansson-Mild, K. 2013. Use of mobile phones and cordless phones is associated with increased risk for glioma and acoustic neuroma. Pathophysiology, 20(2), 85–110.

Hardell, Lennart., Carlberg, Michael. 2013. Using the Hill viewpoints from 1965 for evaluating strengths of evidence of the risk for brain tumors associated with use of mobile and cordless phones. Reviews on Environmental Health, Volume 28, Issue 2-3 (Nov 2013)

Hardell, Lennart; Carlberg, Michael. 2015. "Increasing Rates of Brain Tumours in the Swedish National Inpatient Register and the Causes of Death Register." Int. J. Environ. Res. Public Health 12, no. 4: 3793-3813.

IARC, (2011), "IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol 102. Non-ionizing radiation, part II: radiofrequency electromagnetic fields". International Agency for Research on Cancer, Lyon, Frankrig

Kundi, Michael. 2009b. The Controversy about a Possible Relationship between Mobile Phone Use and Cancer. Environmental Health Perspectives, volume 117, number 3, March 2009

Lerchl, Alexander; Klose, Melanie, Grote, Karen; Wilhelm, Adalbert F.X.; Spathmann, Oliver; Fiedler, Thomas; Streckert, Joachim; Hansen, Volkert; Clemens, Markus. 2015. Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans. Biochemical and Biophysical Research Communications, Available online 6 March 2015, ISSN 0006-291X, http://dx.doi.org/10.1016/j.bbrc.2015.02.151.

Morgan, L. Lloyd; Miller, Anthony B.; Sasco, Annie; Davis, Devra Lee. 2015. Mobile phone radiation causes brain tumors and should be classified as a probable human carcinogen (2A) (Review). International Journal of Oncology, May 2015, Volume 46 Issue 5, pp 1865-1871

Oxman AD, Lavis JN, Fretheim A. 2007. Use of evidence in WHO recommendations. Lancet. 2007 Jun 2;369(9576):1883-9.

Statens Serum Institut. 2012. Cancerregisteret. Tal og analyse. Statens Serum Institut, URL: http://www.ssi.dk/Aktuelt/Nyheder/2013/~/media/Indhold/DK%20-%20dansk/Sundhedsdata%20og%20it/NSF/Registre/Cancerregisteret/Cancerregisteret%202012.ashx

Tillmann T, Ernst H, Streckert J, Zhou Y, Taugner F, Hansen V, Dasenbrock C. 2010. Indication of cocarcinogenic potential of chronic UMTS-modulated radiofrequency exposure in an ethylnitrosourea mouse model. Int J Radiat Biol. 2010 Jul;86(7):529-41

Vela, et al., (1979), "Mechanism of lethal action of 2450 MHz radiation on microorganisms." Applied and Environ. Microbiol. 37: 550-553.

WHO. 2011. WHO Report on the Global Tobacco Epidemic, 2011. Geneva: World Health Organization, 201

West, J. G., Kapoor, N. S., Liao, S.-Y., Chen, J. W., Bailey, L., & Nagourney, R. A., 2013. Multifocal breast cancer in young women with prolonged contact between their breasts and their cellular phones. Case Reports in Medicine, Volume 2013, Article ID 354682, p1-5

Referencemateriale for kapitel 5 - Virkninger på blod-hjerne-barrieren

Albert, E. N., Kerns, J. M. (1981). Reversible microwave effects on the BBB. Brain Res. 230:153–164.

Hassel B, Iversen E, Fonnum F. 1994. Neurotoxicity of albumin in-vivo. Neuroscience Letters 167:29–32.

Leszczynski, D., Joenväärä, S., Reivinen, J., Kuokka, R. 2002. Non-thermal activation of the hsp27/p38MAPK stress pathway by mobile phone radiation in human endothelial cells: molecular mechanisms for cancer- and BBB-related effects. Differentiation 70:120–129

Nittby H, Grafström G, Salford LG. 2008. Radiofrequency and extremely low-frequency electromagnetic field effects on the blood-brain barrier, Electromagn Biol Med, 2008;27:103-26

Oscar K, Hawkins T. 1977. Microwave alteration of the blood-brain barrier system of rats. Brain Res 126:281–293.

Oscar KJ, Hawkins TD. 1977. Microwave alteration of the blood-brain barrier system of rats. Brain Res. 1977 May 6;126(2):281-93.

Persson B, Salford L, Brun A. 1997. Blood-brain barrier permeability in rats exposed to electromagnetic fields used in wireless communication. Wireless Networks 3:455–461.

Prato, F. S., Frappier, R. H., et al. (1990). Magnetic resonance imaging increases the BBB permeability to 153-gadolinium diethylenetriaminepentaacetic acid in rats. Brain Res. 523:301–304.

Salford, Leif., Brun, Arne., Eberhardt, Jacob. & Persson, Bertil. 1993. Permeability of the blood-brain barrier induced by 915 MHz electromagnetic radiation, continuous wave and modulated at 8, 16, 50 and 200 Hz. Bioelectrochemistry and Bioenergetics, 30 (1993) 293-301

Salford, Leif., Brun, Arne., Eberhardt, Jacob., Malmgren, Lars., & Persson, Bertil. 2003. Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. Environmental Health Perspectives, VOLUME 111 | NUMBER 7 | June 2003

Salford, Leif., Brun, Arne., Eberhardt, Jacob., Malmgren, Lars., & Persson, Bertil. 2008 Blood-brain barrier permeability and nerve cell damage in rat brain 14 and 28 days after exposure to microwaves from GSM mobile phones. Electromagn Biol Med. 2008;27(3):215-29

Schirmacher A., Winters S., Fischer S., Goeke J., Galla H.J., Kullnick U., Ringelstein E.B., Stögbauer F. 2000. Electromagnetic fields (1.8 GHz) increase the permeability to sucrose of the blood-brain barrier in vitro. Bioelectromagnetics. 2000 Jul;21(5):338-45.

Referencemateriale for kapitel 6 - Fertilitetsskadende virkninger

Agarwal A, Deepinder F, Sharma RK, Ranga G, Li J. 2008. Effect of cell phone usage on semen analysis in men attending infertility clinic: an observational study. Fertil Steril. 2008 Jan;89(1):124-8.

Agarwal A, Desai NR, Makker K, Varghese A, Mouradi R, Sabanegh E, Sharma R (2009) Effects of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMW) from cellular phones on human ejaculated semen: an in vitro pilot study. Fertil Steril 92(4):1318–1325

Aitken RJ, Bennetts LE, Sawyer D, Wiklendt AM, King BV. 2005. Impact of radio frequency electromagnetic radiation on DNA integrity in the male germline. Int J Androl. 2005 Jun;28(3):171-9.

Danmarks Statistik, 2014. www.dst.dk/nytudg/18866

Dasdag S, Ketani MA, Akdag Z, Ersay AR, Sari I, Demirtas OC, Celik MS. 1999. Whole-body microwave exposure emitted by cellular phones and testicular function of rats. Urol Res. 1999 Jun;27(3):219-23.

Fejes I, Závaczki Z, Szöllosi J, Koloszár S, Daru J, Kovács L, Pál A. 2005. Is there a relationship between cell phone use and semen quality?. Arch Androl. 2005 Sep-Oct;51(5):385-93.

Forgács Z, Kubinyi G, Sinay G, Bakos J, Hudák A, Surján A, Révész C, Thuróczy G. 2005. Effects of 1800 MHz GSM-like exposure on the gonadal function and hematological parameters of male mice. Magy Onkol. 2005;49(2):149-51.

Gorpinchenko, Igor; Nikitin, Oleg; Banyra, Oleg; Shulyak, Alexander. 2014. The influence of direct mobile phone radiation on sperm quality.Central European journal of urology, 67,1, p65 -

Grundler, W., Kaiser, F., Keilmann, F., Walleczek, J. (1992). Mechanisms of electromagnetic interaction with cellular systems. Naturwissenschaften 79(12):551 –559.

Kesari, K. K., Kumar, S., Behari, J. (2011a). 900-MHz microwave radiation promotes oxidation in rat brain. Electromagn. Biol. Med. 30(4):219– 234.

Kesari, K. K., Kumar, S., Behari, J. (2011a). 900-MHz microwave radiation promotes oxidation in rat brain. Electromagn. Biol. Med. 30(4):219– 234.

Kesari, K. K., Kumar, S., Behari, J. (2011b). Effects of radiofrequency electromagnetic waves exposure from cellular phone on reproductive pattern in male Wistar rats. Appl. Biochem. Biotechnol. 164:546– 559.

Kesari, K.K.; Behari, J. 2008. Effect of mobile phone radiation exposure on reproductive system of male rats, IEEE2008, 564 – 567.

Kumar S, Kesari KK, Behari J. 2011. Influence of microwave exposure on fertility of male rats. Fertil Steril. 2011 Mar 15;95(4):1500-2

Kumar, Kesari & Behari, Jitendra, 2012. Evidence for mobile phone radiation exposure effects on reproductive pattern of male rats: Role of ROS. Electromagnetic biology and medicine (1536-8378), 31 (3), p. 213.

Meo SA, Al-Drees AM, Husain S, Khan MM, Imran MB (2010) Effects of mobile phone radiation on serum testosterone in Wistar albino rats. Saudi Med J 30(8):869–873

Wdowiak A, Wdowiak L, Wiktor H (2007) Evaluation of the effect of using mobile phones on male fertility. Ann Agric Environ Med 14(1):169–172

Yan JG, Agresti M, Bruce T, Yan YH, Granlund A, Matloub HS. 2007. Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats.Fertil Steril. 2007 Oct;88(4):957-64.

Özorak, Alper., Nazıroğlu, Mustafa., Çelik, Ömer., Yüksel, Murat., Özçelik, Derviş., Özkaya, Mehmet Okan., Çetin, Hasan., Kahya, Mehmet Cemal & Kose, Seyit Ali. 2013. Wi-Fi (2.45 GHz)- and Mobile Phone (900 and 1800 MHz)-Induced Risks on Oxidative Stress and Elements in Kidney and Testis of Rats During Pregnancy and the Development of Offspring. Biol Trace Elem Res (2013) 156:221–229

Referencemateriale for kapitel 7 - Mastestuider

Abdel-Rassoul G, El-Fateh OA, Salem MA, Michael A, Farahat F, El-Batanouny M, Salem E. 2007. Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. Neurotoxicology. 2007 Mar;28(2):434-40

Altpeter ES, Röösli M, Battaglia M, Pfluger D, Minder CE, Abelin T. 2006. Effect of short-wave (6-22 MHz) magnetic fields on sleep quality and melatonin cycle in humans: the Schwarzenburg shut-down study. Bioelectromagnetics. 2006 Feb;27(2):142-50.

Dode AC, Leão MM, Tejo Fde A, Gomes AC, Dode DC, Dode MC, Moreira CW, Condessa VA, Albinatti C, Caiaffa WT. 2011. Mortality by neoplasia and cellular telephone base stations in the Belo Horizonte municipality, Minas Gerais state, Brazil. Science of the Total Environment, Volume 409, Issue 19, 1 September 2011, Pages 3649–3665

Eger H, Hagen KU, Lucas B, Vogel P, Voit H. 2004. Einfluss der raumlichen nahe von mobilfunksendeanlagen auf die krebsinzidenz. Umwelt-Medizin-Gesellschaft. 2004;17:326-332.

Eger, H., Jahn, M., 2010. Spezifische Symptome und Mobilfunkstrahlung in Selbitz (Bayern) – Evidenz für eine Dosiswirkungsbeziehung, umwelt · medizin · gesellschaft, 23, 2 (2010), 130-139.

Gandhi G, Kaur G, Nisar U. 2014. A cross-sectional case control study on genetic damage in individuals residing in the vicinity of a mobile phone base station. Electromagn Biol Med. 2014 Jul 9:1-11. [Epub ahead of print]

Khurana VG, Hardell L, Everaert J, et al. 2010. Epidemiological evidence for a health risk from mobile phone base stations. Int J Occup Environ Health 2010;16:263–7.

Kundi, Michael; Hutter, Hans-Peter. 2009a. Mobile phone base stations—Effects on wellbeing and health. Pathophysiology 16 (2009) 123–135

Navarro, E.A., J. Segura, M. Portoles, C. G-P de Mateo. 2003. The Microwave Syndrome: A Preliminary Study in Spain. Electromagnetic Biology & Medicine Vol. 22 (2):161-169.

Santini, R., Santini, P., Seigne, M., Danze, J.M., 2001. Symptômes exprimés pardes riverains de stations relais de téléphonie mobile. La Presse Medicale, 3 novembre, 2001 /30/No 32, pp1594-

Shinjyo, Tetsuharu; Shinjyo, Akemi. 2014. Signifikanter Rückgang klinischer Symptome nach Senderabbau – eine Interventionsstudie. umwelt · medizin · gesellschaft | 27 | 4/2014

Wolf R, Wolf D. 2004. Increased incidence of cancer near a cell-phone transmitter station. Int J Cancer Prev. 2004;1:123-128.

Referencemateriale for kapitel 8 - EHS

Abdel-Rassoul G, Abou El-Fateh O, Abou Salem M, et al. 2007. Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. Neurotox. 2007; 28(2): 434-440.

Aldad, T.S., Gan, G., Gao, X-B., & Taylora, H.S., 2012. Fetal Radiofrequency Radiation Exposure From 800-1900 Mhz-Rated Cellular Telephones Affects Neurodevelopment and Behavior in Mice. Sci Rep. 2012; 2: 312.

Andrzejak R, Poreba R, Poreba M, Derkacz A, Skalik R, Gac P, Beck B, Steinmetz-Beck A, Pilecki W. 2008. The influence of the call with a mobile phone on heart rate variability parameters in healthy volunteers. Ind Health. 2008 Aug;46(4):409-17.

Augner C, Hacker GW, Oberfeld G, Florian M, Hitzl W, Hutter J, Pauser G., 2010. Effects of exposure to GSM mobile phone base station signals on salivary cortisol, alpha-amylase, and immunoglobulin A. Biomed Environ Sci. 2010 Jun;23(3):199-207

Balmori A, Hallberg O. 2007. The urban decline of the house sparrow (Passer domesticus): a possible link with electromagnetic radiation. Electromagn Biol Med. 2007;26(2):141-51.

Balmori A. 2010. Mobile phone mast effects on common frog (Rana temporaria) tadpoles: the city turned into a laboratory. Electromagn Biol Med. 2010 Jun;29(1-2):31-5

Belpomme, Dominique, 2014. Electrosensitivity a Pre-Alzheimer's State? URL: http://electromagnetichealth.org/electromagnetic-health-blog/electrosensitivity-a-pre-alzheimers-state/

Bin Lv, Zhiye Chen, Tongning Wu, Qing Shao, Duo Yan, Lin Ma, Ke Lu, Yi Xie. 2014. The alteration of spontaneous low frequency oscillations caused by acute electromagnetic fields exposure. Clinical Neurophysiology 125 (2014) 277–286

Buchner, Klaus & Eger, Horst. 2011. Veränderung klinisch bedeutsamer Neurotransmitter unter dem Einfluss modulierter hochfrequenter Felder - Eine Langzeiterhebung unter lebensnahen Bedingungen. Uwelt Medizin Gesellschaft 2011; 24(1): 44-57

Cammaerts MC, Johansson O., 2014. Ants can be used as bio-indicators to reveal biological effects of electromagnetic waves from some wireless apparatus. Electromagn Biol Med. 2014 Dec;33(4):282-8.

Chiu CT, Chang YH, Chen CC, Ko MC, Li CY., 2014. Mobile phone use and health symptoms in children. J Formos Med Assoc. 2014 Aug 9. pii: S0929-6646(14)00207-1. [Epub ahead of print]

De Luca C, Thai JC, Raskovic D, Cesareo E, Caccamo D, Trukhanov A, Korkina L. 2014. Metabolic and genetic screening of electromagnetic hypersensitive subjects as a feasible tool for diagnostics and intervention. Mediators Inflamm. 2014;2014:924184. Epub 2014 Apr 9.

De-Kun Li, MD, PhD; Hong Chen, MPH; Roxana Odouli, MSPH. 2011. Maternal Exposure to Magnetic Fields During Pregnancy in Relation to the Risk of Asthma in Offspring. Arch Pediatr Adolesc Med. 2011;165(10):945-950.

Del Vecchio G, Giuliani A, Fernandez M, Mesirca P, Bersani F, Pinto R, Ardoino L, Lovisolo GA, Giardino L, Calzà L. 2009. Continuous exposure to 900MHz GSM-modulated EMF alters morphological maturation of neural cells. Neurosci Lett. 2009 May 22;455(3):173-

Deshmukh PS, Banerjee BD, Abegaonkar MP, Megha K, Ahmed RS, Tripathi AK, Mediratta PK. 2013. Effect of low level microwave radiation exposure on cognitive function and oxidative stress in rats. Indian J Biochem Biophys. 2013 Apr;50(2):114-9.

Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J. 2012. Cell phone use and behavioural problems in young children. J Epidemiol Community Health. 2012 Jun;66(6):524-9

Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J., 2008. Prenatal and postnatal exposure to cell phone use and behavioral problems in children. Epidemiology. 2008 Jul;19(4):523-9.

Eskander EF, Estefan SF, Abd-Rabou AA., 2012. How does long term exposure to base stations and mobile phones affect human hormone profiles? Clin Biochem. 2012 Jan;45(1-2):157-61.

Everaert J, Bauwens D. 2007. A possible effect of electromagnetic radiation from mobile phone base stations on

the number of breeding house sparrows (Passer domesticus). Electromagn Biol Med. 2007;26(1):63-72.

Fragopoulou AF, Miltiadous P, Stamatakis A, Stylianopoulou F, Koussoulakos SL, Margaritis LH. 2010. Whole body exposure with GSM 900MHz affects spatial memory in mice. Pathophysiology. 2010 Jun;17(3):179-87.

Gómez-Perretta C1, Navarro EA, Segura J, Portolés M., 2013. Subjective symptoms related to GSM radiation from mobile phone base stations: a cross-sectional study. BMJ Open. 2013 Dec 30;3(12):e003836.

Hagström M, Auranen J, Ekman R., 2013. Electromagnetic hypersensitive Finns: Symptoms, perceived sources and treatments, a questionnaire study. Pathophysiology. 2013 Apr;20(2):117-22.

Hallberg Ö, Johansson O. 2005. Alzheimer mortality - why does it increase so fast in sparsely populated areas?. European Biology and Bioelectromagnetics. 2005; 1: 225-246.

Hallberg, Oerjan; Oberfeld, Gerd., 2006. Do we all become electrosensitive? Electromagnetic Biology and Medicine, 25: 189-191, 2006

Havas M, Marrongelle J. 2013. Replication of heart rate variability (HRV) provocation study with 2.4 GHz cordless phone. Electromagn Biol Med 2013;32:1–14.

Havas M., 2013. Radiation from wireless technology affects the blood, the heart, and the autonomic nervous system. Rev Environ Health. 2013;28(2-3):75-84

Hedendahl, Lena; Carlberg, Michael; Hardell, Lennart. 2015. Electromagnetic hypersensitivity – an increasing challenge to the medical profession. Reviews on Environmental Health. Epub. DOI: 10.1515/reveh-2015-0012, September 2015.

Hillert L, Akerstedt T, Lowden A, Wiholm C, Kuster N, Ebert S, Boutry C, Moffat SD, Berg M, Arnetz BB. 2008. The effects of 884 MHz GSM wireless communication signals on headache and other symptoms: an experimental provocation study. Bioelectromagnetics. 2008 Apr;29(3):185-9

Hutter HP, Moshammer H, Wallner P, Kundi M. 2006. Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. Occup. Environ. Med. 2006; 63: 307-313.

Håkansson N, Gustavsson P, Johansen C, Floderus B. 2003. Neurodegenerative diseases in welders and other workers exposed to high levels of magnetic fields. Epidemiology. 2003 Jul;14(4):420-6; discussion 427-8.

Ikeda K, Nakamura K., 2014. Association between mobile phone use and depressed mood in Japanese adolescents: a cross-sectional study. Environ Health Prev Med. 2014 May;19(3):187-93.

Jiang DP, Li J, Zhang J, Xu SL, Kuang F, Lang HY, Wang YF, An GZ, Li JH, Guo GZ. 2013. Electromagnetic pulse exposure induces overexpression of beta amyloid protein in rats. Arch Med Res. 2013 Apr;44(3):178-84.

Kato Y, Johansson O., 2012. Reported functional impairments of electrohypersensitive Japanese: A questionnaire survey. Pathophysiology. 2012 Apr;19(2):95-100.

Khadrawy, Yasser A., Ahmed, N. A., Aboulezz, H. S., Radwan, N. M. 2009. Effect of electromagnetic radiation

from mobile phone on the levels of cortical amino acid neurotransmitters in adult and young rats. Romanian J. Biophys. , vol. 19 , issue 4, pp. 295–305., 2009.

Khamidova, Gulzoda M., 2014. The Influence of Radiofrequency Electromagnetic Radiation on the Platelet Aggregation. International Journal of BioMedicine 4(3) (2014) 155-158

Khorseva NI, Grigor'ev IuG, Gorbunova NV. 2011. Psychophysiological indicators for children using mobile phones. Communication 2. Results of four-year monitoring. Radiats Biol Radioecol. 2011 Sep-Oct;51(5):617-23.

Kolodynski AA, Kolodynska VV. 1996. Motor and psychological functions of school children living in the area of the Skrunda Radio Location Station in Latvia. Sci. Total Environ. 1996; 180: 87-93.

Li DK, Ferber JR, Odouli R, Quesenberry Jr CP. A Prospective Study of In-utero Exposure to Magnetic Fields and the Risk of Childhood Obesity. Scientific Reports. 2(540):1-6. Published 27 July 2012.

Lowden A, Akerstedt T, Ingre M, Wiholm C, Hillert L, Kuster N, Nilsson JP, Arnetz B. 2011. Sleep after mobile phone exposure in subjects with mobile phone-related symptoms. Bioelectromagnetics. 2011 Jan;32(1):4-14

Maaroufi K, Had-Aissouni L, Melon C, Sakly M, Abdelmelek H, Poucet B, Save E., 2014. Spatial learning, monoamines and oxidative stress in rats exposed to 900 MHz electromagnetic field in combination with iron overload. Behav Brain Res. 2014 Jan 1;258:80-9

Maby E, Le Bouquin Jeannes R, Faucon G. 2006. Short-term effects of GSM mobiles phones on spectral components of the human electroencephalogram. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2006;1:3751-4.

Maier R, Greter SE, Maier N. 2004. Effects of pulsed electromagnetic fields on cognitive processes - a pilot study on pulsed field interference with cognitive regeneration. Acta Neurol Scand. 2004 Jul;110(1):46-52.

Margaritis LH1, Manta AK, Kokkaliaris KD, Schiza D, Alimisis K, Barkas G, Georgiou E, Giannakopoulou O, Kollia I, Kontogianni G, Kourouzidou A, Myari A, Roumelioti F, Skouroliakou A, Sykioti V, Varda G, Xenos K, Ziomas K., 2014. Drosophila oogenesis as a bio-marker responding to EMF sources. Electromagn Biol Med. 2014 Sep;33(3):165-89.

McCarty DE, Carrubba S, Chesson AL, Frilot C, Gonzalez-Toledo E, Marino AA. 2011. Electromagnetic hypersensitivity: evidence for a novel neurological syndrome. Int J Neurosci. 2011 Dec;121(12):670-6.

Megha K, Deshmukh PS, Banerjee BD, Tripathi AK, Abegaonkar MP., 2012. Microwave radiation induced oxidative stress, cognitive impairment and inflammation in brain of Fischer rats. Indian J Exp Biol. 2012 Dec;50(12):889-96.

Narayanan SN, Kumar RS, Kedage V, Nalini K, Nayak S, Bhat PG. 2014. Evaluation of oxidant stress and antioxidant defense in discrete brain regions of rats exposed to 900 MHz radiation. Bratisl Lek Listy. 2014;115(5):260-6.

Narayanan SN, Kumar RS, Potu BK, Nayak S, Bhat PG, Mailankot M. 2010. Effect of radio-frequency electromagnetic radiations (RF-EMR) on passive avoidance behaviour and hippocampal morphology in Wistar rats. Ups J Med Sci. 2010 May;115(2):91-6.

Nittby H, Grafström G, Tian DP, Malmgren L, Brun A, Persson BR, Salford LG, Eberhardt J., 2008. Cognitive impairment in rats after long-term exposure to GSM-900 mobile phone radiation. Bioelectromagnetics. 2008 Apr;29(3):219-32.

Noonan CW, Reif JS, Yost M, Touchstone J. 2002. Occupational exposure to magnetic fields in case-referent studies of neurodegenerative diseases. Scand J Work Environ Health. 2002 Feb;28(1):42-8.

Noonan CW, Reif JS, Yost M, Touchstone J. 2002. Occupational exposure to magnetic fields in case-referent studies of neurodegenerative diseases. Scand J Work Environ Health. 2002 Feb;28(1):42-8.

Nordin S, Neely G, Olsson D, Sandström M., 2014. Odor and noise intolerance in persons with self-reported electromagnetic hypersensitivity. Int J Environ Res Public Health. 2014 Aug 27;11(9):8794-805.

Ntzouni MP, Skouroliakou A, Kostomitsopoulos N, Margaritis LH., 2013. Transient and cumulative memory impairments induced by GSM 1.8 GHz cell phone signal in a mouse model. Electromagn Biol Med. 2013 Mar;32(1):95-120.

Ntzouni MP, Stamatakis A, Stylianopoulou F, Margaritis LH., 2011. Short-term memory in mice is affected by mobile phone radiation. Pathophysiology. 2011 Jun;18(3):193-9.

Panagopoulos, Dimitris J. & Margaritis, Lukas H. 2008. Mobile Telephony Radiation Effects on Living Organisms. 2008. In: A.C. Harper & R.V. Buress (eds). 2008. Mobile Telephones; Networks, Applications and Performance. Nova Science Publishers, Inc.pp. 107-149

Papageorgiou CC, Hountala CD, Maganioti AE, Kyprianou MA, Rabavilas AD, Papadimitriou GN, Capsalis CN., 2011. Effects of wi-fi signals on the p300 component of event-related potentials during an auditory hayling task. J Integr Neurosci. 2011 Jun;10(2):189-202.

Perentos N, Croft RJ, McKenzie RJ, Cosic I. 2013. The alpha band of the resting electroencephalogram under pulsed and continuous radio frequency exposures. IEEE Trans Biomed Eng. 2013 Jun;60(6):1702-10.

Rea WJ, Pan Y, Fenyves EJ, Sujisawa, Suyama H, Samadi N, Ross GH. 1991. Electromagnetic Field Sensitivity. J Bioelectricity 1991; 10 (1 - 2): 241 - 256

Redmayne M, Johansson O. 2014. Could myelin damage from radiofrequency electromagnetic field exposure help explain the functional impairment electrohypersensitivity? A review of the evidence. J Toxicol Environ Health B Crit Rev. 2014;17(5):247-58.

Regel SJ, Tinguely G, Schuderer J, Adam M, Kuster N, Landolt HP, Achermann P. 2007. Pulsed radio-frequency electromagnetic fields: dose-dependent effects on sleep, the sleep EEG and cognitive performance. J Sleep Res. 2007 Sep;16(3):253-8.

Rezk AY, Abdulqawi K, Mustafa RM, Abo El-Azm TM, Al-Inany H., 2008. Fetal and neonatal responses following maternal exposure to mobile phones. Saudi Med J. 2008 Feb;29(2):218-23.

Santini R, Santini P, Danze JM, et al. 2002. Study of the health of people living in the vicinity of mobile phone

base stations: 1. Influences of distance and sex. Pathol Biol. 2002; 50: 369-373.

Sarapultseva EI, Igolkina JV, Tikhonov VN, Dubrova YE. 2014. The in vivo effects of low-intensity radiofrequency fields on the motor activity of protozoa. Int J Radiat Biol. 2014 Mar;90(3):262-7.

Savitz DA, Loomis DP, Tse CK. 1998. Electrical occupations and neurodegenerative disease: analysis of U.S. mortality data. Arch Environ Health. 1998 Jan-Feb;53(1):71-4.

Schmid MR, Loughran SP, Regel SJ, Murbach M, Bratic Grunauer A, Rusterholz T, Bersagliere A, Kuster N, Achermann P. 2012. Sleep EEG alterations: effects of different pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields. J Sleep Res. 2012 Feb;21(1):50-8.

Schreier N, Huss A, Röösli M., 2006. The prevalence of symptoms attributed to electromagnetic field exposure: a cross-sectional representative survey in Switzerland. Soz Praventivmed. 2006;51(4):202-9.

Schröttner J, Leitgeb N., 2008. Sensitivity to electricity--temporal changes in Austria. BMC Public Health. 2008 Sep 12;8:310.

Shahbazi-Gahrouei D, Karbalae M, Moradi HA, Baradaran-Ghahfarokhi M., 2014. Health effects of living near mobile phone base transceiver station (BTS) antennae: a report from Isfahan, Iran. Electromagn Biol Med. 2014 Sep;33(3):206-10.

Sinha RK. 2008. Chronic non-thermal exposure of modulated 2450 MHz microwave radiation alters thyroid hormones and behavior of male rats. Int J Radiat Biol. 2008 Jun;84(6):505-13.

Suleiman A, Gee TT, Krishnapillai AD, Khalil AM, Hamid MWA, Mustapa M., 2014. Electromagnetic Radiation Health Effects in Exposed and Non-Exposed Residents in Penang. GEP 2014; 2 : 77 - 83

Tuengler A, von Klitzing L., 2013. Hypothesis on how to measure electromagnetic hypersensitivity. Electromagn Biol Med. 2013 Sep;32(3):281-90.

Vangelova K, Deyanov C, Israel M., 2006. Cardiovascular risk in operators under radiofrequency electromagnetic radiation. Int J Hyg Environ Health. 2006 Mar;209(2):133-8.

Vecchio F, Babiloni C, Ferreri F, Buffo P, Cibelli G, Curcio G, van Dijkman S, Melgari JM, Giambattistelli F, Rossini PM. 2010. Mobile phone emission modulates inter-hemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms in elderly compared to young subjects. Clin Neurophysiol. 2010 Feb;121(2):163-71.

Vecchio F, Babiloni C, Ferreri F, Curcio G, Fini R, Del Percio C, Rossini PM. 2007. Mobile phone emission modulates interhemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms. Eur J Neurosci. 2007 Mar;25(6):1908-13.

WHO. 2011. Multiple Chemical Sensitivity (MCS) and Electrohypersensitivity (EHS), Summary of meeting at the WHO headquarters Geneva, May 13, 2011

Xu S, Ning W, Xu Z, Zhou S, Chiang H, Luo J. 2006. Chronic exposure to GSM 1800-MHz microwaves reduces excitatory synaptic activity in cultured hippocampal neurons. Neurosci Lett. 2006 May 8;398(3):253-7.

Referencemateriale for kapitel 9 - WiFi:

Atasoy HI, Gunal MY, Atasoy P, Elgun S, Bugdayci G. 2013. Immunohistopathologic demonstration of deleterious effects on growing rat testes of radiofrequency waves emitted from conventional Wi-Fi devices. J Pediatr Urol. 2013 Apr;9(2):223-9

Avendaño C, Mata A, Sanchez Sarmiento CA, Doncel GF. 2012. Use of laptop computers connected to internet through Wi-Fi decreases human sperm motility and increases sperm DNA fragmentation. Fertil Steril. 2012 Jan;97(1):39-45

Avendaño, C., Mata, A., Juarez Villanueva, A.M., Martínez, V.S., Sanchez Sarmiento, C.A., 2010. Laptop expositions affect motility and induce DNA fragmentation in human spermatozoa in vitro by a non-thermal effect: a preliminary report. Fertility & Sterility: September 2010 Volume 94, Issue 4, Supplement, Page S73

Aynali G, Nazıroğlu M, Çelik Ö, Doğan M, Yarıktaş M, Yasan H. 2013. Modulation of wireless (2.45 GHz)-induced oxidative toxicity in laryngotracheal mucosa of rat by melatonin. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2013 May;270(5):1695-700.

Gumral N, Naziroglu M, Koyu A, Ongel K, Celik O, Saygin M, Kahriman M, Caliskan S, Kayan M, Gencel O, Flores-Arce MF. 2009. Effects of selenium and L-carnitine on oxidative stress in blood of rat induced by 2.45-GHz radiation from wireless devices. Biol Trace Elem Res. 2009 Dec;132(1-3):153-63.

Maganioti A. E., Papageorgiou C. C., Hountala C. D., Kyprianou M. A., Rabavilas A. D., Papadimitriou G. N., Capsalis C. N. 2010. Wi-Fi electromagnetic fields exert gender related alterations on EEG. 6th International Workshop on Biological Effects of Electromagnetic fields.

Margaritis LH, Manta AK, Kokkaliaris KD, Schiza D, Alimisis K, Barkas G, Georgiou E, Giannakopoulou O, Kollia I, Kontogianni G, Kourouzidou A, Myari A, Roumelioti F, Skouroliakou A, Sykioti V, Varda G, Xenos K, Ziomas K. 2014. Drosophila oogenesis as a bio-marker responding to EMF sources. Electromagn Biol Med. 2014 Sep;33(3):165-89.

Naziroğlu M, Gümral N. 2009. Modulator effects of L-carnitine and selenium on wireless devices (2.45 GHz)-induced oxidative stress and electroencephalography records in brain of rat. Int J Radiat Biol. 2009 Aug;85(8):680-9.

Nazıroğlu M, Ciğ B, Doğan S, Uğuz AC, Dilek S, Faouzi D. 2012. 2.45-Gz wireless devices induce oxidative stress and proliferation through cytosolic Ca^{2+} influx in human leukemia cancer cells. Int J Radiat Biol. 2012 Jun;88(6):449-56.

Nazıroğlu M, Çelik Ö, Özgül C, Çiğ B, Doğan S, Bal R, Gümral N, Rodríguez AB, Pariente JA. 2012. Melatonin modulates wireless (2.45 GHz)-induced oxidative injury through TRPM2 and voltage gated Ca(2+) channels in brain and dorsal root ganglion in rat. Physiol Behav. 2012 Feb 1;105(3):683-92.

Nittby H, Brun A, Eberhardt J, Malmgren L, Persson BR, Salford LG. 2009. Increased blood-brain barrier permeability in mammalian brain 7 days after exposure to the radiation from a GSM-900 mobile phone. Pathophysiology. 2009 Aug;16(2-3):103-12.

Oksay T, Naziroğlu M, Doğan S, Güzel A, Gümral N, Koşar PA. 2012. Protective effects of melatonin against oxidative injury in rat testis induced by wireless (2.45 GHz) devices. Andrologia. 2012 Nov 12 [Epub ahead of print]

Papageorgiou CC, Hountala CD, Maganioti AE, Kyprianou MA, Rabavilas AD, Papadimitriou GN, Capsalis CN., 2011. Effects of wi-fi signals on the p300 component of event-related potentials during an auditory hayling task. J Integr Neurosci. 2011 Jun;10(2):189-202.

Shahin S, Singh VP, Shukla RK, Dhawan A, Gangwar RK, Singh SP, Chaturvedi CM. 2013. 2.45 GHz microwave irradiation-induced oxidative stress affects implantation or pregnancy in mice, Mus musculus. Appl Biochem Biotechnol. 2013 Mar;169(5):1727-51.

Türker Y, Nazıroğlu M, Gümral N, Celik O, Saygın M, Cömlekçi S, Flores-Arce M. 2011. Selenium and L-carnitine reduce oxidative stress in the heart of rat induced by 2.45-GHz radiation from wireless devices. Biol Trace Elem Res. 2011 Dec;143(3):1640-50

Zhao YL, Li YX, Ma HB, Li D, Li HL, Jiang R, Kan GH, Yang ZZ, Huang ZX. 2015. The Screening of Genes Sensitive to Long-Term, Low-Level Microwave Exposure and Bioinformatic Analysis of Potential Correlations to Learning and Memory. Biomed Environ Sci. 2015 Aug;28(8):558-70.

Referencemateriale for kapitel 10 - Grænseværdier

Belyaev IY, Grigoriev YG. 2007. Problems in assessment of risks from exposures to microwaves of mobile communication. Radiats Biol Radioecol. 2007 Nov-Dec;47(6):727-32.

Blank M, 2005. The Precautionary Principle must be guided by EMF research. Electromagn Biol Med. 2006;25(4):203-8.

Blank M, Goodman R. 2004. Comment: a biological guide for electromagnetic safety: the stress response. Bioelectromagnetics. 2004 Dec;25(8):642-6; discussion 647-8.

Blank M, Goodman R. 2011. DNA is a fractal antenna in electromagnetic fields. Int J Radiat Biol. 2011 Apr;87(4):409-15.

Blank M, Goodman RM. 2012. Electromagnetic fields and health: DNA-based dosimetry. Electromagn Biol Med. 2012 Dec;31(4):243-9.

Europaparlamentet. 2009. European Parliament resolution of 2 April 2009 on health concerns associated with electromagnetic fields. URL: http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2009-0216+0+DOC+XML+V0//EN

Europarådets Parlamentariske Forsamling, Resolution 1815. URL: http://assembly.coe.int/Mainf.asp?link=/Documents/AdoptedText/ta11/ERES1815.htm#P1_23

Fragopoulou A, Grigoriev Y, Johansson O, Margaritis LH, Morgan L, Richter E, Sage C. 2010. Scientific panel on electromagnetic field health risks: consensus points, recommendations, and rationales.Rev Environ Health. 2010

Oct-Dec;25(4):307-17.

Freiburger Apell, 2002, URL: http://www.igumed.de/apell.html

Gandhi OP, Morgan LL, de Salles AA, Han YY, Herberman RB, Davis DL. 2012. Exposure limits: the underestimation of absorbed cell phone radiation, especially in children. Electromagn Biol Med. 2012 Mar;31(1):34-51

Hardell, Lennart., Sage, Cindy. 2008. Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards. Biomedicine & Pharmacotherapy 62 (2008) 104-109

Helsinki Appeal 2005 www.emrpolicy.org/news/headlines/helsinki_appeal_05.pdf

ICEMS, 2006. Beneveto Resolutionen. URL: http://www.icems.eu/benevento_resolution.htm

ICEMS, 2011. Porto Alegre Resolutionen. URL: www.icems.eu/docs/resolutions/Porto_Alegre_Resolution.pdf

ICNIRP. 1998. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non-Ionising Radiation Protection. Health Physics 74, 494-522.

Khalatbari, S., Sardari, D., Mirzaee, A.,A., Sadafi, H., A., 2006. Calculating SAR in Two Models of the Human Head Exposed to Mobile Phones Radiations at 900 and 1800MHz. Progress In Electromagnetics Research Symposium 2006, Cambridge, USA, March 26-29, p104-109

Kositsky, N. N., et al., (2001), "Influence of high-frequency electromagnetic radiation at non-thermal intensities on the human body." No Place To Hide – Newsletter of the Cellular Phone Taskforce, Volume 3, Number 1, Supplement.

Panagopoulos DJ, Johansson O, Carlo GL. 2013. Evaluation of specific absorption rate as a dosimetric quantity for electromagnetic fields bioeffects. PLoS One. 2013 Jun 4;8(6):e62663

RNCNIRP. 2011. Electromagnetic fields from Mobile Phones: Health Effect on Children and Teenagers.

SBM2008: http://www.baubiologie.de/downloads/standard2008.pdf | http://www.baubiologie.de/downloads/richtwerte-sbm-2008.pdf

Schmid G, Kuster N., 2015. The discrepancy between maximum in vitro exposure levels and realistic conservative exposure levels of mobile phones operating at 900/1800 MHz. Bioelectromagnetics. 2015 Feb;36(2):133-48.

Venedigresolutionen, 2008. The Venice Resolution Initiated by the International Commission for Electromagnetic Safety, June 6, 2008. URL: http://www.icems.eu/resolution.htm

Referencemateriale for kapitel 11 - Den usunde Sundhedsstyrelse

EEA, 2007, Radiation risk from everyday devices assessed. European Environment Agency. URL: http://www.eea.europa.eu/highlights/radiation-risk-from-everyday-devices-assessed

EEA, 2009, 'Statement on Mobile Phones for Conference on Cell Phones and Health: Science and Public Policy Questions, Washington', 15 September 2009, European Environment Agency.

EEA, 2011a, Statement on Mobile Phones and the Potential Head cancer risk for the EMF Hearing on EMF, Council of Europe, Paris, 25 February 2011 by Professor Jacqueline McGlade, Director, European Environment Agency, and David Gee, Senior Adviser,Science, Policy and Emerging issues.

EEA, 2011b, 'Non thermal effects and mechanisms of interaction between EMF and living matter: a selected Summary' of ICEMS. Red: Guiliani, L. and Soffritti, M. I: Ramazzini Institute, European J. of Oncology, Library, (5) 2010. David Gee, EEA, 18 February 2011.

FT. 2013a. Spørgsmål 565 fra Folketingets Sundheds- og Forebyggelsesudvalg til Sundhedsministeren. URL: http://www.ft.dk/samling/20121/almdel/suu/spm/565/index.htm

FT. 2013b. Spørgsmål 567 fra Folketingets Sundheds- og Forebyggelsesudvalg til Sundhedsministeren. URL: http://www.ft.dk/samling/20121/almdel/suu/spm/567/index.htm

FT. 2013c. Spørgsmål 566 fra Folketingets Sundheds- og Forebyggelsesudvalg til Sundhedsministeren. URL: http://www.ft.dk/samling/20121/almdel/suu/spm/566/index.htm

Frei, Patrizia, Poulsen, Aslak H., Johansen, Christoffer, Olsen, Jørgen H., Steding-Jessen, Marianne, Schüz, Joachim. 2011. Use of mobile phones and risk of brain tumours: update of Danish cohort study. BMJ 2011;343:d6387

Glaser, Margaret Meade 2011. Use of mobile phones and risk of brain tumours: update of Danish cohort study. BMJ 2011;343:d6387 URL: http://www.bmj.com/rapid-response/2012/01/20/re-use-mobile-phones-and-risk-brain-tumours-update-danish-cohort-study

Gøtzsche, P.C. 2013. Deadly medicines and organised crime: How big pharma has corrupted health care. London: Radcliffe Publishing

Huss, Anke, et al., 2007. Source of Funding and Results of Studies of Health Effects of Mobile Phone Use: Systematic Review of Experimental Studies. Environ Health Perspect. 2007 January; 115(1): 1–4.

Ledford, Brandon (01.11.2010). "Cell phones, electromagnetic radiation, and cancer: a study of author affiliation, funding, bias, and results". The Review of policy research (1541-132X), 27 (6), p. 838.

Morgan, L. Lloyd. 2009. Cellphones and Brain Tumors - 15 Reasons for Concern: Science, Spin and the Truth Behind Interphone, p34:

Nyvold, Mads. 2007. Miljøagentur raser: Sundhedsstyrelsen er perfid. URL: http://ing.dk/artikel/miljoagentur-raser-sundhedsstyrelsen-er-perfid-82068

Seung-Kwon Myung et al. 2009. Mobile Phone Use and Risk of Tumors: A Meta-Analysis. ., Journal of Clinical Oncology,November 20, 2009 vol. 27 no. 33 5565-5572

Sundhedsstyrelsen. 2013a. Udsættelse for radiofrekvente elektromagnetiske felter (REMF), Sundhedsstyrelsen, 1. marts 2013

Söderqvist F, Carlberg M, Hardell L. 2012. Review of four publications on the Danish cohort study on mobile phone subscribers and risk of brain tumors. Rev Environ Health. 2012;27(1):51-8.

WHO IARC Monograph Working Group. 2011. Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. Lancet Oncol. 2011 Jul;12(7):624-6.

Referencemateriale for kapitel 12: Smartmeterproblemet

AAEM, 2013. Smart Meter Case Series. URL: http://aaemonline.org/docs/SMCS.pdf

Hirsch, Daniel, (2011), "Comments on the Draft Report by the California Council on Science and Technology: Health Impacts of Radio Frequency from Smart Meters"",
http://www.committeetobridgethegap.org/pdf/110212_RFrad_comments.pdf

Referencemateriale for kapitel 13 - Integritet, validitet og reliabilitet

EEA, 2011, Statement on Mobile Phones and the Potential Head cancer risk for the EMF Hearing on EMF, Council of Europe, Paris, 25 February 2011 by Professor Jacqueline McGlade, Director, European Environment Agency, and David Gee, Senior Adviser,Science, Policy and Emerging issues.

Glaser, Margaret Meade 2011. Use of mobile phones and risk of brain tumours: update of Danish cohort study. BMJ 2011;343:d6387

Huss A, Egger M, Hug K, Huwiler-Müntener K, Röösli M. 2007. Source of funding and results of studies of health effects of mobile phone use: systematic review of experimental studies. Environ Health Perspect. 2007 Jan;115(1):1-4.

IARC, 2011. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol 102. Non-ionizing radiation, part II: radiofrequency electromagnetic fields". International Agency for Research on Cancer, Lyon, Frankrig

Ledford, Brandon. 2010. Cell Phones, Electromagnetic Radiation, and Cancer: A Study of Author Affiliation, Funding, Bias, and Results.

Morgan, L. Lloyd. 2009. Cellphones and Brain Tumors - 15 Reasons for Concern: Science, Spin and the Truth Behind Interphone.

Seung-Kwon Myung et al. 2009. Mobile Phone Use and Risk of Tumors: A Meta-Analysis. ., Journal of Clinical Oncology,November 20, 2009 vol. 27 no. 33 5565-5572

Söderqvist F1, Carlberg M, Hardell L. 2012. Review of four publications on the Danish cohort study on mobile

phone subscribers and risk of brain tumors. Reviews of Environmental Health. 2012;27(1):51-8.

UN. 1992. Report Of The United Nations Conference On Environment And Development. (Rio de Janeiro, 3-14 June 1992)

Referencemateriale for Konklusion og Anbefalinger:

CFC underwriting. 2015. Insurance for Architects and Engineers, Prosurance A&E Policy Document. CFC A&E CAN v1.7

Ezri, D., Shilo, S., 2009. Green Cellular: Optimizing the cellular network for minimal emission from mobile stations. IEEE International Conference on Microwaves, Communications, Antennas and Electronics Systems, 2009. COMCAS 2009. pp. 1-5.

Lloyd's. 2010. Electromagnetic Fields from mobile phones: Recent developments. Lloyd's emerging risks team report.

Noble, Sharon. 2015. Lloyd's of London excludes coverage for RF/EMR claims. Citizens for safe technology. URL: http://www.citizensforsafetechnology.org/Lloyds-of-London-excludes-coverage-for-RFEMR-claims,2,4168

Roda, Claudia; Perry, Susan. 2014. Mobile phone infrastructure regulation in Europe: Scientific challenges and human rights protection. Environmental Science & Policy, Volume 37, March 2014, Pages 204–214

The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Conflicts of interest , corporate capture and the push for 5G

Klaus Buchner

and

Michèle Rivasi

Table of Contents

Foreword by Klaus Buchner and Michèle Rivasi:	**3-5**
I - Introduction & Scope	**6-19**
II - Historic overview of ICNIRP and accusations of COI	**20-34**
III- Discussion & Controversies	**35-46**
IV – Conclusion	**47-49**
V – Portraits of ICNIRP Members	**50-95**
Annex I: Questions to ICNIRP	**96**
Annex II: Questions to WHO EMF Project	**97**

The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Conflicts of interest, corporate interests and the push for 5G

Brussels June 2020

This report was commissioned, coordinated and published by two Members of the European Parliament – Michèle Rivasi (Europe Écologie) and Klaus Buchner (Ökologisch-Demokratische Partei), and financed by the Greens/EfA group in the European Parliament.

The report was written by Hans van Scharen with editing and additional research support from Tomas Vanheste. Final Editing: Erik Lambert

Foreword by Klaus Buchner and Michèle Rivasi

This report deals with an issue of which the importance cannot be overrated: the possible health effects of Radiofrequency Radiation (RfR) or electro magnetic fields (EMF); It deals more specifically with how the scientific debate has been hijacked by corporate interests from the Telecom industry.

After having read the reports of a journalistic collective called Investigate Europe, the many articles from Microwave News as well as all the publications from independent scientists from around the world, who for years have all been ringing alarm bells on adverse health effects from the use of mobile phones and EMF, we decided that we needed to dig deeper into this strange, unknown to the public but powerful scientific NGO based in Germany called the 'International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection' (ICNIRP).

The findings of this report ('The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Conflicts of interest and the push for 5G') give us an uncomfortable déjà-vu: many facts and processes that lead to the actual situation whereby European authorities – from the European Commission to most of the member states – simply close their eyes for real scientific facts and early warnings. We have seen exactly the same scenario in the debate on Tobacco, asbestos, climate change and pesticides.

Also in it's latest guidelines from March this year, ICNIRP assures the world that there is no scientific evidence of adverse health effects from the radiation that comes with the new communication technologies, within the limits it proposes. But at the same time a growing number of scientists and also citizens are worried that EMFs do cause health problems. ICNIRP pretends to be scientifically neutral, and free from vested interests of the Telecom industry. We show with this study that this is 'playing with the truth' or simply a lie.

Already in 2011 Dr. Jacqueline McGlade, Executive Director of the European Environment Agency said on mobile phones and the potential head cancer risk for EMF: "The European Parliament has responded (resolution of April 2009) to this public concern with a resolution on EMF in 2009 which, among other things, called for lowering exposure to electromagnetic fields and for lower exposure limits that would better protect the public from health hazards. We share these recommendations."

McGlade pleaded interim actions to protect public health, particularly for children on the basis of the precautionary principle, as central to public policymaking where there is scientific uncertainty and high health, environmental and economic costs in acting, or not acting, when faced with conflicting evidence of potentially serious harm. "This is precisely the situation that characterises EMF at this point in its history. Waiting for high levels of proof before taking action to prevent well known risks can lead to very high health and economic costs, as we have seen with asbestos, leaded petrol and smoking," said McGlade.

The EEA plea for a precautionary approach to policy making in this area, is based on an evaluation of the existing evidence and on the lessons from earlier hazards, analysed in the EEA "Late Lessons from Early Warnings" project. David Gee, EEA Senior Advisor on Science, Policy and Emerging Issue and on the drivers of this project said: "Mobile phones have numerous social, economic and even environmental benefits", said. "However, there is significant disagreement in the scientific community about whether mobile phone use increases the risk of head cancers. We recommend using the precautionary principle to guide policy decisions in cases like this. This means that although our understanding is incomplete, this should not prevent policy makers from taking preventative action".

In a recent discussion Gee stated that there are "several striking similarities" between 5G/radiofrequency radiation and many of the technologies or substances that featured in the "Late Lessons" case studies. Gee pointed to "a lot of hubristic hype surrounded the introduction of the new technology". Gee rightfully points to a "marketing hype which is widespread" on 5G and "a failure to systematically and independently scrutinise the claimed benefits and costs of the new technology". He sees a "gross imbalance between research on developing and promoting the technology and on anticipating and reducing potential harm to people and environments" as well as a "failure to ensure independent research into health and environmental effects that can help combat manufactured doubt".

Gee was tough for the scientific community because scientists fail to acknowledge what they do not know and "to properly understand and embrace knowledge from other relevant disciplines". Gee also sees "a failure of scientists to be transparent about the paradigms, assumptions, judgements and values used in academic science and in their evaluations of scientific evidence in regulatory science. A failure of scientists and policymakers to appreciate complex and variable realities; multi-causality; and the likelihood of inconsistent scientific results. A failure by policymakers to understand the difference between the high strength of evidence needed to establish robust scientific knowledge and the case specific appropriate strength of evidence needed to justify timely preventive action."

Late lessons from early warnings, is indeed also a clear pattern that rises from this report. And there have been more and more warnings (but unfortunately so far no lessons learned).

Also the Council of Europe adopted in May 2011 a strong resolution on "the potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment" in which it called upon governments to take all reasonable measures to reduce exposure to electromagnetic fields and said about ICNIRP: "It is most curious, to say the least, that the applicable official threshold values for limiting the health impact of extremely low frequency electromagnetic fields and high frequency waves were drawn up and proposed to international political institutions (WHO, European Commission, governments) by the ICNIRP, an NGO whose origin and structure are none too clear and which is furthermore suspected of having rather close links with the industries whose expansion is shaped by recommendations for maximum threshold values for the different frequencies of electromagnetic fields".

In an article, 'Planetary electromagnetic pollution: it is time to assess its impact', published in *The Lancet (*December 2018) scientists from the Australian research group ORSAA state that out of 2266 studies on EMFs, no less than 68 percent found "significant biological effects or health effects". Significant biological effects do not necessarily mean that human health will be harmed, but is an important indicator for risk assessment and then for risk evaluation by regulators. To us the atgument that that there is insufficient scientiifc evidence for regulators to act is factual not corect and simply not true.

The International Agency for Research on Cancer (IARC), a global authority on cancer, concluded in 2011 that radiation from mobile phones is a 'possible' head cancer risk. And recently an Advisory Group has recommended that IARC should reassess the cancer risks associated with non-ionizing radiofrequency radiation with high priority. According to the panel's report, published in The Lancet, the group suggests that the new evaluation should take place between 2022 and 2024.

In 2012 a group of 29 independent scientists and health experts from around the world warned in an update of their Bio Initiative 2007 Report, about "possible risks from wireless technologies and electromagnetic fields". However, they acknowledge that "sometimes, science does not keep pace with new environmental exposures that are by-products of useful things we want to buy and use in

society. So, the deployment runs ahead of knowledge of health risks. It is an old story. This is the case for EMF (electric and magnetic fields) and RFR (Radiofrequency radiation)."

The Bio Initiative report underscores the "critical need to face difficult questions, make mid-course corrections, and try to repair the damage already done in this generation, and to think about protecting future generations".

And they state that the existing public safety limits as formulated by the US regulator FCC and by ICNIRP do not sufficiently protect public health against chronic exposure from very low-intensity exposures: "If no mid-course corrections are made to existing and outdated safety limits, such delay will magnify the public health impacts with even more applications of wireless-enabled technologies exposing even greater populations around the world in daily life."

In 2017, more than 200 doctors and scientists from various countries launched the, so-called 5G Appeal, that has since received more endorsements and whose mission statement starts with : "We the undersigned scientists and doctors(…), recommend a moratorium on the roll-out of the fifth generation, 5G, for telecommunication until potential hazards for human health and the environment have been fully investigated by scientists independent from industry."

Since then there have been five replies on this Appeal by the European Commission, the last one dating from December 2019. The first reply, the Commission states that 'the Commission is not aware of any conflicts of interests of members of international bodies such as ICNIRP or the members of SCENIHR'. One of the leading figures of the appeal professor Lennart Hardell stated that this «does not represent the scientific evidence of inherent conflicts of interest both in ICNIRP and SCENIHR. The European Commission seems to be ill-informed or even misinformed, as the EU seems to take information mainly from these two fraudulent organisations, but not from independent researchers. The EU does not seem to rely on sound science and thereby downplays the RF-related risks."

It is clear from this report that ICNIRP itself does not have a sharp definition of conflicts of interest (CoI's), nor does it have a well-developed policy to avoid these kinds of conflicts. It is a crying shame that under the pretext of 'scientific uncertainty' ICNIRP, but especially the European Commission and member states keep on failing to protect their citizens.

We very much agree with the title and content of the latest publication on Microwave News, which reads " The Lies Must Stop, Disband ICNIRP - Facts Matter, Now More Than Ever" . There are two major casualties in this polarised debate: the truth and public health. Both are too important not to protect with all that we have. That is what we consider as our responsibility as elected politicians .

By MEP's Michèle Rivasi (Europe Écologie) and Dr. Klaus Buchner (Ökologisch-Demokratische Partei)

Introduction & Scope

In the last few decades, since the introduction, and rapid expansion, of new communication technologies, there has been a proliferation of electromagnetic fields worldwide. A lot of countries are now about to roll out 5G networks. The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) assures the world that this can be done safely and that there is no scientific evidence of adverse health effects within the limits it proposes. But at the same time a growing number of scientists and also citizens are worried that EMFs do cause health problems.

It is therefore high time to look into the workings of ICNIRP. If the European Commission and national governments keep relying on this commission, as is currently the case, we must be completely sure that it functions wholly independently and that there is no evidence of its members being in situations of conflicts of interest.

ICNIRP is a non-governmental organisation (NGO) or association, registered in Munich, specialising in non-ionizing radiation protection. One of the organisation's tasks is to determine exposure limits for electromagnetic fields used by devices such as cellular phones. On its website, ICNIRP states that it is a non-profit organisation with a scientific mission, and that it is "formally recognised as an official collaborating non-state actor by the World Health Organisation (WHO) and the International Labour Organisation (ILO). ICNIRP is consulted by the European Commission and is linked to many organisations engaged in non-ionizing radiation (NIR) protection worldwide through diverse collaborative projects".

ICNIRP states that its "aim is to protect people and the environment against adverse effects of NIR." To this end, it "develops and disseminates science-based advice on limiting exposure to non-ionizing radiation." ICNIRP works with experts from all over the world, from a wide variety of disciplines, including biology, epidemiology, medicine, physics, and chemistry. ICNIRP's also states that its protection advice is based on current scientific knowledge about the biological effects, and the action mechanisms, of radiation for the whole NIR frequency range.

To a large extent, the European Commission, as well as the WHO, depend on the "exposure guidance" and safety advice given by ICNIRP. Furthermore, many EU member states look to the EC and WHO for (European) advice on this issue. Therefore, it goes without saying that ICNIRP has a significant role to play in ensuring the general public is protected against any possible health risks related to electromagnetic fields (EMF).

In March 2019, in a comprehensive report, *How much is Safe?, by Investigate Europe*, a collective of investigative journalists from all over Europe, ICNIRP is described as follows:

''ICNIRP is a particularly influential group, as it not only evaluates radiation and health risk research, but also provides guidelines for radiation safety limits that most countries use. It is a private, German-registered organisation located outside Munich, behind a yellow door on the premises of the German Federal office for radiation protection. Decisions on who to invite in, are taken by ICNIRP itself."

The report highlighted the close links that exist between ICNIRP and other important organisations in the field of health protection.

Most European governments and radiation protection authorities rely mainly on these four scientific bodies for advice on non-ionizing radiation protection:

- The international commission on non-ionizing radiation protection, ICNIRP.
- The EU Scientific Committee on Health, Environment and Emerging Risk, SCENIHR / SCHEER.
- The World Health Organisation WHO's International EMF Project.
- The WHO Cancer Unit IARC, International Agency for Research on Cancer.

Investigate Europe showed the close links between especially the first three bodies. "The groups, however, are to a remarkable degree, staffed by the same experts," it stated. "Of 13 ICNIRP scientists, six are members of at least one other committee. In the WHO group, this applies for six out of seven (members)." The SCENIHR Working Group on EMF also counts two ICNIRP-members.

In view of the rapid expansion of EMF's, in particular in the context of the planned deployment of 5G networks in which telecom and media operators have huge financial and economic vested interests, and given the evidence of closed circles of experts involved in determining health guidelines in this field, critical scrutiny on the functioning of ICNIRP is important and necessary.

New guidelines

In March 2020, ICNIRP published its latest 'Guidelines on Limiting Exposure to Electromagnetic Fields', designed for "the protection of humans exposed to radiofrequency electromagnetic fields (RF) in the range 100 kHz to 300 GHz. The guidelines cover many applications such as 5G technologies, Wi-Fi, Bluetooth, mobile phones, and base stations."

This publication replaces and supersedes earlier publications from 1998 and 2010. In a press release from March 11th 2020, the then ICNIRP Chairman, Dr Eric van Rongen (now co-chair) said: "The new electromagnetic field guidelines have taken seven years to develop and are more appropriate than the 1998 guidelines for the higher frequencies that will be used for 5G in the future. We know parts of the community are concerned about the safety of 5G and we hope the updated guidelines will help put people at ease. When we revised the guidelines, we looked at the adequacy of the ones we published in 1998. We found that the previous ones were conservative in most cases, and they would still provide adequate protection for current technologies."

Van Rongen's main message was that when the new ICNIRP guidelines are followed 5G is absolutely safe. He stated: "The new guidelines provide better and more detailed exposure guidance, in particular for the higher frequency range, above 6 GHz, which is of importance to 5G, and future technologies using these higher frequencies. The most important thing for people to remember is that 5G technologies will not be able to cause harm when these new guidelines are adhered to."

So, this is how ICNIRP presents itself: an independent organisation that gives sound scientific advice on safety guidelines with respect to non-ionizing radiation and that ensures citizens remain safe.

However, this description raises doubts on two levels: Firstly, is ICNIRP really independent and also, are its assurances that non-ionizing radiation is absolutely safe when their guidelines are applied correct? Our report will focus on the question of ICNIRP's independence, but first, we will briefly outline the current debate around the safety guidelines.

The health debate

The possible adverse health effects of non-ionizing radiation, mainly microwave radiation form mobile phones and other wireless devices/infrastructure, is a highly sensitive and polarising issue. In some countries citizens and scientists plead for the application of the 'pre-cautionary principle' in relation to the rolling out of 5G networks, whilst associations such as ICNIRP maintain that "the most important thing for people to remember is that 5G technologies will not be able to cause harm when these new guidelines are adhered to."

In 2012 a group of 29 independent scientists and health experts from around the world published an update of their Bio Initiative 2007 Report, about "possible risks from wireless technologies and electromagnetic fields". The scientists, of which ten holding a medical degree, still update their "rationale for Biologically-based Public Exposure Standards for Electromagnetic Fields (Extremely low frequency, ELF and radiofrequency, RF)" by assessing the latest scientific research and reporting on it. However, they acknowledge that "sometimes, science does not keep pace with new environmental exposures that are by-products of useful things we want to buy and use in society. So, the deployment runs ahead of knowledge of health risks. It is an old story. This is the case for EMF (electric and magnetic fields) and RFR (Radiofrequency radiation)."

The Bio Initiative report underscores the "critical need to face difficult questions, make mid-course corrections, and try to repair the damage already done in this generation, and to think about protecting future generations".

And they state that the existing public safety limits as formulated by the US regulator FCC and by ICNIRP do not sufficiently protect public health against chronic exposure from very low-intensity exposures: "If no mid-course corrections are made to existing and outdated safety limits, such delay will magnify the public health impacts with even more applications of wireless-enabled technologies exposing even greater populations around the world in daily life."

In an article, 'Planetary electromagnetic pollution: it is time to assess its impact', published in *The Lancet Planetary Health* in December 2018, scientists (from the Oceania Radiofrequency Scientific Advisory Association, ORSAA, and the Institute for Health and the Environment, of the University at Albany) state that out of 2266 studies on EMFs, no less than 68 percent found "significant biological effects or health effects". Significant biological effects do not necessarily mean that human health will be harmed, but is an important indicator for risk assessment and then for risk evaluation by regulators.

The authors stated that it is high time for a wide-ranging debate on the rapid global proliferation of artificial electromagnetic fields. “The most notable is the blanket of radiofrequency electromagnetic radiation, largely microwave radiation generated for wireless communication and surveillance technologies, as mounting scientific evidence suggests that prolonged exposure to radiofrequency electromagnetic radiation has serious biological and health effects.”

Unfortunately, this mounting evidence did not result in policy changes, the authors from ORSAA observe. “However, public exposure regulations in most countries continue to be based on the guidelines of the *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* and Institute of Electrical and Electronics Engineers, which were established in the 1990s on the belief that only acute thermal effects are hazardous. Prevention of tissue heating by radiofrequency electromagnetic radiation is now proven to be ineffective in preventing biochemical and physiological interference”.

“For example, acute non-thermal exposure has been shown by NIH scientists, to alter human brain metabolism, electrical activity in the brain and systemic immune responses. Chronic exposure has been associated with increased oxidative stress and DNA damage, and cancer risk. Laboratory studies, including large rodent studies by the US National Toxicology Program and Ramazzini Institute of Italy, confirm these biological and health effects in vivo. As we address the threats to human health from the changing environmental conditions due to human activity, the increasing exposure to artificial electromagnetic radiation needs to be included in this discussion.”

The results of the National Toxicology Programme (NTP) the mentioned Lancet-authors referred to, were presented at the end of 2018. The U.S. Food and Drug Administration (FDA) nominated radio frequency radiation (RFR) used by cell phones for an NTP study because of the widespread public use of cell phones and the limited knowledge about potential health effects from long-term exposure. The study found that high exposure to RFR (900 MHz) used by cell phones was associated with:

- Clear evidence of tumours in the hearts of male rats. The tumours were malignant schwannomas.
- Some evidence of tumours in the brains of male rats. The tumours were malignant gliomas.
- Some evidence of tumours in the adrenal glands of male rats. The tumours were benign, malignant, or complex combined pheochromocytoma.

However, ICNIRP criticised the NTP-study, saying that it did not prove a link between Radio Frequency, Electro Magnetic Fields and carcinogenesis. But according to scientists like Lennart Hardell, an oncologist, professor and researcher at the University hospital in Örebro in Sweden, the ICNIRP rebuttal of the NTP-study was unfounded. The NTP-study leading scientist Ronald Melnick recently also published a comment on the ICNIRP-note in which he criticizes ICNIRP’s ”incorrect statements” and “false claims”.

James Lin, professor at the University of Illinois in Chicago and also editor of the online journal, *Bioelectromagnetics*, published a remarkable and nuanced review of the NTP-study in late 2019. The review is remarkable because, from 2004 to 2016, James Lin was himself a member of ICNIRP. As stated above, ICNIRP basically dismisses the NTP-study. However,

basing his conclusions partly on the NTP-study, Lin now questions if the existing safety guidelines are still adequate: “An outstanding question persists on the adequacy of these guidelines for safe long-term exposure to RF radiation at or below 1.6 or 2.0 W/kg. Perhaps, the time has come to judiciously reassess, revise, and update these guidelines.”

Lin’s review is nuanced in so much as he uses the peer-review process to analyse the conception and all possible methodological ‘problems’ of the NTP-study in depth: “This project is the largest NTP animal cancer study ever. It was nominated by the Food and Drug Administration (FDA) in 1999. The supposedly 5-year project was sole sourced in 2004 to an industrial research firm as the project’s principal investigator. The work began in 2005. However, the project had been protracted for more than a dozen years with huge budget overruns, and an estimated eventual price tag of $25 million.”

Somewhat surprisingly, at the end of his review, Lin advocates for wireless radiation to “get a more stringent cancer risk class": “Now that the NTP review panel has concluded that there is clear evidence of carcinogenicity from long-term RF exposure in rats, is it conceivable that IARC would upgrade its epidemiology-based classification of RF exposure to the next higher levels of carcinogenicity to humans?” Lin seems to suggest that IARC should put cell phone radiation in WHO-hazard class 1 (carcinogenic), instead of today’s 2B (possibly carcinogenic).

Worldwide, there is rapidly growing concern and a proliferation of publications about EMF, specifically concerning the out-roll of new generation 5G. On this subject, we will only cite a 2019 in-depth report called “5G Deployment: State of Play in Europe, USA, and Asia”[1]. It reads: “Increased exposure may result, not only from the use of much higher frequencies in 5G, but also from the potential for the aggregation of different signals, their dynamic nature, and the complex interference effects that may result, especially in dense urban areas. (…) The 5G radio emission fields are quite different to those of previous generations because of their complex beam-formed transmissions in both directions – from base station to handset and for the return.”

The authors state that with 5G we are entering unknown territory. “Although fields are highly focused by beams, they vary rapidly with time and movement and so are unpredictable, as the signal levels and patterns interact as a closed loop system. This has yet to be mapped reliably for real situations, outside the laboratory. (..) The problem is that currently it is not possible to accurately simulate or measure 5G emissions in the real world.”

The debate on the safety of non-ionizing radiation is fascinating, heated and important, and has been on-going for at least 30 years. This paper however does *not* go further into the scientific debate on the possible levels of harm to public health caused by non-ionizing radiation, mainly from mobile phones. We will focus on the independence of ICNIRP and the possible existence of conflicts of interest of its members.

[1] A study requested by the ITRE committee of the European Parliament, published in 2019 by the Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies - Directorate-General for Internal Policies.

The importance of funding

ICNIRP claims it is “free of vested interests”. ICNIRP's funding relies on grants from public bodies. Additionally, ICNIRP members and ICNIRP SEG members may not be employed by industry.

But not being “employed by industry” is not, in itself, sufficient to avoid conflicts of interest. It is also important to ascertain to what extent ICNIRP research activities may be funded by industry.

It is a well-established fact that the source of funding for scientific research can have an influence on the outcomes of research. A clear and precise explanation of how this is may occur can be found on the website of UC Berkeley:

“In a perfect world, money wouldn't matter — all scientific studies (regardless of funding source) would be completely objective. But of course, in the real world, funding may introduce biases — for example, when the backer has a stake in the study's outcome. A pharmaceutical company paying for a study of a new depression medication, for example, might influence the study's design or interpretation in ways that subtly favour the drug that they'd like to market. There is evidence that some biases like this do occur. Drug research sponsored by the pharmaceutical industry is more likely to end up favouring the drug under consideration than studies sponsored by government grants or charitable organisations. Similarly, nutrition research sponsored by the food industry is more likely to end up favouring the food under consideration than independently funded research.”

“This does not lead to the conclusion that we should ignore any research funded by companies or special interest groups”, Berkeley says. But it is a reason for the need “to scrutinize studies funded by industry or special interest groups with extra care. *So, don't, for example, brush off a study of cell phone safety just because it was funded by a cell phone manufacturer — but do ask some careful questions about the research before jumping on the bandwagon*. Are the results consistent with other independently funded studies? Does the study seem fairly designed? What do other scientists have to say about this research? A little scrutiny can go a long way towards identifying bias associated with funding source.”

“A little scrutiny” is perhaps an understatement. In the 2013, the ‘Late lessons from early warnings’ report produced by the European Environment Agency (EEA), a chapter written by Lisa A. Bero, describes the various opinions on how to deal with private funding of scientific research without compromising an independent non-biased outcome and/or publication of that research.

For example, various researchers argue that it is logical for industry to fund research, in so much as it is about their products that concerns exist. Former ICNIRP scientist Norbert Leitgeb, professor at the Institute of Health Care Engineering at the Graz University of Technology in Austria, told *Investigate Europe* that what is crucial is the putting in place of effective firewalls to ensure that “private partners cannot interfere with researchers and influence scientific outcomes or conclusions”.

That the source of funding has an important influence, is also something various ICNIRP-researchers acknowledge. For example, in 2009 two scientists who are now members of the ICNIRP-commission – Anke Huss and Martin Röösli – where co-authors of a systematic

review that showed that "industry-sponsored studies were least likely to report results suggesting effects". They concluded that the correlation between the "source of funding and conflicts of interest are important in this field of research."

in his evaluation of the NTP-study, another former ICNIRP-member, professor James Lin, also pointed to the dominance of the telecom industry in the research: "The FDA should be applauded for nominating, and NIEHS/NTP should be lauded for having sponsored the research and conducted the Cell Phone Radio Frequency Radiation (RFR) Studies. It's important for the U.S. government to step in to conduct such a research program, and not leave the matter entirely to the cell phone industry. The wireless industry has had nearly free reign to develop and roll out cellular mobile phones and related RF devices as they see fit. (…)". Lin goes on to quote figures from the 'systematic review': "A systematic review of 59 published studies of controlled exposure to RF radiation with health-related outcomes [10] showed that public agencies or charities funded 11 (19%), the wireless communications industry funded 12 (20%), mixed sources (including industry) funded 14 (24%), and in 22 (37%) the source of funding was not reported."

This specific debate has been ongoing for many years, as *Investigate Europe* reports: "At least three studies over the years have documented that there is often a link between conclusions of studies and the source of the money that paid for the research. Science funded by industry is less likely to find health risks than studies paid for by institutions or authorities."

In 'How much is safe?' by *Investigate Europe*, Lennart Hardell, an oncologist, professor and researcher at the University hospital in Örebro in Sweden, a critical EMF researcher, warns that although funding for research often goes to universities with "firewalls" put in place between the individual scientist and the funder, the problem is, that researchers can come to depend on this private funding to safeguard the future of their research.

Hardell carries out research on the possible links between long-term mobile use and brain cancer and has published results that indicate that there are correlations between the two. Hardell was a member of the IARC committee that researched EMF-effects, but is not a member of (any) other committees concerned with the effects of non-ionizing radiation. *Investigate Europe*: "According to Hardell, his research is funded through his salary from the hospital, as well as by funds raised by local cancer foundations and national organisations. "Of course, I have also worked a lot on my free time", he says."

There are some ICNIRP-researchers who acknowledge that it is possible for the source of funding to influence conclusions, but they say that they are very aware of this and cautious to avoid it. For example, Gunnhild Oftedal, - associate professor at the Norwegian University of Science and Technology, who specialises in research on the effects of electromagnetic fields on humans, and is a member of ICNIRP and therefore part of "the small international network that determines what science to trust" said to *Investigate Europe* that "today we are concerned about it. I have the impression that scientists are much more cautious about receiving support from the industry – at least direct support."

What about the direct funding received by ICNIRP itself? ICNIRP states that its "funding stems from subsidies granted by national and international public institutions such as the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, and Nuclear Safety

(BMU), the European Union Programme for Employment and Social Innovation (EaSI) 2014-2020 (EC - Directorate General Social Affairs), and the International Radiation Protection Association (IRPA)."

"Occasionally, ICNIRP also receives support to organise meetings or workshops from national ministries or radiation protection agencies, such as the Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA), and the Turkish Ministry of Health (MoH). Funding is reported yearly in the ICNIRP annual reports". ICNIRP also acknowledges that it receives funding from national or international public organisations and via private donations. But ICNIRP claims that in order to safeguard its independence, "only donations from private individuals or from businesses not related in any way to the field of non-ionizing radiations can be accepted. For reasons of transparency, donations cannot be anonymous and are listed in an ICNIRP donors' report."

According to the ICNIRP 2018 annual report, it received € 132,150 in subsidies. The Australian research group ORSAA points out that these kinds of funding sources are not always as neutral as they may seem: "ICNIRP funding partly comes from government regulatory bodies, such as, for example, the Australian Radiation Protection & Nuclear Safety Agency (ARPANSA). What is actually going on is best described as 'money laundering' by the Telecom industry through government (ARPANSA) and onto WHO's International EMF Project and ICNIRP."

In Australia, as is the case for many countries worldwide, the government issues spectrum licences to Telecom operators for large sums of money – often in the billions. In Australia, this licensing is the remit of the industry regulator ACMA, the Australian Media Communications Authority. ORSAA explains that ACMA also collects a separate levy, or tax, from the wireless industry, money that is earmarked for scientific research on RF-EMR health effects: "This has remained a set amount of $1M per annum since 1997, despite the massive increases in wireless industry revenues."

According to ORSAA, ACMA then diverts $300,000 to another government body, ARPANSA (Australian Radiation Protection & Nuclear Safety Agency) for its public information campaign, and $700,000 to the National Health & Medical Research Council (NHMRC). From the $300,000 received annually by ARPANSA, a portion goes to the WHO's IEMFP (some years ago this was around $50,000 a year), and finally, it appears that a portion goes to ICNIRP. So, after a long trajectory, money from the Telecom industry does end up with ICNIRP, which is contrary to the statement on the ICNIRP website: "Only donations from private individuals or from businesses not related in any way to the field of non-ionizing radiations can be accepted."

Still according to ORSAA, "the money that the Australian NHMRC receives in order to provide grants for medical research has mostly gone to industry-friendly researchers who have direct links with the wireless industry. For example, the largest recipient of these NHMRC research funds is Prof. Rodney Croft, a psychology researcher at the University of Wollongong, who held the role of Director of the Australian Centre for Electromagnetic Bio-effects Research (ACEBR) for many years[2]. Rodney Croft has essentially been the head of RF-EMR health research in Australia, despite his questionable qualifications for this health research role.

[2] See also portrqit of Rodney Croft on pqge 50 of this report.

Notably, he has led ICNIRP's RF-EMR exposure guidelines development team and now he has been elected as the next Chairman of ICNIRP as from May 2020. Prof. Croft has received ample direct industry funding in addition to his lucrative NHMRC grants, which should be termed indirect industry funding."

Finally, ICNIRP states on its website that all its experts "are required to comply with the ICNIRP policy of independence and declare their personal interests. (…) These are key elements to ICNIRP's commitment to independence and transparency, which ICNIRP believes is fundamental to carrying out its scientific mission."

Whether those declarations of interests are really checked is something that the Italian 'Vallisoletana Association of people affected by mobile phone antennas' (AVAATE) questioned in their public statement from July 2015, attacking ICNIRP: "It is hard to understand whether ICNIRP investigates the Declarations filed by appointed members of the ICNIRP Commission and Scientific Expert Committee, since in some cases these members report that they work or have worked for these organisations but do not specify what they have done or whether they are paid. It is also hard to understand how ICNIRP controls the content of the declarations by the appointed members of their Expert Committees, when in most cases the most contentious aspects of the biographical statement are not reported in these statements."

The citizens behind AVAATE also ask "how ICNIRP controls the content of the declarations by the appointed members of their Expert Committees when, at least in five cases, the persons concerned have not signed their statements".

Corporate capture

In the debate on EMF and possible health effects, terms like 'corporate capture' of scientific research and 'war game science' are often used, and references to the tactics of the tobacco industry are often made. According to several authors, these tactics also influence organisations like ICNIRP and WHO's International EMF Project.

In the 2013 'Late lessons from early warnings' report produced by the European Environment Agency (EEA), in collaboration with a broad range of external authors and peer reviewers, these tactics are described in detail in the chapter entitled 'Tobacco industry manipulation of research'. The focus is on "the strategies used by the tobacco industry to deny, downplay, distort and dismiss the growing evidence that, like active smoking, ETS causes lung cancer and other effects in non-smokers." Author Lisa A. Bero concentrated "on the 'argumentation' that was used to accept, or reject, the growing scientific evidence of harm. Who generated and financed the science used to refute data on adverse health effects? What were the motivations? What kind of science and information, tools and assumptions were used to refute data on the adverse health of tobacco?"

Bero says: "The release of millions of internal tobacco industry documents due to law suits in the US has given insights into the inner workings of the tobacco industry and revealed their previously hidden involvement in manipulating research. However, this insight is not available for most corporate sectors."

Bero also discusses the possibilities of 'full disclosure' of funding sources and special interests in research and risk assessment in order to secure independence and prevent bias

towards particular viewpoints. She states that “while smoking bans are now being introduced in more and more countries, other industries are drawing inspiration from tobacco company strategies, seeking to maintain doubt about harm in order to keep hazardous products in the marketplace.”

With respect to the EMF-debate, according to Bero, public institutions or authorities should adhere to the following: “when data on risk appear to be controversial, users of the data investigate the sources of the controversy. Does the controversy exist only because the findings of interest group-funded research are contrary to data collected by others? Is the controversy supported primarily by evidence published in interest group-supported publications? (…) Policymakers should apply these questions to all situations in which a company has an interest in creating controversy about the risks of its products.”

According to Bero, the tobacco industry's methods for influencing the design, conduct and publication of research are similar to those of other corporate interests.

One of the leading researchers in the US who defends the viewpoint that the same tactics are being used by Telecom companies is Theodora Scarato, Executive Director of the US based Environmental Health Trust (EHT). As a policy analyst, Scarato manages and updates the comprehensive EHT database on international policy that documents the 20+ nations that have protective policies in place to reduce public exposure to cell phone and wireless radiation.

Scarato and EHT claim that “Just as the Tobacco Industry created a ‘Playbook’ to defend cigarettes and manufacture doubt about the health effects of cigarettes, the Wireless Industry seems to have a fine-tuned the “Playbook” of advertising, public relations and industry-funded science to defend wireless products and falsely reassure the public that cell phones and wireless products are safe.”

“Key to this public relations effort are industry created resources, websites and materials that communicate the myth of no proof of harm from wireless products. These are all part of the Playbook to manufacture doubt that a problem exists. Examples of such propaganda range from glossy brochures, Questions and Answers on Hot Topics such as “children and cell phones”, websites on EMF and Health and research forums.”

And according to Scarato, “these materials are paid for, designed and prepared by ‘non-profit’ organisations that are created by telecom and wireless companies pooling money together. When citizens raise concerns about a particular product or when research comes out indicating a health risk, companies can simply pull from these materials to respond as if there are no concerns”.

These kind of tactics, used to influence science and risk assessment, also have their repercussions for standard-setting bodies like ICNIRP and WHO’s International EMF Project, according to scientific researcher Don Maisch (in his PhD thesis ‘An examination of the manipulation of telecommunications standards by political, military, and industrial vested interests at the expense of public health protection’): “In an ever increasingly globalised world the reliance on international organisations to set standards to protect public health seems inevitable. Proposed internationalised standards such as ICNIRP’s recommendations act as an aid to economic development by not hindering trade that might conflict with

stricter national standards (such as the Russian Federation, the Czech Republic's former standard and China for example). In the delicate trade-off between economic benefits and adequate health protection, international organisations should ideally be "eternally vigilant" to ensure that their tasks are not co-opted by vested interest groups that are the producers of risks to be regulated."

This appears to be a global issue. US researcher, Norm Alster, in his report 'Captured Agency' describes what this kind of corporate capture can lead to by referring to the workings of the FCC (Federal Communications Commission), which is the main official US institution that deals with Telecom issues, and is sometimes mentioned in critiques of ICNIRP: "That is a term that comes up time and time again with the FCC. Captured agencies are essentially controlled by the industries they are supposed to regulate. A detailed look at FCC actions—and non-actions—shows that over the years the FCC has granted the wireless industry pretty much what it has wanted".

"As a result, consumer safety, health, and privacy, along with consumer wallets, have all been overlooked, sacrificed, or raided due to unchecked industry influence. (…) Most insidious of all, the wireless industry has been allowed to grow unchecked and virtually unregulated, with fundamental questions on public health impact routinely ignored. (…) Industry control, in the case of wireless health issues, extends beyond Congress and regulators to basic scientific research. And in an obvious echo of the hardball tactics of the tobacco industry, the wireless industry has backed up its economic and political power by stonewalling on public relations and bullying potential threats into submission with its huge standing army of lawyers. (…) Industry behaviour also includes self-serving public relations and hyper aggressive legal action. It can also involve undermining the credibility of, and cutting off funding for, researchers who do not endorse cellular safety. It is these hardball tactics that recall 20th century Big Tobacco tactics."

Conflicts of Interest

In 2017, almost 200 doctors and scientists from various countries launched the, so-called 5G Appeal, that has since received more endorsements and whose mission statement starts with : *"We the undersigned scientists and doctors(…), recommend a moratorium on the roll-out of the fifth generation, 5G, for telecommunication until potential hazards for human health and the environment have been fully investigated by scientists independent from industry."*
Since then, as professor Hardell describes in his article "Appeals that matter or not on a moratorium on the deployment of the fifth generation, 5G, for microwave radiation" published in January 2020, there have been five replies on this Appeal by the European Commission, the last one dating from December 2019. The first reply, by the Commission (from October 13, 2017 by the Directorate-General Health and Food Safety) states that *'the Commission is not aware of any conflicts of interests of members of international bodies such as ICNIRP or the members of SCENIHR'*.

However, according to Hardell, "that does not represent the scientific evidence of inherent conflicts of interest both in ICNIRP and SCENIHR. The European Commission seems to be ill-informed or even misinformed, as the EU seems to take information mainly from these two

fraudulent organisations, but not from independent researchers. The EU does not seem to rely on sound science and thereby downplays the RF-related risks."

Given the important effects of funding on research outcomes described above, there can be no doubt that it is extremely important for ICNIRP to ensure it avoids any possibility of conflicts of interests in the way that it, or any of its members, function. In its statutes, it writes: 'No member of the Commission shall hold a position of employment that, in the opinion of the Commission, will compromise its scientific independence.'

The crucial words here are '*in the opinion of the Commission*'. The Commission evaluates itself about possible conflicts of interest. There are no clear rules by which the Commission judges if any of its members interests compromise its scientific independence. In its statement on the declarations of interests ICNIRP writes:

"The evaluation of personal integrity is very complex and might never be achievable in a perfect way. It is the duty of the ICNIRP Commission to carefully consider and decide if the declared interests potentially constitute a conflict of interest."

It is clear from this that ICNIRP itself does not have a sharp definition of conflicts of interest (CoI's), nor does it have a well-developed policy to avoid these kinds of conflicts.

It is useful to refer to a recent study requested by the European Parliament's Petitions (PETI) committee which, as a key message, said that "EU institutions and agencies lack a consistent definition of conflicts of interest and common rules on transparency'. This same study also stated that "a coherent policy should be developed for the required length of time between working in the industry and being called to a committee among agencies with a similar function, i.e. risk assessment".

In the online newsletter, *Politico*, the Greek MEP Alexis Georgoulis said: "There is a legal inconsistency between the definitions of the conflicts of interest that should clearly cover any conflicts between public and private functions, but also public functions with other public functions," The report recommends clear clarifications on whether conflicts of interest are potential or also perceived.

So, we will have to look at other, similar, organisations that have more stringent policies in this field. The European Food and Safety Authority (EFSA) seems to be a good candidate. In June 2017, EFSA, after a long history of accusations of CoI's, sharpened its definition and its policy to avoid CoI's.

EFSA defines a conflict of interest as "any situation where an individual has an interest that may compromise or be reasonably perceived to compromise his or her capacity to act independently and in the public interest in relation to the subject of the work performed at EFSA".

This definition is also somewhat broad and vague. EFSA's solution was to set clear rules to which its experts have to comply. For example: Research funding from the private sector benefiting EFSA's experts should not exceed 25% of the total research budget.

The EFSA-rules are minimum requirements. According to *Corporate Europe Observatory* they are not strict enough to completely avoid conflicts of interest. So, it is reasonable to say that

ICNIRP, that presents itself as an independent, scientific advisory board, should, at the very least, comply with the EFSA rules.

In this paper, we will therefore:

* Give an overview of the history and all existing knowledge on the independence of, and the conflicts of interest within, ICNIRP. These chapters provide the context in which we have a closer look at the ICNIRP-members.

* Try to identify all the potential sources of conflicts of interest of ICNIRP-members. Such as: research funding from the private sector; financial investments in, and employment by, telecom business operators; consultancy work for the telecom industry.

* Try to find out if the ICNIRP-members comply to the EFSA-rules on conflicts of interest and give an assessment on the independence of ICNIRP.

These are the ICNIRP experts whose professional backgrounds we will research (see the portraits of each member in Part V):

As from December 2019, the composition of the ICNIRP Commission for the term of office 2020-2024 is as below. The new term of office starts in May 2020.

MEMBERS OF THE ICNIRP COMMISSION:

GUNDE ZIEGELBERGER (SCIENTIFIC SECRETARY), GERMANY
RODNEY CROFT (CHAIR), AUSTRALIA
ERIC VAN RONGEN (VICE-CHAIR) , THE NETHERLANDS

TANIA CESTARI, BRAZIL
NIGEL CRIDLAND, UNITED KINGDOM
GUGLIELMO D'INZEO, ITALY
AKIMASA HIRATA, JAPAN
ANKE HUSS, NETHERLANDS
KEN KARIPIDIS, AUSTRALIA
CARMELA MARINO, ITALY
SHARON MILLER, USA
GUNNHILD OFTEDAL, NORWAY
TSUTOMU OKUNO, JAPAN
MARTIN RÖÖSLI, SWITZERLAND
SOICHI WATANABE, JAPAN

MEMBERS WHO HAVE LEFT THE ICNIRP COMMISSION IN MAY 2020
Maria Feychting
Adèle Green
Zenon Sienkiewicz

MEMBERS OF THE SCIENTIFIC EXPERT GROUP (SEG):
JACQUES ABRAMOWICZ - PG COSMETICS, PG ULTRASOUND
ANSSI AUVINEN - PG DATA GAPS
CHRISTIAN CAJOCHEN - PG SHORT WAVE LIGHT
JOSE GOMEZ-TAMES - PG HF DOSIMETRY REVIEW
PENNY GOWLAND - PG DATA GAPS
JOHN HANIFIN - PG SHORT WAVE LIGHT
JUKKA JUUTILAINEN - PG DATA GAPS
KEN KARIPIDIS - PG COSMETICS, PG DATA GAPS
MASAMI KOJIMA - PG LASER POINTERS
ILKKA LAAKSO - PG HF DOSIMETRY
ISABELLE LAGROYE - PG DATA GAPS
SARAH LOUGHRAN - PG SHORT WAVE LIGHT, PG HF GUIDELINES
JACK LUND - PG LASER GUIDELINES
SIMON MANN - PG HF DOSIMETRY
RÜDIGER MATTHES - PG HF DOSIMETRY
JOHN O'HAGAN - PG LASER GDL, PG LASER POINTERS, PG LED, PG SHORT WAVE
CHIYOJI OHKUBO - PG DATA GAPS
MARGARETHUS PAULIDES - PG HF DOSIMETRY
KENSUKE SASAKI - PG HF DOSIMETRY REVIEW
DAVID SAVITZ - PG ULTRASOUND
KARL SCHULMEISTER - PG DATA GAPS, PG LED, PG LASER GDL, PG POINTERS
DAVID H. SLINEY - PG LASER GDL, PG LASER POINTERS, PG LED, PG SHORT WAVE LIGHT
RIANNE STAM - PG COSMETICS
BRUCE STUCK - PG HF GDL, PG DATA GAPS, PG LED, PG LASER POINTERS, PG LASER GDL
JOHN TATTERSALL - PG HF GUIDELINES
TIM TOIVO - PG COSMETICS
ANDREW WOOD - PG DATA GAPS, PG HF DOSIMETRY
TONGNING WU

I- Historic overview of ICNIRP and accusations of COI

In this chapter, we give an overview of the history of ICNIRP as an organisation and examples of accusations of Conflicts of Interests (COI) and other controversies concerning the organisation's work. The authors do not want to suggest that this overview is, by any means, complete or comprehensive.

About ICNIRP's history, on its website, the organisation simply states that its beginnings go back to 1973 "when, during the 3rd International Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA), for the first time, a session on non-ionizing radiation protection was organized. In 1977 the International Non-Ionizing Radiation Committee (INIRC) was created. This Committee was the immediate forerunner of ICNIRP that was chartered as an independent Commission in 1992 during the IRPA 7th International Congress."

In a speech in Rio de Janeiro, in 2008, Paolo Vecchia, the Italian former ICNIRP-chair (2004-2012), explained in more detail: "In June 1974, IRPA President, Italian Carlo Polvani (1973-1977), proposed "a possible role of IRPA in establishing criteria and standards in the field of health protection against non-ionizing radiations" and the IRPA Executive Council decided to set up a Working Group to review the health protection problems arising from different non-ionizing radiation (NIR)."

One could argue that IRPA itself, and then much later it's spin-off ICNIRP, came into existence as a "fall-out" of the first US atomic bomb testing. On its website, on the subject of its historical background, IRPA states: "Before the Second World War, radiation protection had been a largely secondary concern of radiologists and radiological physicists. With the concentration of effort under the Manhattan Project it was soon realised that this would involve working with quantities and types of radiation and radioactive materials that had not previously been envisaged. As a result, a distinct group of scientists within the project were assigned full time to what was termed "Health Physics"."

In an article from 2017 on the history of of ICNIRP, at the occasion of it's 25th anniversary founder Mike Repacholi wrote: "Concern about health risks from exposure to non-ionizing radiation (NIR) commenced in the 1950s after tracking radars were first introduced during the Second World War. Soon after, research on possible biological effects of microwave radiation in the former Soviet Union and the U.S. led to public and worker exposure limits being much lower in Eastern European than in Western countries, mainly because of different protection philosophies." As we will see further in this chapter this divide between Russia and the West on safety measures on non-ionizing radiation exists till today.

At the end of its conference in 1955, the US Atomic Energy Commission voted overwhelmingly to form a professional Health Physics Society and the first IRPA Congress was held in Rome between 5-10 September 1966. It is interesting to see that many of the 12 Executive Council Members of IRPA in 1966 remained in position for many years; a fact that echoes like a prelude to criticism that ICNIRP functions like an 'old-boys network'.

In 1974, IRPA President Polvani insisted that "a separate and independent International Commission on NIR Protection (later ICNIRP) should be established…The ICNIRP would look

to IRPA as the sponsoring international scientific organization in a similar way that ICRP looks to the International Congress of Radiology…. And "IRPA should consider broadening its institutional authority to include NIR".

So Carlo Polvani got what he wanted: the General Assembly amended the Constitution of IRPA so that it could "also apply its objectives and purposes in the field of non-ionizing radiation protection". Then the General Assembly created an International NIR Committee […] "with the objective of developing background documents and internationally accepted recommendations". This became INIRC, set up in 1977, that went on to become ICNIRP, in 1992. Already four years earlier, Mike Repacholi (more on him later), a member of IRPA, had begun writing the charter for ICNIRP which was signed in 1992.

But why elaborate so much on IRPA, before turning to ICNIRP itself? Critics often ask from where ICNIRP got its self-acclaimed international and institutional authority? Well, partly from IRPA, which still plays a role in the actual composition of ICNIRP. The IRPA Charter for the creation of ICNIRP, from 1992, says: "The election of the members of the Commission shall be made by the Commission from current members of the Commission and from nominations submitted by the Commission itself, the Executive Council of IRPA and the IRPA Associate Societies, with regard to an appropriate balance of expertise. Attention shall be paid to geographical representation."

At the end of the 15th International Congress of IRPA, planned for 11-15 May 2020, in Seoul, Korea, the new term of office of the new ICNIRP commission (2020-2024) would officially start. This occurred, despite the international congress in South-Korea being postponed until 2021 due to the corona-crisis. This international congress counts telecom companies of all kinds among its sponsors (platinum, silver, bronze as well as others). Since ICNIRP was born from IRPA, and that, like any parent, IRPA still exerts a strong influence over ICNIRP, and considering ICNIRP claims to function free of any vested interests, it seems important to us to look more closely at IRPA.

And maybe also because of the actual role that IRPA wants to play in the ongoing debate around safety and health in relation to EMF. Current IRPA-president, Roger Coates, writes that "a lot of effort over recent times has gone into preparing the IRPA Guidance for Engagement with the Public on Radiation and Risk". This seems to be the typical type of response given by bodies like IRPA, ICNIRP and others concerning public worries about possible health effects: *let's explain things better, because the public doesn't understand (…that everything is safe)*. It is the same kind of response given in the past by the nuclear sector when people started to become worried about nuclear safety issues (for example after Chernobyl).

Some governments – at various levels – try to put into practice a guiding principle of radiation safety, called "ALARA", which stands for "As Low As Reasonably Achievable". This principle means that even when being subjected to a small dose, if receiving that dose has no direct, practical or medical benefit, you should try to avoid it. IRPA-boss Roger Coates states that "the interpretation of what is 'Reasonable' in the implementation of optimisation of radiation protection is one of the key issues for our profession and is one of IRPA's current key themes. It is central to practical protection and is the dominant factor controlling exposures in any well-developed system of protection. But what does 'reasonable' mean?

There are growing concerns within our profession that we are giving more emphasis to 'as low as' and 'minimisation' rather than truly being 'reasonable'."

On the subject of safety: before Roger Coates became IRPA-president he had a life-long career in the British nuclear industry: he started working in 1975 at the Health Physics and Safety Department at the Sellafield site of *British Nuclear Fuels plc (*BNFL) and did so for over 30 years, "holding radiation protection roles covering operations, environmental protection and emergency planning. His responsibilities broadened to encompass nuclear safety, together with conventional safety and environmental issues. He completed his industry career as Director of Environment, Health and Safety for both BNFL and its British Nuclear Group subsidiary." Over the years, BNFL has had to face up to quite some issues in the field of safety and was the subject of a "damning report into the falsification of safety data at the Sellafield reprocessing plant" at the start of this century.

This year, on its website, IRPA published the first new safety guidelines of ICNIRP since 1998, of which ICNIRP-chair Van Rongen said, as we mentioned earlier: " The new guidelines provide better and more detailed exposure guidance in particular for the higher frequency range, above 6 GHz, which is of importance to 5G and future technologies using these higher frequencies. The most important thing for people to remember is that 5G technologies will not be able to cause harm when these new guidelines are adhered to."

Self-declared legitimacy

Since the signing of IRPA-charter in 1992, ICNIRP is based in Munich, Germany and registered as a self-governed NGO (non-governmental organisation) that was formally recognized as "an official collaborating non-state actor by the World Health Organization (WHO) and the International Labour Organization (ILO)." ICNIRP is consulted by the European Commission and is linked to many organizations engaged in NIR protection worldwide through diverse collaborative projects.

As mentioned in the introduction of this report, extensive reporting by *Investigate Europe*, in March 2019 (updated on June 10th 2020), showed that there are many close links between ICNIRP and other leading organisations in the field of health protection. Many ICNIRP-members are, or were, also members of one of these three scientific bodies (from which most radiation safety authorities in Europe and governments, seek their advice) and it is important to mention them again, because these are the bodies that guide government policies in most countries:

- The EU Scientific Committee on Health, Environment and Emerging Risk, SCENIHR / SCHEER.
- The World Health Organization (WHO) International EMF Project (IEMFP).
- The WHO Cancer Unit IARC, International Agency for Research on Cancer.

It is worth underlining, however, that IARC does not really fit into this "gang of four" because it has a much more critical and independent approach. IARC published a report in May 2011 which concluded that radiofrequency (RF) radiation is "possibly carcinogenic" to humans.

The IARC cancer classification includes all sources of RF radiation, of which the long-term exposure can come from mobile phone base stations, Wi-Fi access points, smart phones, laptops and tablets.

However, IARC may now have a solid reputation as independent scientific body, some years ago, IARC also got into trouble. Anders Ahlbom, senior professor of Epidemiology at the Karolinska Institute in Stockholm, and a long standing, influential member of ICNIRP (Commission Member and ICNIRP SCI working group (Epidemiology)), and ICNIRP Chairman from 1996 until 2008, was also part of the IARC panel of experts in 2011. Ahlbom was, until very recently, doing assessments of environmental health risks as chair of the Swedish Radiation Safety Authority's (SSM), the scientific council on electromagnetic fields, as a member of ICNIRP and of the EU advisory body SCENHIR.

But he was asked to step down from IARC after a journalist exposed him as being on the board of his brother's consulting firm in Brussels, which helps clients on telecoms issues. He had not made IARC aware of this. As the Swedish investigative reporter, Mona Nielsson, wrote: "Furthermore, Anders Ahlbom's brother, Gunnar Ahlbom, was for a long time a lobbyist for Swedish telecom giant Telia (previously TeliaSonera) in Brussels. At the same time Anders Ahlbom served as an "independent expert" on several important expert panels, in Sweden as well as at the WHO and EU. At a meeting organized by the European Commission in cooperation with GSM Association and Mobile Manufacturers Forum in Brussels in 2004, Anders Ahlbom was an invited expert to speak on health effects, while his brother Gunnar Ahlbom sat in the audience representing TeliaSonera."

There was, and is, more controversy and division on this topic within the WHO. In a 2017 article, "A hard nut to crack" , professor Lennart Hardell draws attention to a Fact Sheet issued by WHO in June 2011, only two months after the IARC's report adapting the cancer classification of RF radiation, which stated that "to date, no adverse health effects have been established as being caused by mobile phone use". According to Hardell, this statement was "not based on scientific evidence at that time on a carcinogenic effect from RF radiation. And it was certainly a remarkable conclusion by WHO since IARC is a part of WHO, although seemingly independent". And he goes on to conclude: "Considering the WHO statement of 'no adverse health effects' the aim might have been to undermine the IARC decision and give the telecom industry a 'clean bill' of health."

One of the main reasons for this schizophrenic approach within the WHO is to be found in the figure of ICNIRP-founder, Mike Repacholi, and the WHO's International EMF Project, IEMFP) (see more below). At least four ICNIRP-members were, or are, also members of the WHO-EMF Group.

In January 2019, in the German newspaper Der Tagesspiegel, investigative journalists described ICNIRP as "a Cartel", that systematically refutes all studies that show possible harm: "And no radiation protection agency, no EU commissioner and no minister, contradicts this. For European governments and their authorities, the 13 members of the self-appointed Commission act as a kind of force majeure. But why? Why are all the warners, even prominent figures like the panel of experts for the US Health and Safety Executive, not heard?"

The Investigative journalists describe an “astonishing phenomenon: the members of ICNIRP are simultaneously active in all the relevant institutions and thus have control over the official discourse.” They then go on to note that, legally speaking, ICNIRP is an association that auto-controls itself and thus avoids dissenting opinions, but in the first instance, the connection with the German state begins with the chosen address of ICNIRP which is the same as the German Federal Office for Radiation Protection (BfS).

Is it just a strange coincidence that ICNIRP’s secretariat is located in the building of the BfS in Munich. The scientific coordination for/of/within? ICNIRP has, for the last few years, been the responsibility of a BfS official: Gunde Ziegelberger. “Her predecessor even chaired the club until 2016. At the same time, the German government supports the NGO of scientists with about 100,000 euro a year. The spokesperson rejects the impression that the private organization is almost part of the German authority as "not applicable". The office only supports the international network of research, she said. Moreover, the ICNIRP is officially recognised by the WHO, which gives it legitimacy.”

We have asked Mrs Ziegelberger via email if she would agree to answer our questions on ICNIRP in writing, but we have, to this date, received no response (the ten questions can be found in Annex I)

This self-declared sense of legitimacy was carefully created by the Australian scientist, Michael Repacholi, who co-founded ICNIRP and also, a few years later, in 1996, the EMF Project of the WHO (officially the WHO’s International EMF Project, IEMFP) of which he became the head. The WHO’s International EMF Project (IEMFP) basically based itself on ICNIRP’s guidelines and by doing so gave itself a “quality label”.

ICNIRP under Michael Repacholi’s chairmanship

Since 1978, the Australian biophysicist, Repacholi, has been a member of the International Non-Ionizing Radiation Committee (INIRC), a part of the International Radiation Protection Association (IRPA), and between 1988—1992 he was chairman of INIRC, which then became into ICNIRP. Between 1996 and 2006, Repacholi called the shots at the WHO by creating, and then leading, the WHO EMF Project, to study the health effects of electric- and magnetic-field radiation (EMF).

So, almost simultaneously with his leadership of ICNIRP, Repacholi was able to set up the EMF Project of the WHO (officially the WHO’s International EMF Project, IEMFP) in 1996, and became its head (see more below) until 2006. From the very beginning, the WHO EMF Project and ICNIRP have been intertwined, as Louis Slesin wrote in *Microwave News*. Given the central role of Repacholi, it might explain why, from very early on, ICNIRP was officially recognized by the WHO. From 1996 until today, Repacholi has been “Member Emeritus” of ICNIRP and today, still has access to the organisation he founded.

As early as 1992, ICNIRP adopted Repacholi’s 1984 IRPA proposal that the only health issue to address in standard setting was the short-term effects due to the absorption of RF/MW energy of sufficient power to be converted to heat, based on the IEEE’s (Institute for Electrical and Electronic Engineers) Radiofrequency standard philosophy. Since then it seems to be carved in stone that ICNIRP only recognises the ‘thermal effects’ of radiation as a

serious concern. This is a crucial element to understand the position of ICNIRP, it was built on the logics and thinking of electrical and electronic engineers and completely lacking biomedical expertise.

In 1998, ICNIRP published its first "Guidelines on limits of exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)", still largely produced under the chairmanship of Repacholi.

A fierce and long-standing critic of the first ICNIRP guidelines was Dr Neil Cherry, Associate Professor of Environmental Health. In November 1999, Dr Cherry was invited by the Ministry of Health/Ministry for the Environment of New Zealand to carry out a peer-review of the proposal to adopt the ICNIRP guidelines for cell sites in New Zealand.

Cherry: "The ICNIRP guidelines were covered by a published assessment in 1998. This review shows that the assessment had ignored all published studies showing chromosome damage. It was highly selective, biased and very dismissive of the genotoxic evidence and the epidemiological evidence of cancer effects and reproductive effects. The assessment gives the strong impression of being predetermined in the belief that the only effects were from high exposures that cause electric shocks and acute exposures that cause tissue heating. For, example, they cite two studies saying that they do not show any significant increased effects of Brain/CNS cancer from microwave exposures when the actual published papers, Grayson (1996) and Beall et al. (1996), both do show significant increases of Brain/CNS cancer."

In September 2000, he presented evidence of Health Effects of Electromagnetic Radiation to the Australian Senate Inquiry into Electromagnetic Radiation. The Inquiry Chairperson, Senator Lyn Allison, described Cherry's evidence as the only independent professional evidence with no relation to industry. The conclusions from this evidence are strongly contrasted with the position of Dr Michael Repacholi, the WHO, ICNIRP, the Australian Radiation Laboratory and many other organisations around the world.

Twenty years ago, Cherry said: "This issue has been so politicized. There are two major casualties, the truth and public health. On these matters, I have no respect for the position of ICNIRP, nor that of the WHO. The WHO position is taken solely by Dr Repacholi. ICNIRP is a small self-appointed, self-promoted group that claims standing by having WHO recognition. In other words, a body formed in part and led by Dr Repacholi, claims its standing by being recognized by Dr Repacholi."

Cherry used harsh words for INCIRP under Repacholi's chairmanship. "They consistently misquote and misrepresent the published research results. They reject all epidemiological evidence because every single epidemiological study occurs with mean exposure levels and orders of magnitude below their thermally-based standard. They are highly selective, using only a small proportion of the available studies in order to construct and defend their own case. They prefer author's conclusions that there are no effects, even when the data and analysis in the paper clash with this and contradict it. They dismiss large, reliable and well-defined studies as ill-defined and unreliable. They state that studies don't show significant increases in CNS cancers when they actually do, even when the papers include significant dose-response relationships. Both the WHO and ICNIRP, under Dr Repacholi's leadership, have maintained the thermal view to the present, despite the large and ever-growing body of scientific research that firmly and conclusively challenges this."

He also accused Repacholi of maintaining close links with industry. “He not only appeared in New Zealand in two court cases for industrial clients, in Vienna he was taken to an industry sponsored press conference where he stated that there was no evidence that GSM cell phones were hazardous to health. At the conference, he presented his paper on the Telstra (**Telstra** is Australia's largest mobile network operator and telecom company) funded project that showed that GSM cell phone radiation at quite low non-thermal levels, doubled the cancer in mice. When challenged by the conference chairman, Dr Michael Kundi, Dr Repacholi said that a study is not evidence until it is replicated. The conference rejected this. A study is evidence. Replication provides confirmation and establishment.”

The fact is that Repacholi has followed a remarkable career path, from member of IRPA and working in an Australian hospital, to holding a dominant position in the international debate on EMF risks. He also developed as a scientist, from publishing a study in 1997 on lymphoma incidence in mice exposed to RF radiation, to becoming a consultant for telecom and power companies ten years later.

In 2017, he published ‘A History of the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)’ in the scientific review *Health Physics*, in which he stated: “ICNIRP’s guidelines have been incorporated into legislation or adopted as standards in many countries. While ICNIRP has been subjected to criticism and close scrutiny by the public, media, and activists, it has continued to issue well-received, independent, science-based protection advice. This paper summarizes events leading to the formation of ICNIRP, its key activities up to 2017, ICNIRP’s 25th anniversary year, and its future challenges.”

It is quite revealing that Repacholi writes, “ICNIRP has been subjected to criticism and close scrutiny by the public, media, and activists”, and yet, forgets to mention, *and also by scientists*. Because, since the first publication of guidelines by ICNIRP in 1998, there has been a never-ending stream of critical academics publishing harsh analysis on the scientific work of ICNIRP. The issue is that Repacholi has not only been a dominant figure, but also a very divisive figure, in the international EMF-debate and he has been able to make sure that independent scientists who do not agree with the ICNIRP-dogma of ‘thermal effects only” have not become part of ICNIRP nor of the WHO EMF Project.

The fact that, in his article for the 25th anniversary of ICNIRP, Repacholi makes no mention of the criticism and close scrutiny by scientists is quite telling. Because basically, the story of ICNIRP and the ongoing controversy and ever deeper divisions within the scientific community in the EMF-debate, started around the persona of Michael Repacholi himself.

‘Good science’ and the EMF Project (IEMFP)

As we have stated above, Repacholi was not only ICNIRP chairman, but also the leader of the WHO EMF Project. In his own words: “The WHO established the International EMF Project to provide a mechanism for resolving the many and complex issues related to possible health effects of EMF exposure. The Project assesses health and environmental effects of exposure to static and time varying electric and magnetic fields in the frequency range 0 - 300 GHz, with a view to the development of international guidelines on exposure limits.”

In 1999, Repacholi published the Proceedings of an International Seminar on EMF Risk Perception and Communication that took place in Canada. The event was not only sponsored by the WHO, some government ministries and the Faculty of Medicine at the University of Ottawa, but also by the Cellular Telephone Industry Association, the Canadian Wireless Telecommunications Association and some electricity companies. The almost 300-page document published by Repacholi's "International EMF Project" (part of the WHO's Department of Protection of the Human Environment) kicks off with this statement: "Possible health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF) have led to concerns among the general public and workers that appear to go well beyond those that are attributed to well-established risks. It is necessary to understand why this occurs and to deal with it through an effective communications programme. People have the right to access reliable, credible and accurate information about any health risks from EMF exposure."

In his review, "A hard nut to crack", professor Hardell writes: "Michael Repacholi immediately set up a close collaboration between WHO and ICNIRP (being head of both organizations) inviting the electric, telecom and military industries to meetings. He also arranged for large part of the WHO EMF project to be financed by the telecommunication industry's lobbying organisations; GSM Association and Mobile Manufacturers Forum, now called Mobile & Wireless Forum (MWF)." Hardell states that Repacholi acted like "a representative for the telecom industry while responsible for the EMF health effects department at the WHO"

An investigative article in US magazine, *The Nation*, stated: "Although Repacholi claimed on disclosure forms that he was "independent" of corporate influence, in fact Motorola had funded his research: While Repacholi was director of the WHO's EMF program, Motorola paid $50,000 a year to his former employer, the Royal Adelaide Hospital, which then transferred the money to the WHO program. When journalists exposed the payments, Repacholi denied that there was anything untoward about them because Motorola had not paid him personally."

According to *The Nation*, "eventually, Motorola's payments were bundled with other industry contributions and funnelled through the Mobile and Wireless Forum, a trade association that gave the WHO's program $150,000 annually. In 1999, Repacholi helped engineer a WHO statement that "EMF exposures below the limits recommended in international guidelines do not appear to have any known consequence on health."

In a *Microwave News* article, Repacholi claims that he always followed the WHO rules on funding and that, "NO funds were EVER sent to me." But the article's author, Louis Slesin goes on to say that "this is financial *legerdemain*. As *Microwave News* has previously reported, Repacholi arranged for the industry money to be sent to the Royal Adelaide Hospital in Australia, where he used to work. The funds were then transferred to the WHO. Seven years ago, Norm Sandler, a Motorola spokesman, told us that, "This is the process for all the supporters of the WHO program." At the time, Motorola was sending Repacholi $50,000 each year. That money is now bundled with other industry contributions and sent to Australia by the Mobile Manufacturers Forum (MMF), which gives the project $150,000 a year."

A scientist who is very critical about the activities of Repacholi is American Professor Andrew A. Marino (who used to work at the departments of Orthopedic Surgery, Neurology, and

Cellular Biology & Anatomy at the LSU Medical School in Louisiana) wrote: "In 1996 the World Health Organization began what it said was a program to assess the scientific evidence of possible health effects of EMFs. But the project was corrupted from the start because it was controlled by the power- and cell-phone companies in the industrialized countries. The companies designated Michael Repacholi as the project head. He had long been a consultant and spokesman for power companies, so it was unrealistic to expect him to conduct an open and honest inquiry, but his performance in office was even more miserable than could have been anticipated based on his known conflict-of-interest."

Marino: "While heading the EMF program at WHO, Repacholi dealt almost exclusively with experts on the payroll of cell-phone and power companies. Scientists who disagreed with the viewpoint of the EMF companies were excluded from the EMF evaluation process. The public was also excluded from participation even though it was a major stakeholder in the EMF debate. Only pro-industry spokesmen were heard in Repacholi's star-chamber processes, which ultimately resulted in reports and evaluations that exonerated the companies from any responsibility for human disease produced by their EMFs."

Marino saw Repacholi at the Annual Meeting of the Bioelectromagnetics Society (BEMS) in Cancun, Mexico, in June, 2006: "The Mobile Manufacturers Forum, a consortium of the world's major cell-phone companies, were "Gold Sponsors" of the BEMS meeting, and the leaders of BEMS, had invited Repacholi to give a talk entitled "Results from 10 Years of WHO's International EMF Project," which he delivered at a plenary session of the meeting. Unsurprisingly, his talk was a paean to his EMF activities at WHO. He was proud of having successfully stemmed the tide of concern regarding the link between environmental EMFs and other human diseases, and of having defended the principle that man-made environmental EMFs were harmless. He touted model legislation that he had drafted, and said that he hoped it would be enacted by various governments so that the fact that environmental fields were safe would be enshrined in law."

In 2006 Repacholi stepped down as director of WHO's EMF Project.

Not much later *Microwave News* announced: "It's Official: Mike Repacholi Is an Industry Consultant And He's Already in Hot Water": "Just months after leaving his post as the head of the EMF project at the World Health Organization (WHO), Mike Repacholi is now in business as an industry consultant. The Connecticut Light and Power Co. (CL&P), a subsidiary of Northeast Utilities, and the United Illuminating Co. (UI) have hired Repacholi to help steer the Connecticut Siting Council away from a strict EMF exposure standard."

To strengthen his testimony on behalf of the two electric utilities, Repacholi cited the findings of an unfinished WHO report —Environmental Health Criteria (EHC)— on EMF risks. Twenty invited experts drafted this report at a meeting in Geneva in October 2019. The final version was expected to be made public months ago but it's still being edited by the WHO staff.

According to Chris Portier, who chaired the expert EHC panel for the WHO, Repacholi has misrepresented the group's conclusions: "The paraphrasing sometimes has gone a bit far and may be misleading". Portier is the associate director for risk assessment at the National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS)." (see below).

Portier cites a couple of examples. For example, in a summary of the WHO report, Repacholi states that the EHC panel concluded that "The epidemiological evidence cannot be used as a basis for standards (exposure limits)". Portier retorts, "Such a statement is absurd, since they obviously can be used."

Repacholi has since also been involved in an industry propaganda video and interviews with GSM Association and Hydro Quebec where he clearly speaks in favour of the telecommunications and the power industries, respectively.

A year later, in 2007, *Microwave News* reported that "Mike Repacholi has now revealed that up to half of the funds raised for his EMF Project came from industry. This admission was made in an interview with *Resource Strategies Inc*. in an effort, he states, to "set the record straight." While Repacholi has acknowledged in the past that he raised funds from industry, the extent of the industry support is much greater than anyone has previously suspected. Repacholi has never disclosed how much money he received nor from whom. He insists that the EMF Project was not "influenced by industry."

According to an e-mail seen by *Microwave News*, Repacholi touts the interview as an example of "where the press finally got it right": "*Resource Strategies*, however, can hardly be considered "the press" in the usual meaning of the term. *Resource Strategies* is a corporate consulting firm that prepares briefing papers for clients, which are almost exclusively in the wireless and electric utility businesses. Among them are *EPRI, FGF, GSM Association* and *MMF*. All of these industry groups supported the EMF Project during Repacholi's tenure. And to bring it all full circle, the WHO is also on *Resource Strategies*' client list."

Some current ICNIRP members, such as the new chair, Rodney Croft, also declare doing work for EPRI.

Researcher Don Maisch wrote that Repacholi harmed the credibility of the WHO: "It is acknowledged that in an ever increasingly globalized world the reliance on international organisations to set standards to protect public health is an irrefutable fact of modern life. It is also a fact that international organizations charged with this task need to be "eternally vigilant" to ensure that their organisations are not co-opted by vested interest groups – as exampled by Big Tobacco and WHO. However, when it comes to non-ionizing radiation issues (in this case for power frequency health risk assessment) the evidence is clear that Michael Repacholi has used his standing in both WHO and ICNIRP to stack the WHO's Environmental Health Criteria Task Group for power frequency exposures with representatives of the power industry in contravention of WHO policy."

Maybe one of the most telling episodes in the professional life of Repacholi is his open fight with his former boss, Gro Harlem Brundtland, who was director-general of the WHO. In interviews and a speech, Brundtland admitted that she is 'electrically sensitive': "I never place a mobile phone next to my head because in one second I would develop a bad headache." Repacholi was not amused. In 2012, several Norwegian newspapers reported that the "Former head of WHO's EMF project and ICNIRP chairman says that Brundtland has created "fear of mobiles" in the population". He offered to examine her, as if she had a psychological problem.

Very seldom were critical voices heard within the WHO. From the minutes of the Sixth International Advisory Committee meeting in May 2001, we read that Russian professor Yuori Grigoriev (the one from the 'angry letter' mentioned below) tabled a document outlining EMF activities in Russia, and the difficulties with standards harmonization "particularly because of the inadequate consideration of non-thermal effects by ICNIRP and other national authorities".

Dr Paolo Vecchia, of the National Institute of Health in Italy, and later ICNIRP chair, reacted to this by saying that "it is important to be able to recognize what good science is. WHO should be a reference point or clearinghouse for good science and good scientific review. It is important to recognize that science and legal measures follow the technology – it is not possible to do a mobile phone epidemiological study before the introduction of the technology! Given the pace of new technological development it is not possible, even now, to envisage the complete set of new research that will be needed."

Vecchia also claimed to be personally very concerned about 'defensive science', speaking of over-cautiousness and an over-emphasis on uncertainties. "Scientists should be more confident 'about the state of art'". He is now doing consultancy work and speaks at Telecom-conferences.

IEEE/ ICES

In 2008, Vecchia wrote: "Guidelines for safe exposure to electromagnetic fields have also been developed by other international organizations, in particular the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Apart from some differences in terminology and numerical values of the limits, these guidelines are based on the same methodological approach, the same structure, and the same scientific database as ICNIRP."

In his thesis on "an examination of the manipulation of telecommunications standards by political, military, and industrial vested interests at the expense of public health protection" ORSAA-member and scientist, Don Maisch, compares the ICNIRP and IEMFP with the American based IEEE. It is interesting because while ICNIRP claims to be free from the influence of private interests, IEEE/ICES has always openly had members of the military and of the telecom industry among its ranks.

Maisch writes: "On the part of both IEMFP and ICNIRP, a disregard for their own stated principles on independence from industry and following questionable criteria for evaluating science, suggests an agenda to cut off the scientific controversy over EMF human health hazards by less than scientific means. It could be argued that IEEE's openly industry and military dominated standard-setting process is at least more honest than WHO / ICNIRP masquerading as independent scientific voices free of vested interest machinations."

Dariusz Leszczynski, Adjunct Professor at the University of Helsinki, writes about conflicts of interest concerning ICES: "ICES, equivalent of ICNIRP, prepares safety recommendations for the exposures of users by radiation emitted by cell phones. Unlike ICNIRP, anyone can apply for membership of ICES and all members of ICES participate in the decision-making process. Sounds nice… Not a "private club" as ICNIRP where participation is by invitation only and the invitees have to have the same opinion on radiation safety – this helps in reaching unanimous decisions… But ICES has another problem that caused me, member of ICES for a

couple of years, to resign my membership in 2009. The problem is that the ICES membership is clearly dominated by scientists working or consulting for telecoms."

And in another blogpost Leszczynski wrote: "The membership of the IEEE-ICES-TC95 consists predominantly of the industrial scientists and the committee is chaired by C.K. Chou since the time he was employed by Motorola. This means that all safety standards being developed by IEEE-ICES-TC95 are, in practice, developed by the industry scientists for the use by the industry they are employed by. The industry scientists have the majority on the committee and upper-hand in any process involving democratic voting. To me this is clear Conflict of Interests".

In the portraits of ICNIRP chair, Croft, and co-chair, Van Rongen, we describe (from page 50) how they worked on establishing closer relations between ICNIRP and ICES.

From the minutes of a meeting by the IEEE/ICES TC95 working groups at a Motorola headquarters, a few interesting things got clear: In 2017 Repacholi was still a member of the "ICES literature systematic review working group". And ICES-chair Faraone Antonio from 'Motorola Solutions' proudly announced that "ICNIRP has delayed finalizing their conclusions to give full consideration of ICES's recommendations".

Former Motorola employee Chou stated at the same meeting on the interaction with World Health Organization (WHO EMF Project) that "in response to C-K Chou, the WHO has agreed to encourage international harmonization of RF Safety Limits, especially between ICNIRP and ICES"

And concerning the WHO EMF Project, Hardell describes how Repacholi recruited Emilie Van Deventer to the WHO EMF Project in 2000, and to this day, she remains project manager at WHO for the EMF project: "She has been a long time member of the industry dominated organization Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). IEEE has prioritized international lobbying efforts for decades especially aimed at the WHO." Hardell states that Van Deventer is an electrical engineer and has no formal or earlier knowledge in medicine, epidemiology or biology, so it is surprising that she was selected for such an important position at the WHO. Hardell: "The very same year she was recruited to the WHO EMF Project, Toronto University Magazine wrote about Emilie van Deventer's work, stating that it was 'invaluable' to industry: 'The software modelling done by teams like van Deventer's is invaluable.' 'The industrial community is very interested in our research capabilities,' says Van Deventer. 'It always needs to be working on the next generation of products, so it turns to universities to get the research done'."

The importance of this work is reflected in the research funding van Deventer and her team received from the Natural Sciences & Engineering Research Council of Canada (NSERC), Communications & Information Technology Ontario (CITO), and their major industrial partner, Nortel. "We are fulfilling a very real need in the industry today, which will only increase as technology creates more opportunity. In the process, consumers will continue to enjoy faster computers, lighter cell phones, smaller electronic organizers and the vast array of other electronic gadgets the high-tech world has to offer."

In 2016, during a seminar at the SSI, concerning health effects of EMF, former Swedish investigative journalist, Mona Nilsson, asked both Emilie van Deventer, Head of the WHO

EMF Project, and Eric van Rongen, the then chair of the ICNIRP, "whom the citizens should believe: them or the opinion of 220 scientists who signed an Appeal submitted to the United Nations and the WHO?". Both Van Rongen and Van Deventer answered the question without defending their position. Apparently, neither Van Rongen or van Deventer are willing to fully defend the reliability of the evaluation of science by ICNIRP, because as Leszczynski points out, neither of them said that ICNIRP evaluation of science is reliable and that the Appeal's conclusions are unreliable. "This clearly demonstrates that there is no scientific consensus on the health effects of radiation emitted by wireless communication devices. This situation should be taken into consideration when the WHO selects expert group for preparation of the final version of the Environmental Health Criteria for RF-EMF. Scientists with diverse scientific opinions should and must be appointed in order to facilitate an unbiased scientific debate."

We have sent questions to Van Deventer, but have, to date, received no answer.

Angry Russian letter

Although ICNIRP was recognised as "an official collaborating non-state actor by the World Health Organization (WHO) and the International Labour Organization (ILO)", from the early days, ICNIRP has also been criticized for industry-bias and indisputable situations of conflict of interest.

Hardell notes that the Ethical Board at the Karolinska Institute in Stockholm, Sweden, concluded, already in 2008, that "being a member of ICNIRP may be a conflict of interest that should be stated officially whenever a member from ICNIRP makes opinions on health risks from EMF."

Nevertheless, for the WHO, this does not appear to pose a problem. After the IARC publication in 2011, the WHO announced a new 'formal risk assessment' in 2012, which was launched in 2014 and was then open for public consultation until the end of 2014.

The WHO stated "the drawing of conclusions from the literature and the drafting of these chapters is the remit of a formal Task Group that will be convened by WHO at a later stage in the process."

Hardell disclosed that "it turned out that of the six members in the WHO Core Group, four are active members of ICNIRP and one is a former member." Indeed, in a research paper from 2016, Sarah J Starkey concludes that "the anticipated WHO Environmental Health Criteria Monograph on Radiofrequency Fields, due in 2017, is being prepared by a core group and additional experts, with 50% of those named, being, or having been, members of AGNIR or ICNIRP (Table 2)."

In another research paper, from 2017, Hardell notes: "It is striking how ICNIRP has infiltrated the WHO Monograph core group, making it less likely that the conclusions in that Monograph will differ from ICNIRP's conclusions." And according to him, only one person seems to be independent of ICNIRP and "several persons also have affiliation(s) to other advisory groups, authorities and/or committees. Six of the 20 additional experts are affiliated with ICNIRP".

In March 2017, professor Oleg A. Grigoriev, Chairman and Head of the Scientific Department of Non-Ionizing Radiation, Federal Medical Biophysical Centre of Federal Medical Biological Agency (RNCNIRP) of Russia wrote an angry letter to Maria Neira, Director of Public Health and Environment at the WHO, in which he openly attacks ICNIRP: "It has just come to our attention that the WHO RF Working group consists mainly from present and past ICNIRP members. In general, the WG is not balanced and does not represent the point of view of the majority of the scientific community studying effects of RF. In particular, the private self-elected organization, ICNIRP, similar as majority of the current WHO RF WG members, does not recognize the non-thermal RF effects, which represent the main concern of widespread exposure to mobile communication and upholding guidelines from 1996, which are based on RF thermal effects only."

The Russian scientist concludes that "the guidelines of ICNIRP are irrelevant to the present situation when majority of population over the world is chronically exposed to non-thermal RF from mobile communication. Based on multiple Russian studies and emerging number of studies coming from other countries, the Russian equivalent of ICNIRP has consistently warned against possible health effects from mobile communication. This point of view of RNCNIRP (Russian radiation protection agency) is supported by hundreds of new publications including well known recent RF studies in human and animals."

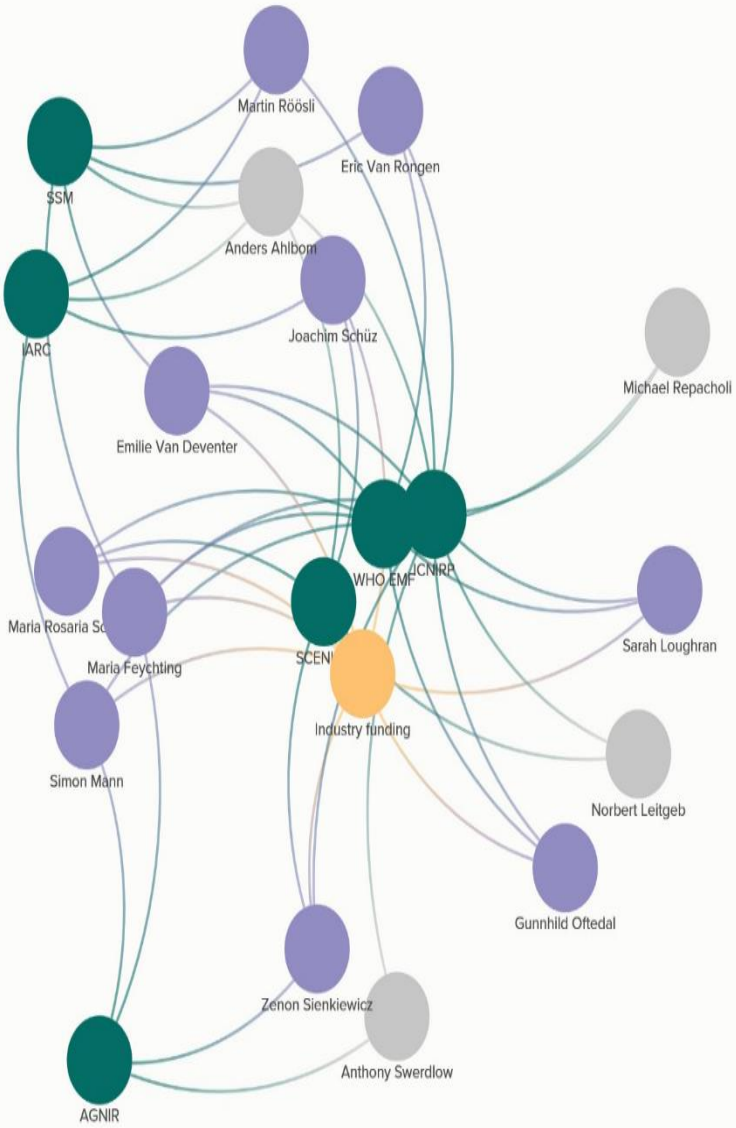
Apparently, this angry Russian letter, in addition to other outcries, did have some effect on the WHO, because it relaunched a Call for Expressions of Interest for systematic reviews (2020) for an 'Environmental Health Criteria Monograph': "The World Health Organization's (WHO) Radiation Programme has an ongoing project to assess potential health effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields in the general and working population. To prioritize potential adverse health outcomes, WHO conducted a broad international survey in 2018. Ten major topics were identified for which WHO will now commission systematic reviews to analyse and synthesize the available evidence."

We wonder if this time the WHO will try to avoid conflicts of interests and whether, for example, there will also be Russian experts and other non-ICNIRP affiliated scientists on the panels of experts.

Investigate Europe wrote that the conflicts in EMF research run deep: "Historically, science in this field has been associated with the telecom sector and the military. ICNIRP's safety limits primarily take into account the needs of the telecom industry, claims Dariusz Leszczynski, former long-time researcher at the Finnish radiation protection agency. In 2011, he sat on the committee of IARC, the cancer body of the World Health Organisation, when it decided that EMF is "possibly carcinogenic" to humans. ICNIRP's goal is to set safety limits that do not kill people, while technology works – so something in between", says Leszczynski."

Dariusz Leszczynski, has written about this many times on his blog and has often referred to an unbalanced expert composition: "ICNIRP can, and should, be considered as a "private club" where, members of the new Main Commission are selected by the members of the outgoing Main Commission. It is a self-perpetuating and self-promoting German NGO that is not accountable for its actions at all. Nobody controls it. Nobody supervises it. Nobody checks it for conflicts of interests. Nobody checks it for the scientific accuracy. In all what and how ICNIRP does, we, the general public, must rely on the self-assurances, from the

ICNIRP, that all is in order. One may ask whether such self-assurances are sufficient when ICNIRP is preparing advisories “enforced” world-wide by the WHO and applied by the numerous governments and by the multi-billion industry.”



The following Graphic – made by *Investigate Europe* shows the interlinkages between renowned ICNIRP-members and other scientific bodies. These groups, are to a large extent staffed by the same experts. “Of 13 ICNIRP scientists, six are members of at least one other committee. In the WHO group, this applies for six out of seven,” *Investigate Europe* writes.

III - Discussion & Controversies

An observation one could make based on what has been discussed above, is that ICNIRP is simultaneously one of the most powerful and one of the least-known non-governmental organisations (NGO's) in the world. Powerful, because for almost three decades, ICNIRP has enjoyed a monopoly in the regulation of exposure to EMFs through their guidelines thanks to the stamp of approval of the WHO. For the past 30 years, and currently, this advice and these guidelines, are to a large extent followed by governments all over the world. In every annual report, by any major telecom company, you will find references to ICNIRP in any discussion or statement on the safety of their mobile phones. ICNIRP garners huge influence worldwide, functioning on a modest yearly budget of around 140.000 euro, and yet ICNIRP is largely unknown by the general public.

ICNIRP presents itself, and is described by the European Commission and in the media, as an independent commission that gives advice based on scientific evidence. Our research shows that there are several reasons to question this (self)-image.

Biased composition

The composition of ICNIRP is very one sided. As one can read in the portraits of the members of the ICNIRP commission and of the Scientific Expert Group (SEG), they all share the same position on the safety issues: non-ionising radiation only poses a health threat at thermal levels.

Prominent ICNIRP-members therefore denounce the findings of the U.S. National Toxicology Program (NTP) that showed rats and mice contracted cancer when exposed to telephone radiation. In a scientific publication, Van Rongen and co-authors state, as we laid out in the portrait of the former chair of the ICNIRP-commission, that "substantial limitations (of the NTP-study) preclude conclusions being drawn concerning RF EMFs and carcinogenesis."

Professor Hans Kromhout of Utrecht University, who is leading a long-term study into the effects of mobile phone use on human health, and who is chairman of a special committee on Electromagnetic Fields of the leading Dutch Health Council, regrets the way INCIRP minimalizes the conclusions of the NTP study. "You can see that certain groups are trying to reason that away. But they are well-executed studies", he said in a Dutch newspaper.

According to Kromhout, a deep controversy divides the scientific community that researches EMF: "Two camps have arisen in science, with the two groups shouting at each other from their trenches. It has become impossible to conduct a normal conversation." This observation is also made by ORSAA-scientists.

And one of these two camps, is not represented at all inside ICNIRP. "It would seem that the Commission is composed only of 'non-believers," Kromhout wrote in an email to us. In the Dutch newspaper, he had earlier stated: "It's a bit of an opaque club. How candidates are elected is not clear. Call it self-indulgent. In that sense, it doesn't really have an independent status."

In more recent exchanges with us, he re-iterates that the use of the word "self-indulgent" is justified. He refers to the sentence in the ICNIRP Charter: "The election of the members of the Commission shall be made by the Commission from current members of the Commission and from nominations submitted by the Commission itself, the Executive Council of IRPA and the IRPA Associate Societies, with regard to an appropriate balance of expertise. Attention shall be paid to geographical representation." The first part – that it is the members of the Commission who elect its new members – puts the Commission at risk of remaining a closed circle made up only like-minded scientists.[3]

The unbalanced composition of ICNIRP is further demonstrated by the lack of expert-members with training and experience in medical and/or biological sciences. As one researcher pointed out, of the outgoing ICNIRP commission only one member was trained in medicine, and only three in biological sciences. Furthermore, the sole medical professional, Adele Green, was not an expert researcher in RF-EMR (with a single original research article back in 2005), but was specialised in UV-radiation and skin cancer. She also left ICNIRP in May 2020. It seems a good thing she has been replaced by Dutch scientist, Anke Huss, assistant professor at the Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS) at Utrecht University (NL), who seems to be rather critical. Tania Cestari has replaced Adele Green ICNIRP in May 2020, although, like Green that she has collaborated with, her expertise seems to be on UV radiation in dermatology. Interestingly, a search on the PubMed database showed that she has no publications for radiofrequency or other EMFs so she is not an expert on wireless radiation.

The system of cooptation of ICNIRP and the resulting excessively homogeneous composition clearly favors such biases. In 2013, in his article "Not Entirely Reliable : Private Scientific Organizations and Risk Regulation - The case of Electromagnetic Fields", Gabriel Domenech Pascual, Professor Administrative Law at the University of Valencia, states in his conclusions : "That lack of plurality tends to reduce both the quantity and the quality of the available information that serves the basis of their judgments, to stifle critical dialogue, to exacerbate the common biases and positions of their members and to produce extreme outcomes, polarized in the direction of those biases and points of view."

We can safely say that ICNIRP has been, and is still lacking people with a relevant medical background and over represented by physical scientists, which may not be the wisest composition when your remit is to offer advice on human health and safety to governments around the world.

Dr. Chris Portier, former director of the National Center for Environmental Health and international expert in the design, analysis, and interpretation of environmental health data with a focus on carcinogenicity, writes to us that the ICNIRP Council and SEG "appear to have a very wide balance of experience". However, what they are lacking, according to Portier, "is representation by scientists who have a history of working in risk assessment for chemicals. This leads to their having different risk assessment approaches than the rest of the area."

[3] For a better understanding of IRPA and functioning of ICNIRP, we refer you to the historical section of this report

Portier argues that risk assessment for chemicals is “well-established and has been used for many, many years”. This standard of assessing risks of chemical substances, governs how to judge the quality of various types of scientific studies and how to incorporate them into the final risk assessment decisions.

Portier: “I have long felt that experts from EMF-research have been incorrectly arguing that this exposure is different and must be handled separately. But ionizing radiation is handled the same was as chemicals in risk assessment, why not EMF?” Portier states that ICNIRP could “expand their expertise in epidemiology and toxicology and experts who understand the challenges of biomedical study design and interpretation in a general sense.

And Portier states that “it would also be good to have a few scientists who are more outspoken about potential risks.” Portier writes that these improvements “would” challenge ICNIRP to “be exact about their dismissal of some of the positive findings” in research on health effect of EMF, that do exist.

The composition of ICNIRP is also one sided in another sense: there is a lack of representatives from the Middle East, Russia, China and India who have outstanding research contributions in the RF research and also (in many cases) have more stringent standards.

For Gabriel Domenech Pascual "this lack of plurality is not fortuitous at all, but caused by the system used to elect the members of the ICNIRP. As everybody knows, cooptation tends to produce homogeneous, conservative, immobile and not sufficiently innovative groups."

"This stands in sharp contrast with the principles underlying current European Union Law", Domenech Pascual adds. "As stated in the Communication from the Commission on the collection and use of expertise, pluralism is a determinant of the quality of the scientific advice. Therefore, “wherever possible, a diversity of viewpoints should be assembled. This diversity may result from differences in scientific approach, different types of expertise, different institutional affiliations, or contrasting opinions over the fundamental assumptions underlying the issue. Depending on the issue and the stage in the policy cycle, pluralism also entails taking account of multi-disciplinary and multi-sectorial expertise, minority and non-conformist views".

Various EMF-experts have pointed out on many occasions in the past years that ICNIRP is wrongfully dismissing certain scientific studies showing adverse health effects and sticking, in an almost dogmatic way, to the conviction that “non-ionising radiation poses no health threats and the only effects it has are “thermal”. Two leading experts, Kromhout and Portier confirm to us that ICNIRP is a closed, non-accountable and one-sided organisation. As concluded earlier, “a closed circle of like-minded scientists” has turned ICNIRP into a self-indulgent science club, with a lack of biomedical expertise as well as a lack of scientific expertise in risk assessment and risk management philosophies (similar to those used for ionizing radiation and for chemicals), which might lead to “tunnel-vision”.

Will world safety standards really be safe?

Several ICNIRP-members are, or were, also members of the International Committee on Electromagnetic Safety (ICES) of the IEEE. This is an organisation in which many people from the media and telecom industry and from the military are actively and openly involved. The former chair of the ICNIRP-commission was a member of an ICES-committee. As we mentioned in his portrait, ICES thanked Van Rongen for improving the relationship between ICES and ICNIRP and for his willingness to discuss the harmonisation of ICNIRP-guidelines and IEEE-exposure limits. In its latest published annual report (2016), ICES states: "ICES will maintain its collaborative relationship with ICNIRP with the goal of setting internationally harmonized safety limits for exposure to electromagnetic fields at frequencies below 300 GHz. This interaction with ICNIRP is considered a major step forward."

In 2016 Van Rongen invited members of ICES to give their comment on the new guidelines for HF Fields. And ICNIRP took these comments very seriously. In 2017 during the annual meeting of ICES it was stated that "ICNIRP has delayed finalizing their conclusions to give full consideration of ICES's recommendations".

The new chair of the ICNIRP-commission Croft was also member of ICES until December 2015. Seven other ICNIRP-scientists - Guglielmo d'Inzeo, Akimasa Hirata, Jose Gomez-Tames, Ilkka Laakso, Kensuke Sasaki, John Tattersall and Tongning Wu – were or are also members of an ICES-committee.

This clearly shows that ICNIRP has been working very closely with IEEE/ICES on the creation of the new RF safety guidelines that were published this year. And this implies that large telecom-companies as Motorola and others, as well as US military, had a direct influence on the ICNIRP guidelines, which are still the basis for EU-policies in this domain.

Kromhout comments that he was unaware of the fact that several ICNIRP-members also participate in ICES/IEEE. ICES/IEEE is not one of the organisations that is mentioned as a collaboration partner on the ICNIRP-website. On the subject of the IEEE, the Dutch professor writes that "this is not really an independent organisation when it comes to electromagnetic fields and health."

Portier sees the membership of ICES as a potential conflict of interest. He indicates as an example that the declarations of interests of some ICNIRP-members mention membership in ICES, but no mention of the travel costs associated with that membership being covered by ICES: "This has two consequences. Travel cost reimbursement is a perk and it could be removed if the member fails to give the right answer, hence a potential Conflict of Interests. Secondly, being a member in ICES gives industry access to the ICNIRP member which would not be available to the general public and can thus bias opinions."

A membership of and close cooperation of ICNIRP-members with ICES, which for several years held its annual meetings at a Motorola's branch, can be considered as a possible conflict of interest. As described, during the current leadership of ICNIRP, these ties got even closer "with the goal of setting internationally harmonized safety limits for exposure to electromagnetic fields".

Ties that bind

A lot of ICNIRP-scientists have also participated in research work that was funded, or partly funded, by the telecom industry.

The International Agency for Research on Cancer (IARC) has a strict policy when it comes to inviting scientists to assist it in the writing of the famous monographs – like the one from 2011, that classified radiofrequency electromagnetic fields as, "possibly carcinogenic to humans (Group2B), based on an increased risk for glioma, a malignant type of brain cancer associated with wireless phone use." In the final Monograph 2012 report, it is stated that each scientist must disclose pertinent research, employment, and financial interests during the past 3 years, unless that a grant from for example a company does not exceed more than 5% of total research budget: "All grants that support the expert's research or position and all consulting or speaking on behalf of an interested party on matters before a court or government agency are listed as significant pertinent interests."

In our introduction, we wrote that the European Food and Safety Authority (EFSA) has slightly less stringent member-selection criteria: "Research funding from the private sector benefiting EFSA's experts should not exceed 25% of their total research budget."

It seems that this percentage is not exceeded by most of the members of the ICNIRP-commission and Scientific Expert Group, insofar as we can trust their Declarations of Personal Interest. But these declarations are often not complete. Anssi Auvinen, for example, mentions that he received € 100,000 from the Mobile Manufacturers Forum for the Finnish section of the COSMOS-study. But he does not mention what percentage of his total research budget that amount constitutes. And Maria Feychting, former vice-chair of the ICNIRP-commission, did not mention any research support received from commercial entities in her Declaration of Personal interest, although a lot of her research actually was, as we showed in her portrait, funded by industry. Some of the member's DOI's are also somewhat out of date. For example, the last DOI available for Isabelle Lagroye, published on the ICNIRP-website, is dated October 2015.

The majority of ICNIRP-scientists did perform research partly funded by industry. But is this important information? As we argue in the introduction, we believe it is. Scientific publications, co-authored by two ICNIRP-scientists – Anke Huss and Martin Röösli, confirm the importance of funding. In 2006 and 2009 they did a systematic review of the effect of the source of funding in experimental studies of mobile phone use on health, and their conclusion was that, "industry-sponsored studies were least likely to report results suggesting (adverse health) effects".

And theirs is not the only study that showed this kind of bias. Portier agrees in writing to us that this is a problem: "There have been numerous studies of the differences in reporting from industry-funded research versus publicly-funded research that suggest a strong bias."

David O. Carpenter, professor of Environmental Health Sciences at the University at Albany, explains the mechanism behind this claim in the preface of the book Corporate Ties That Bind - An Examination of Corporate Manipulation and Vested Interest in Public Health: "One of the greatest problems in scientific discovery," he writes, "is the perversion that can result due to conflicts of interest. While there are other possible bases for conflicts of interest,

most are financial. Individual scientists may have financial conflicts of interest that influence the design of the studies they perform so that they obtain a result similar to that which they, or their funders, want. When funding for scientists comes from an organization or corporation with desires to present a clean bill of health to the public, there is strong motivation to give the funder what they want, if only to continue receipt of funding."

The Australian researcher, Don Maisch, claimed in his PhD-thesis, *The Procrustean Approach: Setting Exposure Standards for Telecommunications Frequency Electromagnetic Radiation* (2010), that the dismissal by ICNIRP of all studies that show health effects of non-ionizing radiation shows the influence industry exercises on ICNIRP: "Such dismissal may, on the surface, appear to be objective expert opinion, but an examination of ICNIRP's risk assessment processes finds, however, that power industry influence is endemic to the process. This influence appears to be aimed at ensuring economic protection for the industry against the need to spend enormous amounts of money on upgrading distribution networks as well as the risks of litigation if more restrictive limits were ever put in force.**"**

According to Maisch, the essence is that the thermal limitations of the IEEE standards and the ICNIRP RF Guidelines "can be said to be little more than an outdated artefact from a half-century ago, maintained by a scientific elite who have long staked their scientific credibility on maintaining that viewpoint. From their perspective, to retreat from that paradigm would be to admit that they had it wrong after all."

Ten years after Maisch' publication and many other similar criticisms, ICNIRP still adheres to the paradigm that the only proven effects are thermal. "ICNIRP appears to take into account only the warming of tissue and uncontrolled muscle contractions, although they claim in the most recent advice, that they also evaluated other mechanisms", writes Kromhout.

As many scientists and critical observers have pointed out, it seems as if ICNIRP members are either oblivious or ignoring scientific studies that find possible adverse health effects where there is an absence of heating. Even when some ICNIRP-members themselves acknowledge that industry-funding of scientific research tends to have less positive findings, and publicly funded studies – like the NTP-study – does find significant links between EMF and adverse health effects, this does not seem to influence one iota the views of ICNIRP-members.

A mixed bag of responsibilities

In an e-mail we received from Lloyd Morgan, Senior Research Fellow of the Environmental Health Trust and Director of the Central Brain Tumor Registry of the United States, is very critical of both ICNIRP and governments: "Who are ICNIRP? The International Committee on Non-Ionising Radiation Protection (ICNIRP) are a private, self-appointed body or NGO who together with the Advisory Group on Non-ionising Radiation (AGNIR) and Public Health England (PHE), have somehow ended up effectively setting microwave radiation exposure 'safety' standards for the populations of large parts of the world since the 1990s," he writes. "What amazes me, and simultaneously sickens me, is how did ICNIRP convince a large number of "independent" nations to adopt ICNIRP's so called "standards"?

Morgan suspects that high-level persons in the government's administration was "able to have the legislation passed because almost no-one in the government understood what was happening."

ICNIRP only publishes guidelines. It is then up to national governments to decide if they pass these guidelines into law. According to Lloyd Morgan, "that places the burden on each national government, should its citizens file a lawsuit".

Clearly, the Telecom sector as a whole, and the auctioning off of bandwidth and selling of Telecommunication licenses, are an important source of cash income for governments. The analogy with the Tobacco sector has often been made by scholars who study 'regulatory capture', but there is also an important similarity between the tobacco and telecom sectors in terms of their importance for State budgets.

The auctioning off of Radio frequency spectrums brings in billions of euros for European countries. Telecom companies also earn billions of euros thanks to these spectrum acquisitions, since 'owning the right' to use a specific radio frequency spectrum is an essential resource for telecommunication services such as mobile telephones, TV and radio broadcasting, satellite and broadband communications.

The *European 5G Observatory* notes that, "Germany's Federal Network Agency announced that the 5G auction, which started in March 2019, ended with 6.55 billion euros offered in total by the four bidders. *Deutsche Telekom* and *Vodafone* Germany criticized high prices of the country's auction". In the 5G Action Plan as adopted by the EU in 2016 it says:, "from September 2016, member states will be required to authorise the 700 MHz-band by 2020, unless there are justified reasons for delaying it until mid-2022 at the latest", reports the *European 5G Observatory*. The Observatory also stated, in April 2020, that "exceptional circumstances caused by the Covid-19 epidemic have forced some countries in Europe to postpone 5G auctions scheduled in the first months of 2020. Four EU countries, Austria, France, Spain and Portugal have postponed spectrum auctions for 5G due to the Covid-19 epidemic so far."

The European Commission selected the consultancy firm, Idate-digiworld to carry out the *European 5G Observatory,* to monitor the rolling out of the 5 G Action Plan. IDATE-DIGIWORLD is a smart-looking consultancy company and self-declared "European think-tank for members, policy-makers and players of the digital transformation", with some of the largest telecom operators and producers as its clients.

One of those clients, isn't a Telecom giant, but a governmental regulator, Ofcom in the UK. *European 5G Observatory* reports that 'Ofcom opened a consultation on human exposure to Electromagnetic Field Emissions (EMF) in the UK. The consultation started on February 21th 2020 and ended on May 15th 2020: "The regulator proposes to include a specific condition in telecom licences requiring licensees to comply with ICNIRP guidelines. {…) At the same time, Ofcom released the results collected close to 16 5G base stations in 10 cities across the UK and to 60 GHz fixed wireless equipment in Liverpool. In all cases, the measured EMF levels from 5G base stations were far below the ICNIRP Guidelines (the highest level was approximately 1.5% of the relevant level); the 5G share of the total emissions level observed was currently very low."

To the question, "Is ICNIRP responsible?", Paolo Vecchia, former Chairman for ICNIRP (2004-2012) answered very clearly at a conference in September 2008 that "the ICNIRP guidelines are neither mandatory prescriptions for safety, the "last word" on the issue, nor are they defensive walls for Industry or others." This statement makes it clear that the decision to adopt these guidelines into national legislation as "sufficient to protect public health" is

political. The possible misuse by governments of ICNIRP and its guidelines seems to be another key question, that still needs looking into and answering.

On the other hand, ICNIRP presents itself as the provider of scientific truth. For example, in a report for the Irish government, under the heading, "Recommendations International Guidelines" it states that "there should be strict compliance with ICNIRP guidelines: The ICNIRP guidelines on exposure limits have been recommended by the European Commission to its Member States, and they provide science-based exposure limits that are applicable to both public and occupational exposure from RF and ELF fields. They also provide sound guidance on limiting exposure from mobile phones and masts, as well as for power-line fields. The ICNIRP guidelines provide adequate protection for the public from any EMF sources. While the guidelines were published in 1998, they are constantly under review and still have appropriately protective limits. The guidelines are based on a weight of evidence review from all peer-reviewed scientific literature and not on the conclusions of any single scientific paper."

Even as ICNIRP has been positioning itself during the last 25 years as the sole scientific truth when it comes to possible relation between EMF and adverse health effects, it would not be correct to hold this scientific NGO accountable if one day it would be undisputed that EMF causes health problems. National governments have their own responsibility to protect their citizens, just as the European Commission has, which after all is the 'Guardian of the Treaty' and therefore should also take the legally binding 'precautionary principle' into account.

The telecommunication industry applauds ICNIRP

In most policy fields, industry keeps reiterating that the limits scientific advisory committees propose are too strict. But in the case of the exposure limits for non-ionizing radiation the telecom industry seems very content with the norms ICNIRP proposes. In many reports over the past twenty years, the Telecoms lobby in Europe has always referred to the safety assurances published by ICNIRP.

In its Environmental Report of 2005, the European Telecommunications Networks Operators' Association (ETNO) wrote: "Concerning the European Union's legislative and policy framework on EMF, ETNO has been in direct contact with EU institutions. The association has provided a steady stream of facts and advice to legislative bodies in order for the EU to base its Directive concerning 'minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields)' on a sound scientific basis as provided by the International Commission on Non-Ionising Radiation Protection (ICNIRP)."

Thirteen years later, the Boston Consulting Group, in a report with the ominous title, 'A playbook for accelerating 5G in Europe', pleads for the harmonized limits ICNIRP (and also IRPA and the WHO EMF project) proposes, and criticizes governments that apply stricter limits. Exactly the same point was made by ETNO in a public consultation by the European Commission. ETNO was in favour of the "harmonised ICNIRP limits".

The same word, *harmonised*, comes back in a plea for "a harmonised EU approach to 5G security" that ETNO launched on 29 January 2020. "We therefore welcome today's publication of the "5G Security Toolbox", presented by EU Member States with ENISA and the European Commission. Europe's decision-making on 5G should continue being based on

facts, it should be proportionate to threats and build on a solid understanding of technology reality. In this context, we invite National Governments to avoid disproportionate actions that negatively impact the investment climate, and which could in turn harm both Europe's competitiveness and its strategic position in 5G development."

ETNO argues that rules and regulations should not hamper but support European investment and innovation, because "regulatory pressure still risks holding back European investment and innovation on many fronts"…"The speed of 5G rollout is significantly slowed by excessive spectrum prices and challenging license conditions."

ETNO continues to explain the policy-wish list: "The opportunity of fully unleashing fibre deployment awaits a pro-investment implementation of the European Electronic Communications Code. Regulatory asymmetries, especially in the field of data, still hold back European innovation. Market fragmentation still affects Europe's full potential in network investment. European institutions and national governments both have a major role to play in removing such barriers."

Yet again, ETNO does not lobby for lowering the ICNIRP standards, these are not seen as part of the "regulatory pressure" that hampers technological development. On the contrary: the norms ICNIRP proposes are the "harmonised limits" that ETNO welcomes.

All in all, the telecom-sector seems to be quite pleased with ICNIRP's positioning. This is deviating from the standard procedure in EU-policy making where a specific industry concerned will on essential aspects always try to influence laws and regulations in their favour through various ways of lobbying. Apparently in case of ICNIRP there is simply no need to do so.

The Telecom Lobby

In order to promote a continuation of favourable policy-making, European telecom companies have many lobby-meetings with the European Commission, and no doubt also at national political levels. According to the EU transparency Register, ETNO has a budget of over one million euros for lobbying and representing Europe's telecom companies. With at least seven registered lobbyists, ETNO had 70 registered lobby meetings with the European Commission (EC) in 2019. "ETNO's primary purpose is to develop top-level policy papers and support members in promoting a positive policy environment allowing the EU telecommunications sector to deliver best quality services to consumers and businesses. We also organize some of the main European events for discussing telecom and digital policy."

But of course, the individual telecom companies also have lobbying budgets and lobbyists representing them at the European institutions in Brussels. Ericsson had a lobby budget of 700.000 euros and five accredited lobbyist in 2019, Telefonica had a lobbying budget of 1,8 million euros and 6 lobbyists who covered no less than 83 meetings with the EC, Deutsche Telekom had a 1,5 million lobbying budget, with 5 lobbyists and a total of 110 lobby meetings with the EC.

In early December 2019, a large delegation of CEOs from ETNO met with Margrethe Vestager, Executive Vice-President of the European Commission responsible for "Europe fit for the Digital Age". The delegation included: Tim Hoettges from *Deutsche Telekom*,

Stephane Richard from *Orange*; Thomas Arnolder from *Telekom Austria*, Salvatore Rossi from *TIM*, Alexandre Fonseca from *Altice Portugal*, as well as the Chairman of ETNO, Steven Tas, the Director General of ETNO, Lise Fuhr, and senior representatives from *Telefonica* and *Telenor*.

At the end of January 2020, an important event was held, the European 5G conference. It welcomed more than 250 delegates, who discussed "the necessary next steps to ensure the success of 5G in Europe". Eric Van Rongen, at the time still ICNIRP-Chair, was among the speakers who provided "the audience with insightful views on their areas of expertise." The purpose, apparently, was not to discuss the sagacity and safety of rolling out 5G, but rather to ensure the success of 5G deployment.

It is important to note that the efforts of the telecom industry to influence regulatory agencies often take illegal forms. Telecommunications companies are high on the list of the companies that were penalised in the U.S. for corrupt practices. European companies like *Ericsson, Alstom* and *Telia* are in the top ten.

Also significant, is the fact that more and more world leading insurance companies are backtracking from insuring telecom companies concerning the risks around EMF. In March 2019, in its "SONAR Emerging risk insights" report, one of the world's largest insurance companies, *Swiss Reinsurance Company* (Swiss Re), classified "unforeseen consequences of electromagnetic fields" into the highest risk class, together with endocrine disrupting chemicals. "The ubiquity of electromagnetic fields (EMF) raises concerns about potential implications for human health, in particular with regard to the use of mobile phones, power lines or antennas for broadcasting. Over the last decade, the spread of wireless devices has accelerated enormously. The convergence of mobile phones with computer technology has led to the proliferation of new and emerging technologies. This development has increased exposure to electromagnetic fields, the health impacts of which remain unknown."

The lobby power of the telecom-industry in Brussels, the decision-making heart of the EU, is enormous. Yet the corporations involved do not have to lobby the guidelines and health advice related to their technology, because ICNIRP has been providing the "safety certification" for over 25 years. At the same time the insurance sector is not very assured and does not want to pay possible litigation costs once telecom companies would get sued, which is happening more and more frequently.

The call for more independent scientific assessment in this area

Almost ten years ago, in May 2011, the Council of Europe adopted a report from Mr Jean Huss on "The potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment". It stated that the findings of scientific research on the possible risks of electromagnetic fields were inconclusive and contradictory. In the light of the correlation between origin of funding and the findings it called for "genuine independence on the part of the expert appraisal agencies and for independent, multidisciplinary and properly balanced expert input. There must no longer be situations where whistle blowers are discriminated against and renowned scientists with critical opinions are excluded when

experts are selected to sit on expert committees or no longer receive funding for their research."

In the meantime, not a lot seems to have changed. In a letter, published this year in *Bioelectromagnetics,* three researchers - Steven Weller , Victor Leach and Murray May - of the Australian "Oceania Radiofrequency Scientific Advisory Association" (ORSAA) write: "Half a century of scientific research into the safety of EMFs (from static to 300GHz) has not resulted in any substantial policy advice changes. The question that we believe needs to be asked is as follows: Is the continuing unchanged policy advice on EMFs occurring because those who are trying to advocate change have no voice in the process and because the process is dominated by groups with self-interests in maintaining the status quo?"

The three researchers point to the fact that radiofrequency electromagnetic radiation is "a booming multi-trillion-dollar industry globally, and changing current prescribed safety levels to more stringent standards would bring about unfavourable financial consequences and affect industrial and military functions. In some countries, such as Australia, the regulator, which has a health protection responsibility, also sells RF spectrum licenses, which represents a clear conflict of interest. The very same agencies with responsibility for providing safety advice to the public are also considered by some to have been captured by the industry."

The huge financial weight and power of the telecom companies is something the industry itself also stresses. In its report from January 2020, 'The State of Digital Communications 2020', ETNO boasts that "its Telecom members are thriving and business is booming: Telecom is Europe's major technology business, with a €136.9 billion per year value added and training on the rise. (…) Of the 17 Europe-based companies figured in the 2019 Forbes Digital 100 index, 11 are either telecoms operators or telecoms equipment vendors, and more than half of them are ETNO members."

Whether or not ICNIRP is 'captured by industry', a remarkable fact is that the organisation that appears to be the world's most important body responsible for advice on non-ionizing radiation is a private organisation, not a public authority.

"To me it seems wiser if the EU and national governments stop relying only on the advice of ICNIRP. A committee of its own is not an unnecessary luxury," Hans Kromhout writes. When we ask him if it would seem to him more logical that it be a public organisation giving advice on non-ionizing radiation, he answers: "I completely agree."

But this is not what is happening in the heart of the European Union. According to ICNIRP's website there is a contractual partnership between the European Commission, which is the Guardian of the Treaty, and thus also of the legally enshrined precautionary principle. It states: "The European Commission and ICNIRP collaboration over the years, relies on annual or specific contracts, such as the Concerted Action within FP5 - Life Quality, Key action Environment and Heath. ICNIRP also takes part, in consultation together with other stakeholders, on the development of directives and liaises, upon request, with different EC entities, such as the Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR). Support to ICNIRP is provided by the European Commission through its Directorate General Health and Safety at Work as part of an EC grant agreement, as laid down in the ICNIRP reports."

Given the experience with ICNIRP of the past 25 years, the growing body of evidence that there are serious concerns on adverse effects of EMF on public health and the huge economic interests involved, it seems not very wise for the European Commission and national governments to base their policies solely on the ICNIRP guidelines and advice.

Chris Portier agrees by saying that “governments have no say in the governance or membership of ICNIRP. In addition, without their own review committees, governments do not have their own experts to advise them about these topics. I believe it would be best if such an entity was run by a trusted organization that has some form of government oversight.”

Portiers adds in writing to us: “I have been in the position of managing, running, chairing and/or being a member of dozens of national and international committees. These were always government committees or WHO-related entities. When run properly, governments can get excellent advice on issues. There is usually a place for interested parties (industry, concerned citizens) to express their opinions to these committee members at public forums. And there are legal consequences to providing false information on Conflict of Interest forms, etc. All of these reasons lead one to believe a government managed Commission would be better.”

We think that the call for more independent scientific assessment in this area is, for all the arguments mentioned in the above, fully justified.

IV - Conclusion

ICNIRP presents itself, and is described by the European Commission and in the media, as an independent international commission that gives advice based on scientific evidence. We believe that there are various reasons to question this (self)-image.

The composition of ICNIRP is very one sided. With only one medically qualified person (but not an expert in wireless radiation) out of a total of 14 scientists in the ICNIRP Commission and also a small minority of members with medical qualifications in the Scientific Expert Group, we can safely say that ICNIRP has been, and is still, dominated by physical scientists. This may not be the wisest composition when your remit is to offer advice on human health and safety to governments around the world.

As one can read in the 45 portraits of the members of the ICNIRP commission and of the Scientific Expert Group (SEG), they all share the same position on the safety issues: non-ionising radiation poses no health threats and the only effects it has are thermal. ICNIRP says "non-ionising radiation poses no health threats if it does not heat the tissue by more than 1 °C", by which it admits that there are possible health effects, but only if exposure levels to strong radiation are too high".

Over the past years, and on many platforms, various EMF-experts have stated that ICNIRP is wrong to continue dismissing certain scientific studies showing adverse health effects – like the American NTP-study - and is mistaken in its almost dogmatic conviction that "non-ionising radiation poses no health threats and the only possible health effects it has are thermal in case of strong radiation".

Even after much criticism from members of the global scientific community, ICNIRP still adheres to the paradigm that the only proven effects (on health) are thermal. "ICNIRP appears to take into account only the warming of tissue and uncontrolled muscle contractions, although they claim in the most recent advice, that they also evaluated other mechanisms", writes Dutch Professor Hans Kromhout, who is currently leading a long-term study (in the Netherlands) into the effects of mobile phone use on human health, and who is chairman of a special committee on Electromagnetic Fields of the leading Dutch Health Council, which advises the Dutch government.

It seems that "a closed circle of like-minded scientists" has turned ICNIRP into a self-indulgent science club, with a lack of bio-medical expertise, as well as a lack of scientific expertise in specific risk assessments. Thereby, creating a situation which might easily lead to "tunnel-vision" in the organisation's scope. Two leading experts, Hans Kromhout and Chris Portier, confirmed to us that ICNIRP is a closed, non-accountable and one-sided organisation.

As many scientists and critical observers have pointed out, it seems that ICNIRP members are either oblivious to, or are ignoring, scientific studies that find possible adverse health effects in the absence of heating. Even though some ICNIRP-members have themselves acknowledged that industry-funded scientific research tends to produce less findings showing adverse health effects of EMF, whereas publicly funded studies – like the NTP-study – do find significant links between EMF and adverse health effects, this does not seem to influence one iota the views of ICNIRP-members.

The majority of ICNIRP-scientists have done, or are doing, research partly funded by industry. Is this important? As we argue in the introduction, we believe it is. Scientific publications, co-authored by two ICNIRP-scientists – Anke Huss and Martin Röösli, confirm the importance of funding. In 2006 and 2009 they did a systematic review of the effects of the source of funding in experimental studies of mobile phone use on health, and their conclusion was that, "industry-sponsored studies were least likely to report results suggesting (adverse health) effects". And theirs is not the only study that showed this, as there have been numerous studies of the differences in reporting from industry-funded research versus publicly-funded research that suggest a strong funding bias on the results.

In addition to the fact that certain members of ICNIRP, are simultaneously members of the International Committee on Electromagnetic Safety (ICES) of the US-registered Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), we have seen further evidence of a close cooperation between ICNIRP and ICES, an organisation in which many people from the media and telecom industries, as well as from the military, are actively and structurally involved. During the current leadership of ICNIRP, these ties have become even closer "with the goal of setting internationally harmonized safety limits for exposure to electromagnetic fields". This must surely be considered as a situation in which conflicts of interest are a real possibility.

It is clear from ICES minutes that ICNIRP worked very closely with IEEE/ICES on the creation of the new RF safety guidelines that were published in March 2020. And this implies that large telecom-companies such as Motorola and others, as well as US military, had a direct influence on the ICNIRP guidelines, which are still the basis for EU-policies in this domain.

Although there is a lot of lobby-power by the telecom sector in the European Union (both in Brussels and in the member states), the European Telecommunications Networks Operators' Association (ETNO) does not lobby for lowering the ICNIRP standards, as these are not seen as part of the "regulatory pressure" that hampers technological development. On the contrary: the norms ICNIRP proposes are the "harmonised limits" that ETNO welcomes. All in all, the telecom-sector seems to be quite pleased with ICNIRP's positioning. This deviates from the standard procedure in EU-policy making, where a specific industry concerned will, on essential aspects, always try to influence laws and regulations in its favour through various lobbying strategies. Apparently, in the case of ICNIRP, there is simply no need to do so. At the same time, the insurance sector does not, at present, seem very reassured and does not want to be put in a situation of having to pay potential litigation costs, if and when telecom companies get sued, something that is happening more and more often.

Despite ICNIRP positioning itself, during the last 25 years, as the sole purveyor of scientific truth when it comes to possible relation between EMF and adverse health effects, it would not be right to hold this scientific NGO solely accountable if, one day, it were to become undisputed that EMF do cause health problems. National governments, as well as the European Commission, which is, after all, the 'Guardian of the Treaty', have a duty of care and protection of their citizens, and therefore should also take the legally binding 'precautionary principle' into account.

We think that the call for more independent scientific assessment in this area is, for all the arguments mentioned above and in what follows, fully justified.

That is the most important conclusion of this report: for really independent scientific advice we cannot rely on ICNIRP. The European Commission and national governments, from countries like Germany, should stop funding ICNIRP. It is high time that the European Commission creates a new, public and fully independent advisory council on non-ionizing radiation. The funds currently allocated to ICNIRP could be used to set up this new organisation. And given the overall rise in R&D funding via Horizon Europe, with a foreseen budget (for 2021-2027) of between 75 and 100 billion euros, funding should in no way constitute an insurmountable hurdle to setting up this new, truly independent, body.

V - PORTRAITS OF THE ICNIRP-MEMBERS

ICNIRP COMMISSION:

Gunde Ziegelberger (Scientific Secretary)

Biography

On ICNIRP's website we read that Gunde Ziegelberger holds a PhD in Biology and after a career at the Max-Planck-Institute, she joined the Federal Office for Radiation Protection (BfS) in 2002, where she works on "Non-Ionizing Radiation". Since 2004 she also worked as Scientific Secretary for ICNIRP- she replaced Rüdiger Matthes, who became a commission member - and in that function, she is also a member of the ICNIRP Board together with the Chair (see Croft) and Vice Chair (see Van Rongen). ICNIRP's website clarifies: "The three Board members represents ICNIRP externally and mostly in its relations with the international and national partners and the press. The Scientific Secretariat is in charge with some specific scientific projects mostly related to workshops and with all administrative and operational tasks."

Position

In February 2019 Dr Ziegelberger gave a short interview in which she stated that when the limit values are respected so far scientific findings show that human beings don't run any risk from electromagnetic radiation.

Ziegelberger functions as Scientific Secretary of ICNIRP, she co-authors many scientific publications with ICNIRP-members. In September 2016 for example Ziegelberger was co-author of a publication 'A Closer Look at the Thresholds of Thermal Damage: Workshop Report by an ICNIRP Task Group'. The article concludes the workshop – co-organsied by the WHO and financed by the European Commission, the Turkish Ministry of Health, the International Radiation Protection Association (IRPA), the German Federal Ministry for the Environment (BMUB), and the Finnish Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK). The conclusion shows that the workshop "will provide valuable input into the revision of the guidelines being formulated by ICNIRP for limiting human exposure to RF fields." It was also clear that only thermal (adverse) effects were discussed as was the case in the new ICNIRP guidelines from 2020.

She co-authored as BfS -researcher a study within the ARIMMORA risk assessment which concluded that "the relationship between exposure to the agent ELF-MF and risk of childhood leukaemia is considered consistent with "IARC Group 2B" classification of possibly carcinogenic to humans (Fig. 1). This category is the result of limited evidence of carcinogenicity in humans and inadequate evidence of carcinogenicity in experimental animals."

Possible conflicts of interest.

Although Ziegelberger plays an important role for ICNIRP, given her position in the board and the fact that she works in an important department for radiation protection (BfS) of the German government, we could not find any DOI.

Rodney Croft (chair as of May 2020)

Biography

Rodney Croft is a psychology researcher. He works as professor of Health Psychology at the School of Psychology, University of Wollongong, Australia.

He joined the ICNIRP Biology Standing Committee in 2008 and the Main Commission in 2012, to become chair in May 2020.

ICNIRP's website states that his research focuses on the delineation of human brain function, as well as psychiatry more generally. He participates in a variety of national and international scientific and government committees, was Executive Director of the Australian Centre for Radiofrequency Bioeffects Research ((ACRBR 2004-2011) and is currently Director of the Australian Centre for Electromagnetic Bioeffects Research.

In June 2011, Rodney Croft as Executive Director of ACRBR announced that the organisation would cease operations because "it had been unable to secure further funding to continue its research activities". But many of the ACRBR Directors would be able to continue their Rf research but under the banner of the Bioelectromagnetics Research Group, part of the Brain and Psychological Sciences Research Centre (BPsyC) at the Swinburne University of Technology, which has for many years very close ties to Telstra, Australia's biggest Telecom company.

In August 2012 Croft received new funding when Australian Minister for Health, Tanya Plibersek, announced the establishment of a new $2.5 million NHMRC Centre of Excellence: the Australian Centre for Electromagnetic Bioeffects Research (ACEBR) to be based at the University of Wollongong and led by Professor Croft. One of the central university partners of the ACEBR research Swinburne University.

Position

Croft is a typical ICNIRP member and has been defending for years and from different positions the point of view that there are no dangers associated with the use of mobile phones. On the ABC Lateline program (April 4, 2009) Dr. Rodney Croft, then Director of ACRBR, stated: "There really has been a lot of research done to date and the research has very clearly shown that there aren't any effects. With children, I really don't think there is any evidence suggesting that this might be a problem. There isn't anything to suggest that we may have to be a little bit more cautious."

Much earlier in 2003 the Australasian College of Nutritional and Environmental Medicine (ACNEM) published a paper by Don Maisch "that detailed reasons why extra precautions

needed to be taken for children and cell phone use. The paper included a number of statements of concern specific to this issue from scientific and medical organizations internationally and concluded with the question: “Is it worth the risk” to continue to allow unrestricted cell phone use by children.”

In 2008 the Russian National Committee on Non-Ionising Radiation Protection (RNCNIRP) issued official advice that the “health of the present generation of children and future generations is under danger” from cell phone use and therefore the committee has recommended that cell phone use be restricted for people under 18 years of age.

Croft said in 2011: “With children, I really don’t think there is any evidence suggesting that this might be a problem. There isn’t anything to suggest that we may have to be a little bit more cautious” And to visually back up ACRBR’s on children and cell phone use on the ACRBR web site published “an animated image that included images of children happily using cell phones”.

In 2009 a scientific review paper with Van Rongen and Croft as first and second authors respectively stated. “Subjective symptoms over a wide range, including headaches and migraine, fatigue, and skin itches, have been attributed to various RF sources both at home and at work. However, in provocation studies a causal relation between EMF exposure and symptoms has not been demonstrated, suggesting that psychological factors such as the conscious expectation of effect may play an important role in this condition.” The article mentions that “all authors are either current or former members of the Standing Committee on Biology of the ICNIRP” but does not mention anything on funding of the study.

During an International Workshop on RF Measurements, Research Studies & Standards Development in 2018 Croft downplays scientific research that shows effect from EMF by saying that “Counterbalancing is necessary to enable appropriate interpretation of data” and “Conclusions must be based on the scientific literature, not just a data set”.

In 2019, Croft and a researcher (expert in antipsychotics) were awarded 1.2 Million$ for a project entitled "Exposures of mobile phone radiofrequency electromagnetic energy in juveniles: effects on brain development and behaviours." Neither of the two researchers are experts in the area of brain development, developmental psychology or juvenile behaviour.

Within ICNIRP, Rodney Croft was the chair of the Project Group that was tasked with preparing the new ICNIRP Guidelines, published early 2020. According to critics, ICNIRP still dismisses completely: the existence and significance of non-thermal effects, existence of the risk of cancer in long term avid users of mobile phones, IARC’s classification of RF as a possible human carcinogen (the IARC monograph review of science was not included in list of science reviews used by ICNIRP in preparation of the new guidelines).

Possible conflicts of interest

Just like his predecessor Van Rongen, Rodney Croft provides unpaid services to the IEEE ICES SC/4 Standards committees, a US version of ICNIRP, with a broad number of representatives from both military and telecom industry; ICES boasted that they had “at least two members of ICES as members of the new 13 person ICNIRP Project Group (PG) on HF guidelines (up to 300 GHz), of which the PG Chairman (Croft), is now very willing to work with ICES to develop

science based safety standards. This will enhance the possibility of harmonizing international RF safety standards."

Croft also advises the EMF reference group, and a community group managed by the Australian Government organization, ARPANSA. He receives funding from the Electric Power Research Institute EPRI for a project investigating RF effects on EEG and thermoregulation.

To possibly answer this question a brief examination of ACEBR's Science & Wireless 2013 seminar "Health & Future RF Technologies" is an indication. In the seminar acknowledgements, the following was stated: "The ACEBR gratefully acknowledges the financial support of the National Health & Medical Research Council of Australia and Telstra Corporation, which has enabled SW2013 to run".

In Rodney Croft's introduction to the presentation by Mr. Mike Wood from the Australian Mobile Telecommunications Association (AMTA) on "4G telecommunications technologies", he said the following, in part: "Clearly what we see here is a whole lot of new technologies which are going to come about. How do we know what's going to be most relevant to us? Well, in the short term I think that our industry representatives are going to give the best indicator of this"

Croft was appointed in 2014 an Associate Editor of the BEMS journal of the Bioelectromagnetics Society (BEMS); The annual meetings of BEMS are a heavily industry sponsored event. The annual meeting celebrating the Bioelectromagnetics Society (BEMS) and the European Bioelectromagnetics Association (EBEA) was in 2015 in California (USA), had sponsors including companies such as, the Electric Power Research Institute (EPRI), Mobile Manufacturers Forum (MMF), Korean Institute of Electromagnetic Engineering Society (Mobile EMF Consortium) and, GSM-ATM5.

Croft also held talks and expert opinion on behalf of industry and for the Mobile Manufacturers Forum, a consortium of the world's major cell-phone companies. At a 5G Conference in Dubai In December 20, 2019, Croft held a lecture on behalf of ICNIRP alongside ICES Chairman Jafar Keshvari and TC95 Chairman C-K. Chou.

He joined the conference organized by the Telecommunication Regulatory Authority (TRA) of the United Arab Emirates held on December 8-9, 2019 in Dubai. Three presentations were on RF exposure safety limits: "5G RF safety concerns: New IEEE StdC95.1TM-2019" by C-K. Chou; "Scientific Basis of 5G Exposure Limits IEEE C95.1:2019 Standard" by Jafar Keshvari, and "Ensuring 5G Safety with the New ICNIRP Guidelines (100 kHz to 300 GHz)" by Rodney Croft of ICNIRP.

Croft has also actively collaborated in research with Ray McKenzie, who is a manager at the Mobile Carriers Forum (MCF) which is a special division of the Australian Mobile Telecommunications Association (AMTA) dealing with the policy, regulatory, public communications and health and safety aspects of the deployment of mobile networks in Australia.

On his website Croft's disclosure statement says: Rodney Croft has consulted to a range of organisations such as Shelharbour City Council, Department of Defence, Comcare and Optus. According to his ICNIRP declaration of interests he received personal remuneration for

providing data analysis services to Heptares Therapeutics Ltd, a pharmaceutical company. And Croft received personal remuneration for providing advice to Australian Bureau of Statistics (ABS) on effects of RF devices used by field staff on field staff, resulting from a contract between University of Wollongong and ABS. He also received personal remuneration for "providing advice to Victorian Government on conducting bioelectromagnetics research, resulting from a contract between University of Wollongong and Victorian Government".

As explained before in this report the Australian government receives billions from issuing spectrum licences to Telecom operators. In Australia, this licensing is carried out by industry regulator ACMA, the Australian Media Communications Authority. ACMA also collects a separate levy or tax from the wireless industry, money that is earmarked for scientific research on RF-EMR. ACMA then diverts $300,000 to the other government institution ARPANSA (Australian Radiation Protection & Nuclear Safety Agency) for its public information campaign) and $700,000 to the National Health & Medical Research Council (NHMRC).

According to the Australian research group ORSAA "the money that the Australian NHMRC receives in order to provide grants for medical research has mostly gone to industry-friendly researchers who have direct links with the wireless industry. For example, the largest recipient of this NHMRC research funds is Prof. Rodney Croft. He has essentially been the head of RF-EMR health research in Australia, despite his questionable qualifications for this health research role. Prof. Croft has received ample direct industry funding in addition to his lucrative NHMRC grants, which should be termed indirect industry funding." Croft was the only Australian who played a part in determining what NHMRC research on EMR and health should be funded.

He used his international contacts at the WHO to get more Australian funding. This is how it worked behind the scenes: Croft was invited from Australia to the WHO for an expert consultation to determine which areas of medical research was needed; The Australian NHMRC research on EMR then looked to the WHO guidelines (co-influenced by Croft and ICNIRP or hi-jacked as some critics say) in order to decide their funding priorities (the 2010 WHO RF Research Agenda is the basis of funding for NHMRC research grants). Croft's laboratory then received the funding and has continued to get most of the research money over many years.

Croft had good relations with an influential industry man, Dr K. Joyner. Which researchers or research groups have been granted the NHMRC funds has been influenced to a large extent by Joyner, who was Motorola's Director of "Global EME Strategy and Regulatory Affairs" and also represented the Australian Mobile Telecommunications Association, an industry group, on the telecommunications standards committee and the Mobile Manufacturers Forum ; Notwithstanding these ties Joyner was a longstanding member of the Standards Australia TE/7 Committee: Human Exposure to Electromagnetic Fields, and later on he was on the ARPANSA committee that set the current Australian Radiofrequency/Microwave human exposure standard. He was regarded by the cell phone companies as Australia's foremost authority on the industry's position on health issues with EMR and has represented Motorola and the Australian cell phone industry on several international standards-setting

bodies. Joyner also had connections with Burson Marsteller, the PR firm representing the cell phone industry in Australia.

In October 2003 Ken Joyner, the key Motorola representative gave a presentation at the Annual Conference of the Australian Radiation Protection Society called: “A Review of RF Bioeffects Studies Relevant to the Use of Mobile Phones by Children”. Don Maisch writes in an article Motorola’s Micky Mouse Review: “The Motorola review’s conclusions as to a lack of scientific evidence of possible harm to children using mobile phones ignores a large body of expert opinion calling for a precautionary approach when it comes to children and mobile phone use.”

As reported in Microwave News (1999) in Europe there was some discontent with scientists with Motorola’s involvement with the EC research and telling European scientists how to spend research funds. As Don Maisch writes in ‘Corporate ties that bind: An Examination of Corporate Manipulation and Vested Interest in Public Health’ (2017): “In January 2009, Dr. Joyner announced that he was leaving his Director position at Motorola after 12 years and was "looking for new opportunities to work in the telecommunications industry". In that same year, Dr. Joyner was listed on the NHMRC's Peer Review Honour Roll which acknowledged its many peer reviewers and external assessors who had exhibited "excellent track records and wide-ranging expertise in Australian and international health and medical research fields". However, under the section "Administering Institution/Employer" he was listed as simply "consultant" and nothing about possible conflicts of interests. He later was appointed as the sole non-radiation expert on the 14-member Victorian government's Health department's Radiation advisory committee.

ORSAA calls this “pure corruption at a huge cost to public health everywhere. This system of funding and promoting an in-club of industry friendly researchers has kept a small number of people in powerful positions within the WHO, ICNIRP, ARPANSA etc., influencing decision making for most of the world.”

Eric van Rongen (Vice Chair ICNIRP-commission, until May 2020 chair)

Biography

Eric Van Rongen is a biologist. He is a staff member of the Dutch Health Council since 1992, where he focuses on non-ionizing radiation.

Van Rongen is a member of ICNIRP since May 2001. In 2016, he became the chair of the ICNIRP-commission. Since the beginning May 2020 he is no longer chair but vice-chair.

He also a member of the International Advisory Committee WHO EMF Project since 1995.

Van Rongen did not publish original research studies on EMF himself, only opinions or review articles.

Position

Van Rongen systematically, in scientific publications and in press articles, defends for more than twenty years the point of view that there are no dangers associated with the use of mobile phones. According to him, even for children there are no reasons to apply the precautionary principle. In 2004 for example he published an article in which he stated: 'The Health Council therefore sees no reason to recommend limiting the use of mobile phones by children.'

He systematically criticizes all studies that seem to show that non-ionizing radiation poses a problem. Recently the National Toxicologic Program (NTP) study on Cell Phone Radio Frequency concluded that there was clear evidence of tumors in the hearts of male rats But in an ICNIRP-publication Van Rongen and others stated that 'substantial limitations (of the NTP-study) preclude conclusions being drawn concerning RF EMFs and carcinogenesis.'

Possible conflicts of interest

The WHO EMF project was severely criticized in 2007 for being for a large part financed by the telecom industry, for example by the Mobile Manufacturers Forum (now Mobile & Wireless Forum), a lobby organisation of the industry.

Since 2000 Van Rongen is a member of the International Committee on Electromagnetic Safety (ICES) of the IEEE. This committee is dominated by people from industry and military. The ICES chairman Jafar Keshvari works at Intel, the chairman of one of the main committees C.K Chou at Motorola. ICES clearly is an industry lobby and standard setting organisation. Maybe Van Rongen decided for that reason to become a 'non active member' according to his declaration of personal interests 2019.

In previous years there was some competition between ICNIRP and ICES/ IEEE – at the time when the chair of ICES was still Dr. Ralf Bodemann, topshot of Siemens and Dr. B Jon Klauenberg from US Air Force Research Laboratory was the chair of ICES working group TC95. (Klauenberg was the US counterpart of former ICNIRP-chair Repacholi to lead the very start of the WHO EMF in the 90'ies.) According to an annual report of ICES it was thanks to the arrival in 2016 of Van Rongen as chair of ICNIRP that the relations with ICES improved significantly, as they were not so cordial before: "In May 2016, there was a change of leadership and some members of ICNIRP. The new ICNIRP Chairman and one of the new members of the 14-member committee are also ICES members and ICNIRP is now willing to discuss harmonization of the exposure limits found in IEEE Stds C95.1 TM -2005 and C95.6 TM -2002 and the ICNIRP Guidelines."

The ICES annual report further mentions that thanks to the invitation to do so by Van Rongen, ICES has been able to comment on the proposed new guidelines by ICNIRP. ICES workgroup TC95 formed a 19-member task group to draft a document to comment on the ICNIRP proposed guidelines on time. "ICES will maintain its collaborative relationship with ICNIRP with the goal of setting internationally harmonized safety limits for exposure to electromagnetic fields at frequencies below 300 GHz. This interaction with ICNIRP is considered a major step forward."

A year later during the annual meeting of ICES in 2017 it was stated that “ICNIRP has delayed finalizing their conclusions to give full consideration of ICES’s recommendations”. And Van Rongen gave a presentation saying that there is “No evidence that HF-EMF causes such diseases as cancer, no evidence that HF-EMF impairs health beyond effects that are due to established mechanisms of interaction.”

Scientist Dariusz Leszczynski was a member of TC95, but resigned. He explained why on his blog: “My problem was that the membership of the IEEE-ICES-TC95 consists predominantly of the industrial scientists and the committee is chaired by C.K. Chou since the time he was employed by the Motorola. This means that all safety standards being developed by IEEE-ICES-TC95 are, in practice, developed by the industry scientists for the use by the industry they are employed by.” According to Leszczynski this is a clear conflict of interests.

The latest minutes of TC95 that ICES published on its website (August 2019) show that the committee is still dominated by industry scientists.

In October 2019 Van Rongen spoke at the GSMA Europe EMF Forum. The GSM Association is a lobby organisation that defends the interests of mobile operators worldwide. In 2018, he also was a guest at the Forum. Then he defended ideas that GSMA received with pleasure: "The ICNIRP limits provide a high level of protection for all people against known adverse health effects. Dr van Rongen explained that there is no scientifically substantiated evidence that radio signals cause diseases such as cancer and that ICNIRP had considered studies such as that of the American National Toxicology Program."

In November 2019 Van Rongen presented the “ICNIRP RF guidelines revision” at 23rd GLORE (Global Coordination of Research and Health Policy on RF Electromagnetic Fields) conference held on 4th – 6rth of November in Lima, Peru. GLORE is an initiative to coordinate research and policy initiated by Japan and Korea in 1997 and joined by Europe and then by USA, Australia and Canada. Main speakers were also his ICES-colleagues Jafar Keshvari and TC95 Chairman C-K. Chou.

Van Rongen recently assured the Dutch press that there are no conflicts of interest inside ICNIRP right now. He stated: 'In the past certain members maybe received co-funding from the private sector, but currently no member has ties with the telecom sector.'

Of course, it depends on what you consider as a 'tie with industry', but his own involvement in ICES is already shows that it is not true that 'currently no member had ties with the telecom sector'. He also published articles together with researchers who did receive industry funding, for example with Bernard Veyret, who is 'a member of the Scientific Council of the French mobile operator Bouygues Telecom. His laboratory has received research funds from the same operator.' This information can be found in the footnotes of this article.

Tania Cestari

Biography

Tania Cestari received her medical degree from the University of Rio Grande do Sul and completed her medical Residency in Dermatology in Porto Alegre, Brazil and since 1995 she works as Professor of Dermatology at the same university, where she studies predominantly on clinical aspects and skin response. Dr Cestari has authored 112 scientific peer-reviewed publications, 42 book chapters and joined the ICNIRP Commission in May 2020.

Position

Dr Cestari has been doing mainly research into skin allergies and dermatological problems; We could not find any publication linked to EMF.

Possible conflicts of interest

In her 'Declaration of Interests' it is mentioned that she received research grants via the Medical Foundation of her hospital from Pfizer, Abbvie Pharmaceutical and Vichy Laboratoires for drug research.

Nigel Cridland

Biography

Nigel Cridland is Senior Group Leader at Public Health England. He joined what was to become the Public Health England (PHE) already in 1990, where he specialised in non-ionising radiation. He was member of the project team that wrote the European Commission guide to implementation of the Artificial Optical Radiation Directive (2006) and leader of the project team that developed the guide to implementation of the EMF Directive (2013).

He was Scientific Co-ordinator Mobile Telecommunications and Health Research (MTHR) Programme 2001 - 2012. Cridland was a member of the Independent Expert Group on Mobile Phones (2000). On LinkedIn he states that he was also member of the management committee of the European COST 281 action Potential Health Implications from Mobile Communications Systems.

Position

The 2000-report of the Independent Expert Group on Mobile Phones stated that 'the balance of evidence to date suggests that exposures to RF radiation below NRPB and ICNIRP guidelines do not cause adverse health effects to the general population'. But at the same time, it said: "the gaps in knowledge are sufficient to justify a precautionary approach".

The MTHR-programme (2001-2012) of which he was the Scientific Co-ordinator concluded that no association between cancer and mobile phone use was found. We can now be, said

professor David Coggon, the chairman of the MTHR-programme, ‘be much more confident about the safety of modern telecommunications systems.’ Curiously enough the authors stated that: ‘We see no need for need for further research in any of the areas addressed by the research that is summarised in this report.’

Possible conflicts of interest

The MTHR-programme was funded by government and industry together, both for half of it. The final report states that to ensure that any of the funding organisation could not influence the outcome of the Programme an independent Programme Management Committee was set up. But there can be doubts about the independence of its members. From 2001 until 2007 Mike Repacholi (ICNIRP-founder, see the chapter on the history of ICNIRP) was for example member of the committee.

Guglielmo d'Inzeo

Biography

On ICNIRP’s website it reads that Guglielmo d'Inzeo is a Professor of "Bioelectromagnetic Interaction" at "La Sapienza" University of Rome since 1990. He researched active and passive microwave component design and bioelectromagnetism, mainly the interaction of electromagnetic fields with biological tissues, the effects of microwaves and ELF fields on biological samples and humans. He is author or co-author of more than seventy papers in international refereed journals and books.

He became a member of the European Bioelectromagnetics Association EBEA in 1989, and then President from 1993 to 1998. From 1992 to 2000 he was an Italian representative for the COST 244 and 244Bis projects on "Biomedical Effects of Electromagnetic Fields". From 1998 to 2004 he chaired the Italian ICEmB (Inter-University Centre Electromagnetic Fields and Biosystems). From 2001 to 2006 he was an Italian National representative in COST 281 project “Potential Health Effects from Emerging Wireless Communication Systems” and from 2007 in COST BM0704 related project.

Position

He has been active in the IEEE since the 80’ies, served as secretary–treasurer of ‘the IEEE Middle and South chapters’ and was from 2004 to 2009, also a member of the Technical Committee 95 (TC95) of IEEE International Committee on Electromagnetic Safety (ICES), of which Eric Van Rongen and Rodney Croft are also members. He published in the past 20 years a number of studies in IEEE Transactions on Biomedical Engineering and other IEEE publications, in which several times ICNIRP-founder Mike Repacholi was heartily thanked for his help.

In 2005 he was responsible for the Italian chapter of the report “European Information System on Electromagnetic Fields Exposure and Health Impacts” published on behalf of DG SANCO (European Commission), which was coordinated by the Joint research Centre (JRC of the EU); Alongside this project the “JRC developed during 2003-2004 the EIS-EMF project on behalf of DG SANCO with the overall objective of promoting cooperation among policy makers on public health and EMF risk communication issues in the EU”. What these projects basically reflect is the idea that concerns about possible health effect occur because people

do not understand the issue well enough and that the concerns can be taken away by better communication.

Possible conflicts of interest

As we stated before (see Van Rongen and Croft), ICES is dominated by people from industry and military.

His declaration of personal interest 2019 is signed but only partly completed. d'Inzeo did some paid consultancy for an Italian legal office called Trifirò & Partners and for a Environmental Measurement Report Managers & Partners - Actuarial Services S.p.A in Rome. His DOI from 2016 mentions that he has been doing work for the "Marconi Foundation". The Guglielmo Marconi Foundation states to "promote research in the field of telecommunications and carries out activities devoted to the knowledge and diffusion of Guglielmo Marconi's scientific activity". The Marconi Foundation further states that "professional training and teaching play a major role" in its activities and that "their research focuses on two major fields: 1) mobile and personal communication systems, with a special focus on radio access and propagation; and 2) the computer-assisted design of non-linear microwave devices".

What is not declared in his DOI is that d'Inzeo, is a director of the scientific committee of Elettra 2000, a consortium of Marconi and other foundations. The self-declared aim of Elettra 2000 is to "spread knowledge of Bioelectromagnetics and start a dialogue between science, politics, industry and citizens, involving young people and schools." And "Elettra 2000 promotes researches and studies related to specific areas of interest. In particular, the consortium co-finances a number of national and international projects devoted to the study of the effects of electromagnetic fields on human health, in order to provide an authoritative scientific answer, fair and independent to the problem."

Elettra 2000 provides "advice to enterprises" and "owns a modern fleet of instruments for measuring electromagnetic fields in both low and high frequency" which "are available to both institutional and private entities in order to promote the improvement of standards of protection and safety of people and environment."

This paper from 2008 (The Italian national electromagnetic field monitoring network) is an example of the kind of research projects that is financing. The conclusions reads: "The monitoring campaign, combined with the travelling communication campaign contributed to create a different and more constructive approach to the problem by the citizens. This is demonstrated by the analysis of the data press that shows criticality and greater negative involvement in those areas where the monitoring campaign has been less efficient or less intense".

Furthermore, in 2019 an Italian journalist of Investigative Europe wrote the following in *Il Fatto*: "He has done multiplied scientific opinions for companies such as Vodafone, participated in European projects - all funded by industry, such as Interphone, Cosmos, Cefalo, and since the late 90s participates in the Efhran portal, where among the financiers are Deutsche Telecom and the European Association of GSM producers."

Akimasa Hirata

Biography

Akimasa Hirata is professor of Electrical and Electronic Engineering at the Nagoya Institute of Technology and Director of Center of Biomedical Physics and Information Technology.

He also is an Administrative Committee Member and Subcommittee Chairperson (SC6 EMF Dosimetry Modelling) in IEEE International Committee on Electromagnetic Safety (ICES). The latest committee (also called TC95) is the one of which Eric Van Rongen and Rodney Croft were also members.

Position

In November 2019 TC95 once again came to conclusion that the IEEE standards are safe. The authors, among which Hirata, wrote:

"a) The weight-of-evidence provides no credible indication of adverse effects caused by chronic exposures below levels specified in IEEE Std C95.1TM-2019.

b) No biophysical mechanisms have been scientifically validated that would link chronic exposures below levels specified in IEEE Std C95.1TM-2019 to adverse health effects."

Possible conflicts of interest

As we stated before (see Van Rongen and Croft), ICES is dominated by people from industry and military.

Hirata conducted research published in *IEEE Transaction* in 2010 partly funded by KDDI Foundation. KDDI Corporation is a Japanese telecommunications operator.

But according to a recent publication Hirata himself judges that he has no conflicting interests.

Anke Huss

Biography

ICNIRP's website states that Anke Huss is an assistant professor at the Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS) at Utrecht University, the Netherlands. "Her research focuses on environmental and occupational exposure assessment to environmental factors including electromagnetic fields and their health".

Huss is also involved in the GERoNiMO project, cancer and neurodegenerative diseases such as Parkinson's disease, Alzheimer's or ALS in the NOCCA (Nordic Occupational Cancer Study) and SNC (Swiss National Cohort) studies and on electromagnetic hypersensitivity. She is a

member of the Dutch Health council, and the Scientific Council for Electromagnetic fields of the Swedish Radiation Safety Authority (SSM).

Position

She is one of the rare members of ICNIRP who seems to be aware of an industry-bias; In the book "Overpowered: The Dangers of Electromagnetic Radiation (EMF) and What You Can do about it" by Martin Blank, Anke Huss is quoted on Industry bias in research to the possible health risks of EMF.

In a scientific paper Huss writes that 82% of the research funded by public agencies or governments and 71% of the research jointly funded by industry and public sources, report health effects from RF exposure. When the research is solely funded by industry only 33% finds such a link.

Later Huss published another study in which she and colleagues examined whether the source of funding of 59 studies of the effects of low-level RF radiation has an effect on the results of studies. "Of these 59 studies, 12 (20%) were funded exclusively by the telecommunications industry, 11 (19%) were funded by public agencies or charities, 14 (24%) had mixed funding (including industry), and in 22 (37%) the source of funding was not reported." Huss et all conclude that "there is widespread concern regarding the possible health effects associated with the use of cellular phones, mobile telephone base stations, or broadcasting transmitters. Most (68%) of the studies assessed here reported biologic effects. At present, it is unclear whether these biologic effects translate into relevant health hazards. Reports from national and international bodies have recently concluded that further research efforts are needed, and dedicated research programs have been set up in the United States, Germany, Denmark, Hungary, Switzerland, and Japan. Our study indicates that the interpretation of the results from existing and future studies of the health effects of radiofrequency radiation should take sponsorship into account."

In 2010, she published a follow up study which confirmed the previous findings: "Of 75 additional studies 12% were industry-funded, 44% had public and 19% mixed funding; funding was unclear in 25%. Previous findings were confirmed: industry-sponsored studies were least likely to report results suggesting effects.

She also published in 2018 a meta-analysis based on among others epidemiologic studies "to examine associations of occupational exposure to extremely-low frequency magnetic fields (ELF-MF)" with amyotrophic lateral sclerosis (ALS).

Possible conflicts of Interests

Her DOI says she gets funding from US based EPRI for a study called TransExpo on leukaemia in children. Ironically, she states that the contract does not mention complete independence from the funder, but she explains clearly why the data will be analysed independently and "that there is no way that the funders can have an influence on what we report to them."

Ken Karipidis

Biography

Ken Karipidis has been working as a scientist at the Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA) since 2000. He is, states ICNIRP, 'currently the assistant director of the Assessment and Advice Section at ARPANSA where he is heavily involved in the scientific and regulatory aspects of radiation protection from electromagnetic radiation sources.'

He is member of the Scientific Expert Group since August 2015. In May 2020, he became member of the ICNIRP Commission.

Position

In 2017 Karipidis published an article with the conclusion that the exposure to radiofrequency radiation due to Wi-Fi in schools was very low. In a letter to the editor three scientists criticized the study as 'of little practical use' and 'misleading'.

Karapidis and Rodney Croft were part of a subcommittee established by ARPANSA to look at EHS and the research in 2016/17. According to an ORSAA member present in these meetings both Karipidis and Croft ignored clinical/medical evidence "in favour of poorly conducted provocation studies performed by psychologists, some of whom were funded by industry".

At the end of 2018 Karipidis together with among others Rodney Croft published a study that claimed to proof that in Australia there has been no increase in any brain tumour that can be attributed to mobile phones. That study received a lot of criticism because it excluded the group of people above sixty, which is the largest segment of the population with brain tumours.

In August 2019 Karipidis advised 40,000 Australian doctors or general practitioners via an article on the website of Royal Australian College of General Practitioners (RACGP) in which he wanted "GPs and their patients to know there is no evidence to support the concern that 5G technology, which uses radio waves and emits low-level radiofrequency (RF) electromagnetic energy (EME), will cause harms to the public". He stated: "There's been a lot of research into whether radio waves cause adverse health effects, and the only established health effects of radio waves are very high-power levels, where they raise temperature. An everyday example of that is your microwave oven at home; inside the microwave is very powerful radio waves which make the water molecules in the food bounce very fast, heating them up."

Possible conflicts of interest

In the introductory chapter, we wrote about the financial relationship between ARPANSA and the telecom industry. ARPANSA every year has a meeting with the Australian Telecommunications Association (AMTA), a lobby-organisation of the telecom industry. Minutes of this meeting made public after a Freedom of Information Request show that the funding of research was also on the agenda. 'Industry remains supportive of continued funding,' it says.

Carmela Marino

Biography

Carmela Marino studied Biological sciences in Faculty of Sciences of "La Sapienza" University of Rome. According to ICNIRP she is currently Head of the Unit of Radiation Biology and Human Health, at Casaccia Research Center of Italian Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development (ENEA).

On behalf of ENEA she coordinated the research activity Subprogram 3 *Interaction between sources and biosystems* (MURST/ENEA-CNR Italian National Program *"Human and Environmental Protection from Electromagnetic Emissions")* and was involved in *several projects of the 5° and 6°FP, as member of steering Committee and Coordinator of research unit.*

Position

On the one hand Marino seems to agree with the official ICNIRP position; On the other hand In May 2012, during ICNIRP's 7th International NIR Workshop in Edinburgh, Marino held a lecture on the advantages, challenges and limits of experimental studies, in which she said that there is a "large number of studies but with controversial results and also a limited number of studies in relation to particular endpoints." Marino asked her fellow ICNIRP members the rhetorical question, whether these studies "really able to give conclusive information?" ICNIRP's answer to that question was and is no.

Possible conflicts of interest

Her Declaration of Personal Interests does not mention anything. Notaby, not that since April 2020 her university holds a patent based on her research, not mentioned in her DOI 2019, although the worldwide application for this patent was filed years ago.

Sharon Miller

Biography

Sharon Miller works at the Food and Drug Administration (FDA) as optical engineer since 1981. According to ICNIRP she served on numerous committees of the International Commission on Illumination (CIE) and the International Organisation for Standardization (ISO).

Position

Miller publications are mainly in the field of ultraviolet radiation and optical issues. It is difficult to find scientific publications or public statements in which she says anything about the safety of non-ionizing radiation.

Possible conflicts of interest

In her Declaration of Personal Interest Miller does not state any possible conflict of interest and we did not find any.

Gunnhild Oftedal

Biography

Gunnhild Oftedal is associate professor at the Norwegian University of Science and Technology (NTNU). According to ICNIRP she is currently, working as Research Co-ordinator at the Faculty of Information Technology and Electrical Engineering, NTNU. "From the early 1990s, she has been involved in research on health effects of EMF in the ELF and the RF ranges, mainly with experimental human studies and observational studies.

She is member of international organisations in the field of non-ionising radiation and participates in the work of WHO (Environmental Health Criteria project) on the health risk assessment on RF fields."

She was one of the experts on a government-commissioned study, published in 2012, of possible health risks with radiation from mobile phones, base stations and wireless networks in Norway.

Position

In 2004 she answered on the questions if electromagnetic radiation from mobile phones may well affect us in other ways, too "that scientists are skating on thin ice when discussing these issues. They know little about the cause-and-effect mechanisms involved, and hence cannot eliminate the possibility that the effect of electromagnetic fields, however weak in mobile phones, may cause health problems".

But she sticks with the official ICNIRP position and in a study for the Norwegian government she suggests that this approach is the right one: "Only effects for which there was reliable scientific evidence were used (by ICNIRP) as the basis for the exposure restrictions."

In another recent study she concludes that "overall, the evidence points towards no effect of exposure. If physical effects exist, previous findings suggest that they must be very weak or affect only few individuals with IEI-EMF. Given the evidence that the nocebo effect or medical/mental disorders may explain the symptoms in many individuals with IEI-EMF, additional research is required to identify the various factors that may be important for developing IEI-EMF and for provoking the symptoms."

As writes Leszczynski the 'nocebo' hypothesis argues that people first become aware, e.g. from news and social media, of the possible health risks of EMF-emitting devices and then worries about the possible health risk lead to develop symptoms, which they attribute to EMF exposures.

Oftedal denies in an article by IE that the health debate is polarised: "In our field it is easy to put people in two camps, but the landscape is much more nuanced". Also, the closed culture

at ICNIRP is being denied: “People who demonstrate that they are skilled are asked to contribute.”

Possible conflicts of interest

In the study on “Mobile phone headache: a double blind, sham-controlled provocation study” co-financed by The Research Council of Norway, Norwegian Post and Telecommunication Authority, Statnett, Telenor, Norsk tele- og informasjonsbrukerforening (NORTIB), Netcom. The study found no effects.

She is member of Bioelectromagnetics society (BEMS) according to the DOI and also of the European Bioelectromagnetics Association (EBEA)

Tsutomu Okuno

Biography

Tsutomu Okuno worked for the National Institute of Occupational Safety and Health, Japan from 1980 to 2015.

He became a member of the Scientific Expert Group in 2013 and is a member of the ICNIRP Commission since 2016.

Position

Okuno was one of the authors of the ICNIRP note that criticized the NTP-study that showed carcinogenicity in rats. For the rest, his work seems mainly to be on ultraviolet radiation, not on radiofrequency radiation.

Possible conflicts of interest

In his Declaration of Personal Interest there do not seem to be sources of possible conflicts of interest and we did not find information that contradicts this.

Martin Röösli

Martin Röösli is Professor for environmental epidemiology at the Swiss Tropical- and Public Health Institute in Basel and leads the Environmental Exposures and Health Unit. His background is situated in atmospheric physics and environmental epidemiology.

In the field of non-ionizing radiation Röösli did several exposure assessments and epidemiological studies on the health effects of electromagnetic fields “including population based studies dealing with cancer, neurodegenerative diseases and non-specific symptoms of ill health”.

He is the chair of BERENIS, a Swiss expert group advising the government on electromagnetic fields and non-ionising radiation. He is a member of the advisory group of Cohort Study of Mobile Phone Use and Health (COSMOS) and between 2015 and 2018 of the the Scientific

Council of the IARC, specifically SC52. Since 2013 he is also a Member of the Editorial Board of Bioelectromagnetics.

He is still a member of the Expert Group for the Swedish Radiation Safety Authority (SSM), for which he gets 3000 Swiss francs yearly.

Relevant to this report Röösli was part of the Working Group of the IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 102: Non-Ionizing Radiation, Part II: Radiofrequency Electromagnetic Fields.

Position

Röösli has contributed to a study (see portrait of Anke Huss) which show that the funding of scientific research into EMF can influence the findings. Nevertheless, he confirms the general position of ICNIRP that no adverse health effects are proven.

In a study from 2010 ("Systematic review on the health effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields from mobile phone base stations") Röösli concludes: "Our review does not indicate an association between any health outcome and radiofrequency electromagnetic field exposure from MPBSs at levels typically encountered in people's everyday environment."

In a recent 5G report for the Swiss government Röösli et all conclude that "No health effect has been consistently proven," which he repeated in an interview.

In an annual report prepared for the Swedish Radiation Safety Authority (April 2020) by a nine-member panel of experts of which, ICNIRP vice-chair Eric Van Rongen and Röösli, which according to *MicroWave News* is published each year "as an annual update with the past year's most important scientific developments on the health effects of EMFs and RF radiation" states very bluntly that "no new established causal relationships between EMF exposure and health risks have been identified." The annual report simply does not mention the NTP report. "The two ICNIRP members and their seven colleagues made believe that the NTP report does not exist. It's not mentioned, there is no citation. Nothing at all. For the record, the NTP final report was released on November 1, 2018."

Louis Slesin of *MicroWave News* wrote: "There is a discussion of the NTP findings in last year's Swedish update. But that was based on an earlier NTP draft where the staff had opted for a weaker designation, "some evidence" of cancer. Later, after an in-depth public peer review, the NTP strengthened the conclusion to "clear evidence" of cancer. That was the headline news of 2018. "Clear evidence" was a game changer; leaving it out of the annual update is a sure sign of bias. The NTP conclusion was now qualitatively different from the earlier draft —it could well have been the title of the panel's 2018 update. But van Rongen, Röösli and the others ignored it."

On January 7, 2020 prof. Lennart Hardell and supported by 22 scientists researching EMF wrote a remarkably critical, open letter to Mrs. Simonetta Sommaruga, President of the Swiss Confederation, in which they conclude: "It is imperative that the chair and other experts evaluating scientific evidence and assessing health risks from RF radiation do not have such clear conflicts of interests or bias as Martin Röösli has. Indeed, being a member of ICNIRP and being funded by industry directly or through an industry funded foundation, constitutes clear conflicts of interest. Furthermore, it is recommended that the

interpretation of results from studies of health effects of radiofrequency radiation should take sponsorship from telecom industry into account."

The group of scientists also point out to a strange contradiction in the positioning of Röösli: "Surprisingly the IARC classification from 2011 of RF-EMF exposure as class 2B, 'possibly' carcinogenic to humans, was ignored in the background material to the new ICNIRP draft on guidelines. Remarkably one of the ICNIRP commission members, Martin Röösli, was also one of the IARC experts evaluating the scientific RF carcinogenicity in May 2011. Röösli did not abstain from the IARC Group 2B classification and should be well aware of that decision, but seems now to neglect that fact being an ICNIRP member. That may be due to the fact that the IARC classification contradicts the scientific basis for the ICNIRP guidelines."

Hardell et al. suggest to the Swiss government that Mr. Martin Röösli should be released from his duties as a scientist who is not objective and has substantial conflicts of interest. On the letter Röösli reacted by saying: "It's not a scientific letter. It sounds like activists who do not use scientific facts but who just attack people. It would be much more compelling if Lennart responded to my criticism of him in a scientific way instead of derailing the debate".

A recent publication of the COSMOS (October 2019) on the outcomes states reassuringly that "using mobile phones most extensively for making or receiving calls at baseline reported weekly headaches slightly more frequently at follow-up than other users, but this finding largely disappeared after adjustment for confounders and was not related to call-time in GSM with higher RF-EMF exposure. (See also the portrait of Anissi Auvinen)

Possible conflicts of interests

Röösli does "unpaid work" for the COSMOS study, which received considerable funding from telecom companies. In the 2019-publication on this study for example, Nokia and mobile network providers TeliaSonera and Elisa are mentioned in the category 'funding'.

According to his DOI he gets 70,000 Swiss francs a year for the Berenis work, from the Federal Office for the Environment.

He also received 16,000 francs for assisting in the Working Group Mobile Phone and Radiation the Federal Office for the Environment of the Swiss government.

The Swiss Tropical and Public Health Institute in which he plays a leading role, has a lot of corporate clients of which Swisscom, the biggest telecom company in Switzerland, of which the Swiss government holds 51% of the shares. In the annual Report 2019 the institute states that of the total budget of roughly 90 million Swiss francs, 78. 6 % was "competitively acquired" and 21.4 % came from "Core contributions".

Studies selected or self-directed by Röösli, were directly funded by the (Research Foundation for Electricity and Mobile Communication)

of which Martin Röösli is a member since 2011, according to his CV on the website of the Swiss Tropical and Public Health Institute. FSM is "a non-profit-making foundation with the purpose of promoting scientific research into the chances and risks of radio and electric power technologies that produce and use electromagnetic fields". The five founders of the FSM are:

ETH Zurich, Swisscom, Salt, Sunrise, 3G Mobile (liquidated in 2011) and the current main sponsors are Swisscom and Swissgrid. The sponsors are also represented in the FSM Foundation Board with one delegate out of seven.

Soichi Watanabe

Biography

Watanabe is currently Director of the Electromagnetic Compatibility Laboratory of the "National Institute of Information and Communications Technology (NICT).

He was a member of ICNIRP Standing Committee III since 2004 and is a member of the Commission since 2012.

He is a guest lecturer of several universities and at the Central Research Institute of Electric Power Industry.

Position

All publications to which Watanabe contributed as author point in the same direction: no effect. For example, this article about tumorgenenis in rats.

In 2019, he was co-author of an article which stated: 'To date, no adverse health effects of the EMF, linked to these applications, have been established.'

Possible conflicts of interest

As a guest lecturer at the Central Research Institute of Electric Power Industry he receives a small amount (about € 450 for each lecture, 1 or 2 a year).

He was co-author of the article with commission-member Hirata on the research funded partly by KDDI Foundation.

MEMBERS WHO HAVE LEFT THE ICNIRP COMMISSION IN MAY 2020

Maria Feychting

Biography

Maria Feychting is a Professor of Epidemiology at the Institute of Environmental Medicine, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden.

She joined the Commission in 2008 and was elected vice chair in 2012. She left the Commission in May 2020.

Position

Feychting was in charge of the Swedish part of the Interphone study which concluded that there was no link between brain tumours and mobile phone use.

Feychting also conducted the Swedish part of the COSMOS-study, which in 2011 came to the conclusion that there was no increase in glioma in the Nordic countries that could be attributed to the use of mobile phones.

She recently repeated this point of view in the media in an article on the risks of 5G, which were none according to her.

According to this source she criticized the NTP-study on false grounds.

Possible conflicts of interest.

In a 2019 study in the context of COSMOS, she declared a declaration of interest as "vice chairman of the ICNIRP".

The telecom industry contributed € 5.5 billion to the funding (total € 19.2 billion) of the Interphone Study.

A 2016 publication on the Interphone Study once again mentioned industry funding by among other the Mobile Manufacturers Forum.

The Swedish part of the COSMOS-study was partly funded by the telecom industry: TeliaSonera, Telenor and Ericsson. In her Declaration of Interests for 2015 she declares that her Institute received a grant from industry sources which constituted "no more than 4% of her unit of epidemiology total income."

A 2011 study was partly funded by the Swiss Research Foundation on Mobile Communication, an organisation which is founded and funded by the telecom industry.

A 2012 study was funded by the Electric Power Research Institute (EPRI), an organisation funded by industry.

She did not mention these sources of funding in her Declarations of Personal Interest.

Adèle Green

Biography

Green is an Australian epidemiological scientist at the Queensland Institute of Medical Research, Australia and is the institute's Head of Cancer and Population Studies Group. She specialised in UV and skin cancer causation, harmful effects of UVR exposure in childhood and the prevention of melanoma. Apart from various Australian research bodies, she was also member of many committees at the International Agency for Research on Cancer (IARC) and contributed to the IARC monograph that led to classification in

Position

Although she focussed mostly on UV radiation, Green seemed to agree with her ICNIRP colleagues on the ICNIRP position, for example in this study from 2005 where Green was first author the research did not find any consistent or biologically relevant effect of specific radiation on cells. And another study from 2009 Epidemiologic Evidence on Mobile Phones and Tumor Risk, concludes by saying that "In the last few years, the epidemiologic evidence on mobile phone use and risk of brain and other tumors of the head has grown considerably. In our opinion, overall the studies published to date do not demonstrate a raised risk within approximately 10 years of use for any tumor of the brain or any other head tumor." And despite certain methodologic shortcomings and limited data on long-term use, "the available data do not suggest a causal association between mobile phone use and fast-growing tumors such as malignant glioma in adults, at least those tumors with short induction periods."

Conflicts of Interests

The declarations of interests of Dr Green have disappeared from the ICNIRP's website. The IARC Monograph mentions that Dr Green received "research funds (not exceeding 5% of total research support) from L'Oréal which makes products intended to reduce the dose from solar radiation."

Zenon Sienkiewicz

Biography

Sienkiewicz worked until his retirement in 2018 for Public Health England. There he led a research group that investigates the effects of ionizing and non-ionizing radiation. Since 2011 he has been a member of ICNIRP. He was also external expert for the Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR) report on 'Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF)', adopted in January 2015.

Position

Sienkiewicz systematically defends the position that there is no proof for any harm caused by non-ionizing radiation. In 2002, he said in the media: "The bottom line is there are no known mechanisms by which mobile phone radiation can increase the risk of cancer." Fifteen years later he still holds exactly the same position. In a 2017-article he stated that all the extensive research done has 'not identified any public health risks with any degree of certainty.' Moreover, it concluded that 'animal studies investigating the carcinogenic potential of exposure to multiple RF frequencies should not be given a high priority for research at this time.'

Possible conflicts of interest

A remarkable fact in his latest Declaration of Personal Interests is that he has shares in telecommunications multinational BT Group, one of the largest telecommunications companies in the world from 2003 to the present day. The gain is very little: about 100

pounds a year. But still: if you want to avoid the impression of conflicts of interest buying shares in a telecom company doesn't seem to be a wise decision.

He himself acknowledges this is a potential conflict of interest. Under an article published in 2017 the 'Statement on the Conflict of Interest' is: The authors declare that this work was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be constructed as a potential conflict of interest, *except Sienkiewicz declares that he has owned 440 ordinary shares in BT Group, a communication services company.'*

In his 2015 Declarations of Interests he declares to have done since 2012 "Provision of research and scientific advice to UK government and other stakeholders". It is not specified who those other stakeholders were, but it can be assumed those were not civil society groups.

Also since 2009, he has been a consultant to the Rapid Response Group at the Japan EMF Information Center, which is funded by "Japan Electrical Safety & Environment Technology Laboratories, where he conducts reviews and analyses of recently published scientific studies

He was between 2001 and 2012 member of the Mobile Telecommunications Health Research (MTHR)-programme. The programme did not find any association between exposure to mobile telephone communication and an increased risk of developing cancer. In the final report of the programme we read that that the core funding was provided in approximately equal share by government and industry. He systematically defends the point of view that there are no health risks associated with non-ionizing radiation. He was co-author of the 2019 article which criticized the NTP-study.

SCIENTIFIC EXPERT GROUP

Jacques Abramowicz

Biography

Jacques Abramowicz is Professor of Obstetrics and Gynecology and the Director of the Ultrasound Services at the University of Chicago.

He is a member of the Scientific Expert Group since May 2016.

Position

Abramowicz is, says his personal page at Chicago University, "an expert in the use of ultrasound for prenatal diagnosis of foetal anomalies and screening for early detection of ovarian cancer."

As far as we could find out, he did not perform research into the health effects of mobile phone radiation.

Possible Conflicts of Interest

In his declaration of personal interests Abramowicz doesn't mention possible conflicts of interest and we did not find information that contradicts this.

Anssi Auvinen

Biography

Auvinen is currently a professor of Epidemiology at the School of Health Sciences, University of Tampere in Finland. He is a member of ICNIRP's Scientific Expert Group since 2013. He was also external expert for the Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR) report on 'Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF)', adopted in January 2015.

Position

In harmony with all ICNIRP-members Auvinen criticizes research that seems to show an association between health problems and mobile phone use. Although there have been individual reports of associations between MP-use and tumours, this research is not consistent and on balance does not provide evidence of an association,' he and his co-authors wrote in 2008. His own research systematically shows no association between health problems and non-ionizing radiation.

Auvinen participated in the Finish Cohort Study of Mobile Phone Use and Health (COSMOS). A recent publication (October 2019) on the outcomes states reassuringly that "using mobile phones most extensively for making or receiving calls at baseline reported weekly headaches slightly more frequently at follow-up than other users, but this finding largely disappeared after adjustment for confounders and was not related to call-time in GSM with higher RF-EMF exposure. Tinnitus and hearing loss were not associated with amount of call-time." In another publication on the COSMOS-outcomes (April 2020) an association between sleep quality and mobile phone use is also not found.

Possible conflicts of interest

In his Declaration of Interests he submitted to ICNIRP he states that he in 2014 and 2015 received research € 100,000 funding from the Mobile Manufacturers Forum, an international organization founded in 1998 by leading manufacturers of mobile phones and radio equipment, such as Alcatel, Ericsson, Mitsubishi Electric, Motorola, Nokia, Panasonic, Philips, Sagem, Samsung, Siemens and Sony Ericsson.

The funding was for the COSMOS-study. In the 2019-publication on this study Nokia and mobile network providers TeliaSonera and Elisa are mentioned in the category 'funding'.

Another recent article states that Auvinen received 'consulting fees from Epid Research Inc.' According to his Declaration of Interest he received a fee of € 1000 in 2015 and 2017. Not in

his declaration of interest is that he received lecture fees from pharmaceutical companies Glaxo Smith Kline and MSD. Maybe one can argue that these companies do not operate in the field of non-ionizing radiation. But to avoid conflicts of interests it seems wise to be transparent about all fees and funding received from industry.

Christian Cajochen

Biography

ICNIRP's website states that Cajochen studied natural sciences followed by a 3-y postdoctoral stay at the Harvard Medical School in Boston, USA. He leads the Centre for Chronobiology at the University of Basel and focusses on the influence of light on human cognition, circadian rhythms and sleep, circadian related disturbances in psychiatric disorders, and age-related changes in the circadian regulation of sleep and neurobehavioral performance.

He serves as associate editor for established sleep-related scientific journals and is editor in chief for "Clocks&Sleep".

He started as a member of the Scientific Expert Group (SEG) in May 2018.

Position

As stated Cajochen focusses on the influence of lights and far as we could find out, he did not perform research into the health effects of mobile phone radiation.

Possible conflicts of interest

In his DOI it is stated that he studies the "effects of day LED on human performance, melatonin and sleep. Research studies in healthy human volunteers partially sponsored by Toshiba Materials." In the period from 2014-2018 that accounts for 120.000 (we assume euro), whereby Toshiba has the right "to request (i) revisions to the publication, so that no Confidential Information is inadvertently disclosed or a delay of not more than 60 days to allow for protection of any potentially patentable subject matter by filing of a patent application."

Toshiba does not focus on telecommunications, but rather on mainly infrastructure energy and Electronic Devices.

Jose Gomez-Tames

Biography

Gomez-Tames is Research Associate Professor in Nagoya Institute of Technology.

He is also Working Group Chair of the Subcommittee on EMF Dosimetry Modelling of the IEEE International Committee on Electromagnetic Safety from 2017.

Gomez-Tames is member of the Scientific Expert Group since 2018.

Position

Gomez-Tames work is more on the modelling of non-ionizing radiation than on the health effects.

Possible conflicts of interest

See Van Rongen and others on the role of IEEE/ICES.

In his Declaration of Personal Interest Gomez-Tames doesn't mention other sources of possible conflicts of interest and we did not find information that contradicts this.

Penny Gowland

Penny Gowland worked at the University of Nottingham School of Physics and Astronomy until 2016 and is now retired. She did a PhD in Magnetic Resonance Imaging from the Institute of Cancer Research in 1990.

According to ICNIRP's website "her work at high field and on foetal development as led her to take a strong interest in the interactions of EMF with the human body, and safety aspects of MRI."

Penny Gowland is a member of the ICNIRP Scientific Expert Group (SEG) since March 2013.

Position

She declared in her DOI that her "research interests are in MRI: but I am also academically and professionally interested in any biological effects of EMFs."

As stated Gowland focussed mainly on MRI and far as we could find out, she did not perform research into the health effects of mobile phone radiation.

Possible conflicts of interest

According to the organisation AVAATE her previous Declaration of Interests, she reported that she has held many research contracts with Phillips Electronics but without any money involved. Gowland has been part of the MR safety working group of British Institute of Radiology. According to the British Institute of Radiology website, Phillips and Siemens are platinum sponsors.

In 2015 AVAATE also stated that the European Society for Magnetic Resonance in Medicine and Biology (ESMRMB), organization mentions that Gowland was a member of several committees, including the Committee on Security, and has received financial support from companies like Hitachi, Philips, Siemens, Toshiba and General Electric.

John Hanifin

Biography

John Hanifin is laboratory director of the Light Research Program at Thomas Jefferson University.

He is a member of the Scientific Expert Group since May 2018.

Position

Hanifin is specialized in the effects of light. A recent publication he contributed to is for example is about the effect on nurse and patient experience of the overnight use of blue depleted illumination. He did not conduct research on the health effects of mobile communications technologies.

Possible conflicts of interest

The Light Research Program received industry support from among others OSRAM, Philips Lighting and Panasonic.

His PhD-thesis (2015) was also party funded by industry, by Philips Lighting, Apollo Lighting and OSRAM.

Hanifin's Declaration of Personal Interest shows that his laboratory earns about 5% of its yearly income by conducting clinical research for Bios Lighting. It mentions that his laboratory is obliged to submit a manuscript to the sponsor before publication for review and comment, 'however Sponsor shall not exercise editorial control over the publication'. The fact that the sponsor can review and comment the manuscript does not seem to be a strong guarantee of independence.

Jukka Juutilainen

Biography

He is a retired professor emeritus of Radiation Biology and Radiation Epidemiology, and Department Head of the Department of Environmental Science at the University of Eastern Finland. Juutilainen teaches generic courses on environmental health and risk assessment, as well as specific courses on non-ionizing and ionizing radiation

He is an Associate Editor of *Bioelectromagnetics*, effective immediately for which he was nominated by the European Bioelectromagnetics Association (EBEA) a non-profit scientific association with many current and former ICNIRP-members.

He was a member of the ICNIRP Standing Committee on Biology from 2004 until 2012 and became a member of the Scientific Expert Group (SEG) in March 2013.

Position

In 2007, *Microwave News* reported positively about a study published by Juutilainen: "Every now and then a new paper comes along that gives hope that one day we'll make sense of the conflicting results that have become the hallmark of EMF research." The study was financed partly by the cell phone industry —the MMF and the GSMA and although Juutilainen suggested that needed a follow-up it never got one.

Another study from 2007 concluded that "the data did not show any effects of radiofrequency electromagnetic fields on micronucleus frequency in erythrocytes. The findings were consistent in two mouse strains (and in a transgenic variant of the second strain), after 52 or 78 weeks of irradiation, at three SAR levels relevant to human exposure from mobile phones, and for three different mobile phone signals." The study was co-funded by Nokia, Elisa Communications Corporation, Finland Benefon, Finland Sonera.

Juutilainen published this study in 2009, together with Croft and Van Rongen, on the 'Effects of Radiofrequency Electromagnetic Fields on the Human Nervous System'. The conclusion was that "However, in provocation studies a causal relation between EMF exposure and symptoms has never been demonstrated. There are clear indications, however, that psychological factors such as the conscious expectation of effect may play an important role in this condition."

Possible conflicts of interest

In his past ICNIRP Declaration of Interests, he stated that he has received research funding from government organizations and foundations.

In his last non-signed DOI he indicates "The Department of Environmental and Biological Sciences of the University of Eastern Finland (UEF) has received funding from the Electric Power Research Institute (EPRI). Although EPRI is an independent, non-profit research organization (and therefore not reported above in research support received from commercial entities), this funding might be perceived as affecting my independence (Period: 2015-2019)."

According to AVAATE he had "numerous research programs funded by Nokia, Benefon, Sonera, Elisa, FINNET, the GSM Association and the Mobile Manufacturer Forum." For example, the national research programme on possible health effects of mobile phones in Finland (from 1998 to 2003) which was coordinated by Juutilainen was mainly funded by TEKES, National Technology Agency a governmental organisation, and also supported by Nokia, Benefon, Sonera, Elisa, Radiolinja, Finnish 2G, Mobile Manufacturers Forum and the GSM Association.

He has participated in conferences and publications funded in part by organizations with interests in the telecommunications sector.

Masami Kojima

Biography

Masami Kojima is a professor of Kanazawa Medical University. He is specialized in ocular damage due to microwaves.

In the period 2001-2004 he was a consulting member for ICNIRP, since november 2014 he is a member of the Scientific Expert Group.

Position

Kojima's research is mainly on the effects of microwaves on the eye, often of rabbits. In his publications, we found no direct statements about possible effects on the eye within the ICNIRP-norms.

Possible conflicts of interest

He was co-author of the 2010 article partly funded by KDDI Foundation (see Hirata and Watanabe).

His Declaration of Personal Interest does not mention other sources of possible conflicts of interest and we did not find any.

Ilkka Laakso

Biography

He is Professor of Electromagnetics in Health Technologies at Aalto University, Finland and focuses on theoretical and computational bioelectromagnetics at both extremely low and radio frequencies. Laakso has been "combining computational electromagnetics with medical image processing and biological neuron modelling." The purpose of this research is to offer the medical and electrical engineering community new computational methods for individual physical modelling of the human body.

According to ICNIRP's website he is the "secretary of Subcommittee of EMF Dosimetry Modeling (SC6) of the IEEE International Committee on Electromagnetic Safety and a working group chairman since 2015."

Laakso became a member of the Scientific Expert Group (SEG) in 2016.

Position

A study from 2009 (Assessment of the Computational Uncertainty of Temperature Rise and SAR in the Eyes and Brain Under Far-Field Exposure From 1 to 10 GHz') about the specific absorption rate (SAR) seems to suggest that the 'reference levels by ICNIRP and maximum permissible exposure limits by IEEE seemed to be conservative in the sense that at the reference levels the temperature rise in the eyes and brain was always less than 1◦C."

Possible conflicts of interest

For IEEE/ICES see Van Rongen and others.

According to his DOI for ICNIRP he owns stocks of and is a board member of 'Fieldsim Oy', a consulting company in Finland that does computer simulations of electromagnetic fields, including electromagnetic field exposure.

Isabelle Lagroye

Biography

Isabelle Lagroye is a director of studies at the Ecole Pratique des Hautes Etudes (EPHE) and works at Bordeaux University. Her research, states a recent publication, 'deals mainly with the biological and toxicological effects of non-invasive electromagnetic fields.' She is currently member of the Bruxelles-Capitale expert committee on non-ionising radiations.

She was member of an ICNIRP committee in the period 2009-2012 and was elected member of the Scientific Expert Group in March 2013.

Position

In 2018 Lagroye together with two other scientists published an article in *European Scientist* in which she concluded that the NTP-study "consolidates current knowledge and reinforces the fact that when effects of mobile radiofrequency fields can be observed, it is at exposure levels that far exceeds the maximum permissible exposure values. In practice, these limits cannot be reached with commonly used wireless communication technologies (relay antennas, mobile phones, Wi-Fi …)."

This statement seems to be in contradiction with findings from her own research. A recent publication of which Lagroye was co-author concludes: 'However, we found that exposure to GSM-modulated 1800 MHz signals at 2 W/kg decreased the PMA maximal efficacy to activate both RAS and ERK kinases' activity.' So, it influences the signaling between proteins.

This is an effect at 2 W/kg, while according to the new ICNIRP-norms health effects in head and torso are only above 20W/kg and the norm is, with a safety factor of ten, 2W/kg.

Lagroye was also co-author of the final report of the Geronimo-project. In this report, we do find indications for health effects. It says:

"Results suggest that increased RF dose to the brain and longer mobile phone call time may be associated with risk of hyperactivity and conduct problems."

And: "a meta-analysis among four birth cohorts (n=55,507) indicated that maternal cell phone use during pregnancy may be associated with shorter pregnancy duration and increased risk for preterm birth (Tsarna et al., 2019, accepted Am J Epidemiol)."

Interesting is also that research conducted by Lagroye seems to suggest non-thermal effects, while ICNIRP states that thermal effects are the only ones for which there is scientific evidence. In this article the authors write: "Altogether, our experimental findings provide

evidence for dose-dependent effects of RF signals on the bursting rate of neuronal cultures and suggest that part of the mechanism is non-thermal."

In 2009, she co-authored a scientific paper with Van Rongen and Croft which stated on the 'effects of radiofrequency electromagnetic fields on the human nervous system' that "there are clear indications, however, that psychological factors such as the conscious expectation of effect may play an important role in this condition."

Possible conflicts of interest

The latest Declaration of Personal Interest of Lagroye that can be found on the ICNIRP-site dates from 19 October 2015, almost five years ago. At that moment, she stated that she got 2,35% of the income of her research unit from a commercial partner, the Réseau de Transport d'Électricité (RTE).

A study published in 2010 which suggested that exposure to WiFi did not damage the brains of young rats was funded by France Telecom and La Fondation Santé et Radiofréquences, an organisation that is for the half funded by industry.

This organisation also partly funded several other studies to which she contributed, like this one published in 2011 and this one published in 2012.

Another 2012 publication was partly funded by Bouygues Telecom.

Sarah Loughran

Biography

ICNIRP's website states that Loughran is currently a researcher at the University of Wollongong in the Australian Centre for Electromagnetic Bioeffects Research (ACEBR) human neurophysiology research group, an NHMRC Centre of Research. She studied physiology and psychology and got a PhD in cognitive neuroscience/psychophysiology at Swinburne University of Technology, investigating the effects of electromagnetic fields on human sleep, the electroencephalogram (EEG), and melatonin.

To this centre (ACEBR) also ICNIRP-chair Rodney Croft and ICNIRP-member Andrew Wood are connected. Swinburne university and in particular the Radiofrequency Dosimetry Laboratory is part of the ACEBR which has a very close relationship with and is co-funded by Telstra, the biggest Telecom company in Australia. (See also portraits on Woods and Croft)

Loughran is also a member of the current World Health Organisation (WHO) RF Environmental Health Criterion evaluation committee, and is on the board of directors for the Bioelectromagnetics Society (BEMS). She is a member of the ICNIRP Scientific Expert Group (SEG) since March 2013.

Position

A 2005 study by Loughran and Woods on the effects of EMF on human sleep demonstrated that "a short exposure to mobile phone-type radiation has an effect on subsequent sleep EEG, although no conclusions can be made regarding adverse health consequences as the mechanisms of the effects are still unknown."

In 2007 Microwave News reports that "the ability of mobile phone radiation to affect sleep is emerging as a robust low-level effect. A team led by Bengt Arnetz has reported that a three-hour exposure to GSM radiation at 1.4W/Kg an hour before bed can disrupt sleep." This study supported earlier findings of Peter Achermann of the University of Zurich and Loughran at the time working at the Brain Sciences Institute at Swinburne University.

Because later findings of other studies got quite some media attention, Loughran, Peter Achermann & Niels Kuster published a statement to temper the seriousness of the findings.

Loughran worked for some years in Switzerland, where several scientists like Kuster do research on EMF and sleep. *The Nation* reported that Niels Kuster, a Swiss engineer co-authored in *The Lancet Oncology* a summary of the WHO's findings of the Interphone study which was launched by the WHO's International Agency for Cancer Research in 2000 (and to which two wireless trade associations contributed $4.7 million or 20 percent of the $24 million budget). Kuster had filed a conflict-of-interest statement affirming that his research group had taken money from "various governments, scientific institutions and corporations." But after his publication The Lancet "issued a correction expanding on Kuster's conflict-of-interest statement, noting payments from the Mobile Manufacturers Forum, Motorola, Ericsson, Nokia, Samsung, Sony, GSMA, and Deutsche Telekom. Nevertheless, Kuster participated in the entire 10 days of WHO-deliberations."

In general, Loughran (ACEBR) is in agreement with Croft. In an interview with Computerworld: "*There are people that are suffering and yes, it's **not due** to electromagnetic energy exposure, it's more of a **psychosomatic** condition…*"

According to a 2017 study "IEI-EMF provocation case studies: A novel approach to testing sensitive individuals" of which Loughran is the second author "*the present experiment failed to show a relationship between RF-EMF exposure and an IEI-EMF individual's symptoms*". The information on Electro hypersensitivity from the WHO's EMF Project (see also History chapter in this report) to which Loughran is connected has not been updated since 2005.

Possible conflicts of interest

In her DOI she declares for 2015 having received almost 16.000$ from EPRI funding a*nd NPF research Institute, which accounted "approximately for 5% of her lab's income".*

In a 2016 EPRI workshop "Loughran provided an overview of the current state of knowledge in the field of human laboratory studies, an assessment of the critical gaps in knowledge, and recommendations for research priorities. Loughran and the session rapporteur, Rodney Croft, University of Wollongong, led the workshop participants in a discussion of human laboratory studies".

See also portraits on Croft and Wood.

Jack Lund

Biography

Jack Lund was research physicist with the US Army Medical Research Command. There he studied the effect of laser radiation on ocular tissue and the visual system. He retired in 2018.

He was an ICNIRP Consulting Expert from 2002 to 2012. He joined the Scientific Expert Group in 2018.

Position

Jack Lund is an expert in laser safety issues. He did not publish article about the health effects of mobile communication technologies and did not make, as far as we could find out, make public statements about it.

Possible conflicts of interest

Lunds 'Declaration of personal interest' is completely empty. We did not find other information about possible conflicts of interest.

Simon Mann

Biography

According ICNIRP's website Simon Mann is a chartered electrical engineer and heads the Physical Dosimetry Department at Public Health England's Centre for Radiation, Chemical and Environmental Hazards. Man is responsible for programmes of scientific work to develop health-related advice on exposures to electromagnetic fields (EMFs) and optical radiation across the UK.

He was secretary to the independent Advisory Group on Non-ionising Radiation (AGNIR), and member of the IARC Working Group that evaluated the carcinogenic potential of radiofrequency EMFs in 2011. He currently works with WHO EMF Project (see also history part) to develop its Environmental Health Criteria monograph on radiofrequency fields.

He is also active in technical standardisation and is a UK delegate to the CENELEC TC106X Committee.

During a meeting of the WHO EMF Project in 2013 Lindsay Martin from ARPANSA – (Australia) and Simon Mann (PHE - UK) were elected chair and vice chair respectively. In the meeting J. Keshvari from International Committee on Electromagnetic Safety (ICES)and the International Electrotechnical Commission (IEC) TC 106 said that "Maintenance work is in hand on several EMF exposure Standards. Harmonisation and avoiding duplication of effort,

between CENELEC, IEEE and ITU is encouraged where possible." Keshvari also mentioned that IEEE/ICES "has been developing an RF safety Standard for NATO".

He is a member of the ICNIRP Scientific Expert Group since 2015.

Position

Mann is part of the close network of ICNIRP and WHO EMF scientists that claim there are no real immediate health effects from EMF. For more on the WHO Project and EMF IEEE/ICES, see the history part of this report and the portrait of Croft and Van Rongen.

Possible conflicts of interest

We could not find a recent DOI on ICNIRP's website: the link to Mann's DOI on ICNIRP's website is not functioning.

However, he did not mention in his former Declaration of Interests statement submitted to ICNIRP, that he has received research funding from the GSM association, the Mobile Manufacturer Forum and the UK's Mobile Telecommunication and Health Research Program (MTHR), on which he still plays a leading role. According to AVAATE MTHR in the past received funding from the Vodafone, a wireless company.

Since 2009 he has been a member of BEMS and the EBEA22.

Rüdiger Matthes

Biography

Rüdiger Matthes was from 1989 until his retirement in 2016 Head of the group "Non-Ionizing Radiation (Dosimetry)" at the German Federal Office for Radiation Protection. He became the Scientific Secretary of ICNIRP in 1993. He was Chairman of the Standing Committee on Physics and Engineering (SCIII) from 2004 to 2008. He became Vice-Chair in 2008, and Chair again in 2012. Since 2016 he is a member of the Scientific Expert Group.

Position

Matthes defends the position that there are no studies that prove the existence of non-thermal health effects of non-ionizing radiation and that no plausible mechanism has been described whereby these effects could take place. There is no evidence for a link between cancer and the use of mobile phones, he said in 2010.

Matthes was one of the authors of a recent ICNIRP-publication in which ICNIRP explains the principles for health protection on which its guidelines are based.

Possible conflicts of interest

In his Declaration of Personal Interests Matthes does not mention any possible conflict of interest and we did not find any information that contradicts this.

During a meeting of the WHO EMF Project in 2013 Matthes spoke on behalf of both BfS and ICNIRP by stating that: “Exposure recommendations have been developed by several organisations such as ICNIRP and IEEE/ICES, and there is good harmonisation between these on fundamental limits.”

John *O'Hagan*

Biography

On ICNIRP’s website it says that John O’Hagan heads the Laser and Optical Radiation Dosimetry Group at Public Health England. This research group covers all aspects of optical radiation dosimetry, including both the beneficial and detrimental effects of optical radiation on people.

He is Vice-President Standard of the International Commission on Illumination (CIE), Convenor of the International Electrotechnical Commission Technical Committee 76 “Optical Radiation Safety and Laser Equipment” Working Group 9 “Non-coherent sources”, Chairman of the British Standards Committee EPL/76 “Optical Radiation Safety and Laser Equipment” and is a member of a number of other national and international committees.

According to his DOI he was also a member of EU SCENHIR/SCHEER Working Group on Potential risks to human health of Light Emitting Diodes (2016-2018) and is a Member of WHO Core Group on NIR Basic Safety Recommendations.

He joined the ICNIRP Scientific Expert Group (SEG) in March 2013.

Position

In 2017 O’Hagan co-wrote a chapter in Clay's Handbook of Environmental Health in which the general line of ICNIRP, SCENHIR and WHO EMF Project is repeated: no adverse health effects.

Possible conflicts of interest

In his DOI he states under activities “Provision of scientific support and advice to government and other stakeholders”, but fails to mention which stakeholders.

In his statement, he says that he is the President of the Committee EPL/76 Optical radiation safety and laser equipment, of BSI Standards Development (BSI is a company that sets rules to help organizations worldwide achieve excellence). Organizations that work with this committee include the Association of Industrial Laser Users, the Association of Manufacturers of Domestic Appliances, GAMBICA Association Limited (a UK national organisation representing the interests of companies in the instrumentation, control, automation and laboratory technology industry) the Institute of Physics, the Institution of Engineering and Technology, the Institution of Mechanical Engineers, and the Lighting Industry Association.

He also reports that he is the Vice President of the CIE-UK National Illumination Committee of Great Britain. This committee was established by the Illuminating Engineering Society of

Great Britain, the Institute of Electronic and Electrical Engineers, the Institute of Gas Engineers, and the NPL, in collaboration with industry and professional associations, government departments and lighting technicians.

Chiyoji Ohkubo

Biography

Chiyoji Ohkubo is Director of the Japan EMF Information Center (JEIC). This organisation was established in July 2008 'to facilitate communication on EMF issues among government agencies, industry, the media and the general public.'

In the period 2005-2007 he worked for the EMF WHO-project.

He is a member of Scientific Expert Group since March 2013.

Position

All his publications seem to fit into the same category: no effect. See for example this study in which the exposure of rats to RF EMF radiation did not alter their cerebral microcirculation.

Possible conflicts of interest

For criticism of the WHO EMF Project see among others Van Rongen.

The Japan EMF Information Center, writes Okhubo himself, 'has been financed from donations by stakeholders and governmental funds.' An information leaflet of the organisation says: 'The JEIC is founded to present in a neutral way the positions of industry, science and society, and to discuss the risk analysis.' It seems to be no coincidence that industry is mentioned first.

Ohkubo did research funded by the Association of Radio Industries and Businesses (ARIB), Japan.

Margarethus Paulides

Biography

Margarethus ('Maarten') Paulides obtained his MSc in Electrical Engineering at Eindhoven University in 2002 and his PhD in Medical Electromagnetics

He works as Associate Professor, Department of Electrical Engineering, Electromagnetics, at the university of Eindhoven as well as Associate Professor, Erasmus Medical Centre in Rotterdam.

The outcome of his research were novel devices, patient-specific simulation technology and pioneering data and knowledge for improving EMF exposure guidelines.

Since 2015 he is board member of the Dutch National Antenna Research Framework (NARF). From 2017, he serves in the Electromagnetics Committee of the Dutch Health Council that advises the relevant ministers in the Netherlands on EMF related subjects. He also is a Management Committee member and Workgroup leader in COST action CA17115.

He is a Member of the ICNIRP Scientific Expert Group (SEG) since 2017.

Position

Most of his research is focussed on applications in health monitoring, disease diagnosis and therapy. We did not find much research on the health effects of radiofrequency radiation.

He did some research on thermal effects on tissue which resulted in this 2018 study in which the authors basically state that the protection levels of ICNIRP and IEEE are conservative and safe: "To protect against any potential adverse effects to human health from localised exposure to radio frequency (100 kHz-3 GHz) electromagnetic fields (RF EMF), international health organisations have defined basic restrictions on specific absorption rate (SAR) in tissues. These exposure restrictions incorporate safety factors which are generally conservative so that exposures that exceed the basic restrictions are not necessarily harmful."

Possible conflicts of interest

According to the ICNIRP website he "also acts as advisor of start-up companies aimed at providing solutions for computer simulation and image guided interventions".

His DOI further states that he does paid consultancy for a company Sensius.biz, which in fact he co-founded, for an amount of 5000€. He also owns 4,9% in stocks of this company.

The same amount he got from a German company Sennewald Medizin Technic.

He received a 45.000€ research Grant form General Electric Research Centre in Germany.

For the contracting company Phillips he received a STW research grant of 10.000€ in cash and 66.300€ in kind.

Kensuke Sasaki

Biography

Kensuke Sasaki is a Researcher of the National Institute of Information and Communications Technology, Japan.

He is a member of Subcommittee of EMF Dosimetry Modelling of IEEE International Committee on Electromagnetic Safety. He is also an expert for a committee of the International Electrotechnical Commission.

He joined the Scientific Expert Group in November 2018.

Position

Most publications of Sasaki are about how to measure the effects of non-ionizing radiation and about the thermal effects of it on for example the eye. We did not find direct statements about the health effects.

Possible conflicts of interest

For information about IEEE/ICES see Van Rongen.

Together with Hirata and Watanabe (see above) he conducted research published in *IEEE Transaction* in 2010 partly funded by KDDI Foundation.

David Savitz

Biography

Savitz is currently Professor of Epidemiology and Obstetrics and Gynecology, at the American Brown University.

His teachings and research is focussed mainly on epidemiologic methods and, reproductive, environmental, and cancer epidemiology and he authored a book entitled “Interpreting Epidemiologic Evidence”.

He was a member of the ICNIRP Standing Committee on Epidemiology from 1997 until 2012 and then became a member of the ICNIRP Scientific Expert Group (SEG) in 2013.

Position

Given the fact that he has been connected to ICNIRP for 23 years we can safely assume that he agrees with the position of this NGO on health effects of EMF.

Possible conflicts of interest

His Declaration of Interests statement to ICNIRP, says that he does paid consultancy but “non-relevant to ICNIRP”.

According to AVAATE this is not really true: “He gave expert witness testimony on behalf of the defendants in a January 2012 lawsuit in Federal District court in Portland, Oregon.”

A company AHM Wireless sued the Portland Public School System, because it called for the removal of a Wi-Fi system in the schools. The testimony of Savitz was requested to assess the expertise of plaintiffs' claims that the implementation of wireless devices and wireless systems in the schools could possibly cause cancer or other adverse health effects.

In court, he states that the purpose of his contract with Battelle was to investigate relationships between environmental agents and human health and that he had a variety of sponsors, including some federal government agencies and other groups that he does not recall at this time.

Remarkably when he is asked about his ICNIRP membership he said that doesn´t consider himself to be really an active member and that he contributed all those years to just four reports, together with Anders Ahlbom, who coordinated their advice work for ICNIRP and whom had also recruited Savitz to join ICNIRP (in 2011 was asked to step down from IARC panel after he was exposed to be on the board of his brother's consulting firm, which telecom clients). Savitz: "My understanding of the organization is really actually quite limited. My role in it has been much narrower to participate in the evaluation of evidence and the reporting of the results of that evaluation. I have not been involved in what's done with that evaluation."

When the lawyer of the public school asks "So the organization, though, it's involved with the protection of human beings from non-ionizing radiation; is that correct?" Savitz answers: "Again, my understanding is not much deeper than as you described it based on the name of the organization. My understanding is that they evaluate evidence and make recommendations that are intended to be protective of health."

When asked if he is paid to be part of scientific committees, he says that he remembers only travel expenses being reimbursed by ICNIRP. He says he doesn´t even remember how many scientific committees he belongs to. He wasn´t involved with what ICNIRP does in making decisions after it receives the results of the evaluation carried out by the Standing Committee on Epidemiology. He says that he has never read the ICNIRP Statutes, its mission, etc. He maintains that he is hired to help evaluate a particular line of research. Also, when asked if there was any relationship between ICNIRP and the WHO for the work in which he contributed to, he said he did not know.

It almost seems as if Savitz does not want to be remembered too much about ICNIRP and tries to distance himself from the NGO and its position. When the lawyer of the public schools asks "you would agree then that we need protection from non-ionizing radiation; is that correct?", Savitz answers: "Well, that's not something that I get involved in the technical judgment of the sort of guidelines or regulations or decision-making. If you're asking, obviously there are levels of exposure that I'm aware that can be harmful, so that I can understand in a general way that it makes sense that there be consideration of regulation."

AVAATE notes that "when asked whether he has been paid out of funds acquired from companies and/or telecom consultants and law firms that represent these companies, he replied that there are a few cases where he has done research funded by the electric utility industry. However, he emphasized that the funders tried to isolate his work from the source of funding. He says he once had done a study before realizing where the money came from."

Savitz also stated that he has done work sponsored by EPRI, as many ICNIRP members, which is funded by the electrical power industry.

There is no record of these kind of data in the Declaration of interests that he submitted to ICNIRP.

Karl Schulmeister

Biography

Karl Schulmeister is since 1994 head of the Laser, LED and Lamp Safety group at Seibersdorf Laboratories in Austria. On his LinkedIn profile he describes himself as 'Consultant on Laser and Optical Radiation Safety'.

He was a member of the ICNIRP Standing Committee on Optical Radiation in the period 2008-2012 and joined the Scientific Expert Group in March 2013.

Position

Karl Schulmeister is specialized in optical radiation. He did not perform research on the health effects of radiofrequency radiation.

Possible conflicts of interest

Seibersdorf Laboratories is a firm, not an academic institution. Schulmeister's group derives, according to his Declaration of Interest, about 10% of its income from paid consultancy.

Research for an article published in 2015 and a white paper published in 2016 received both the support of the Laser Illuminated Projector Association, which presents itself as "a single industry voice in rationalizing laser regulations".

David H. Sliney

Biography

Sliney serves as chair of the IES Photobiology Committee and holds a Ph.D. in biophysics and medical physics from the University of London, Institute of Ophthalmology. He worked for the US Army Public Health Center for 42 years, serving as Program Manager, Laser/Optical Radiation Program, until retiring in 2007.

Het still acts as Safety Director, American Society for Lasers in Medicine and Surgery; And he remains an associate faculty member of the Johns Hopkins School of Public Health, Department of Environmental Science and Engineering, Baltimore, MD.

He served as member, advisor and chairman of numerous committees that are active in the establishment of safety standards for protection against non-ionizing radiation (ANSI, ISO, ACGIH, IEC, WHO, NCRP).

He has been an ICNIRP Commission Member from the very start in1992 until 2004 and as Chairman of ICNIRP SCIV (optical radiation) from 1998 until 2004. He is a member of the ICNIRP Scientific Expert Group (SEG) since November 2017.

Position

Sliney has been mainly focussing on safety and health issues of laser lights, UV light or other sources, important for safety for medical staff who work with laser application in surgery

and medicine. Also, scientists and military staff are risk groups for laser damage to the eye. We could not find research on the health effects of radiofrequency radiation.

Which does not mean that he is not involved in the scientific debate. In 2013 for example he participated in a webinar by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) on electromagnetic radiation.

In an article from 2017 on the history of of ICNIRP founder Mike Repacholi explicitly gives a special thanks to long-term INIRC and ICNIRP member David Sliney for his help with reviewing the article.

In a book from 2000 in 'the NATO Science Series' by B.Jon Klauenberg (US Air Force Research Laboratory) and also NATO-liaison, Sliney is described as "Dr Dave Sliney and army employee who serves on the ICNIRP". Klauenberg who in the first years led the WHO EMF Project together with Repacholi, is a prominent figure from the US Department of Defense (DOD) and describes it as follows: "Because the US military services operates globally and with many different national partners, uniformity of the RFR exposure standards is a desirable goal." He then describe the various ways that the DOD contributes to "worldwide standards harmonisation". So, the DOD participates in the WHO EMF project for example "through active engagement of US Air Force Research Laboratory as well as US army personnel providing service on the IEEE". And Sliney thus seems to be the US army representative in ICNIRP.

Possible conflicts of interest

His DOI is signed in 2019 but does not mention much.

Rianne Stam

Biography

Rianne Stam is senior scientist at the National Institute for Public Health and the Environment (Bilthoven, the Netherlands) since 2007. There she performs risk assessments and policy research on the biological effects and possible health risks of electromagnetic fields (EMF).

She is a member of the Scientific Expert Group since March 2013.

Position

Stamm made in 2015 and 2019 overview reports of the long term effects of electromagnetic fields on the health of workers. The conclusion: 'Scientific research has not yet proven any links between the exposure of workers and the occurrence of cancer, disorders of the nervous system or other illnesses in the long term.'

Possible conflicts of interest

According to her 'Declaration of Personal Interest' Stam has no possible conflicts of interest and we did not find any information that contradicts this.

Bruce Stuck

Biography

Bruce E. Stuck He is now retired. He was from 1992-2010, the Director of the U.S. Army Medical Research Detachment of the Walter Reed Army Institute of Research, where he had responsibilities for the Army Medical Department's laser and radio frequency radiation biological effects research program. Until 2013 he was the Director of the Ocular Trauma Research Division at the U.S. Army Institute of Surgical Research in San Antonio, Texas.

Since 2012 Stuck is a part-time independent consultant on non-ionizing radiation bioeffects.

He has been a member of ICNIRP SC IV since 1999 and of the Commission from 2004 until 2016. Stuck is now supporting the work of the Project Group as a SEG member.

Position

His research focussed on laser and radio frequency radiation biological effects and "establishes protection strategies (e.g. exposure limits or physical protection products) and develops triage and treatment approaches for ocular injury from non-ionizing radiation and shock wave exposures from blast". During his 32 years-experience in laser hazards research experience he was author/co-author of numerous papers on ocular and cutaneous effects of laser and radio frequency radiation. His primary interests are in the biological effects of visible and infrared laser radiation on the retina and cornea and the assessment of laser-induced eye injuries and their treatment.

Possible conflicts of interest

His DOI states that he is "a consultant to Perfect Lens, LLC on a proprietary project under a signed confidentiality agreement to provide advice and written assessment on biological exposure limits as applied to their repetitively pulsed fem to second laser application for use in medical application in the eye". He delivered oral and written reports on the device hazard assessments. Income was less than 1% of personal income from his retirement annuity in 2018 tax year.

John Tattersall

Biography

John Tattersall is scientist in the Defence Science and Technology Laboratory, a government Agency which provides research and advice for the UK Ministry of Defence and other

government departments. He also is Honorary Senior Lecturer in Clinical Neurosciences at the University of Southampton.

He was a member of the IEEE International Committee on Electromagnetic Standards from 2012 until 2017.

He joined the Scientific Expert Group in March 2013.

Position

Twenty years ago, Tattersall did research that showed effects of RF Radiation on the brain of rats. *New Scientist* wrote: "Last year, fears about mobiles affecting brain function received fresh impetus thanks to work by John Tattersall and his colleagues at the Defence Evaluation and Research Agency's labs at Porton Down in Wiltshire. Tattersall exposed slices of rat brain to microwave radiation. He found that it blunted their electrical activity and weakened their responses to stimulation. Because the brain slices were taken from the hippocampus, a structure with a role in learning, the results were seized upon as further evidence that mobile phones could scramble human memories."

But according to later research these effects were artificial, "may be explained by localised heating produced by interaction of the RF fields with the recording and stimulating electrodes".

Tattersall was involved in the new guidelines that were published in 2020.

Possible conflicts of interest

For IEEE/ICES see Van Rongen and others.

Tim Toivo

Biography

Tim Toivo works as senior inspector for the Radiation and Nuclear Safety Authority STUK in Helsinki, Finland. He is mainly involved in regulatory, research and expert work in the area of safety issues of electromagnetic fields (EMF) and ultrasound.

He studied biomedical engineering at Tampere University of Technology 1996. And started his work at STUK–Radiation and Nuclear Safety Authority in 1998 as a scientist in the unit of non-ionizing radiation.

Part of his work is to inform users of EM fields and communicate with the general public about safety issues. He participated in the preparation of the EU directive (EU 2013/35/EU) as an expert for the Finnish delegation.

He is a member of the ICNIRP Scientific Expert Group (SEG) in February 2017.

Position

Toivo was quoted in the book 'Behind the Screen: Nokia's success story in an industry of navel-gazing executives and crazy frogs': "It is fairly easy to prove that something is hazardous, but it is extremely difficult to prove that something is totally safe under all circumstances. It may take 20-30 years before any meaningful results are available from people who have been exposed to low power radiation."

In 2009 STUK published a position that 'children's mobile phone use should be limited.

A publication in 2006 – 'Epidemiological risk assessment of mobile phones and cancer: Where can we improve?' - together with Anssi Auvinen, concluded that "the major opportunity to improve the quality of evidence is, however, through prospective studies. The major limitation of epidemiological studies addressing the health effects of mobile phone use is related to exposure assessment. These limitations are inherent in case–control studies."

A 2008, in Vitro study of Pulsed 900MHz GSM Radiation on human Spermatozoa showed no effect.

In a 2009 publication – 'Specific absorption rate and electric field measurements In the near field of six mobile phone base station antennas' - Toivo and colleagues seem to suggest that the ICNIRP safety standards are very conservative: "It was also shown that the ICNIRP basic restriction for local exposure could be exceeded before the basic restriction for whole-body exposure if the distance to the antenna is less than 240mm."

With several ICNIRP colleagues he published the 'Progress report: ICNIRP Statement on non-ionizing radiation for cosmetic purposes' for the IEEE. They concluded that "'for cosmetic devices using radiofrequency EMF and optical radiation, there is the potential that occupational exposure limits can be exceeded if adequate protection measures are not applied."

Possible conflicts of interest

Hid DOI states that he gets funds from ministries which go directly to the Radiation and Nuclear Safety Authority STUK.

Andrew Wood

Biography

Wood is Professor in Bioelectromagnetic Research Group at Swinburne University of Technology in Melbourne. He also is a Chief Investigator with the new Australian Centre for Electromagnetic Bioeffects Research (a centre to which Rodney Croft and Sarah Loughran are also connected).

Wood used to work at Telstra Research Labs and is now a leading researcher at Swinburne Radiofrequency Dosimetry Laboratory, which is a part of the Bioelectomagnetic Research

Group. Telstra is Australia's largest telecommunications company. Swinburne university and in particular the Radiofrequency Dosimetry Laboratory has close relationship with and is co-funded by Telstra, the biggest Telecom company in Australia.

The close working relationship between the Swinburne University and Telstra is not new, as Don Maisch pointed out: "In fact the Chancellor of Swinburne University, Mr. Bill Scales (2005-2014) was previously Telstra's Group Managing Director, Regulatory, Corporate and Human Relations, and Chief of Staff at Telstra. He was also Telstra's Director of IBM Global Services Australia Ltd. and a Director of the Telstra Foundation."

Wood was a member of the Radiation Health Committee of the Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA) for over ten years.

He is a member of the Scientific Expert Group since March 2013.

Position

Wood does not see dangers of 5G and warns for being too cautious: "Wireless technologies bring enormous benefits, and being over-cautious would potentially deny these benefits to needy communities."

In a recent article he stated that studies which show health effects have a poor quality: "There are some comprehensive reviews of these, demonstrating that the quality of the studies is very variable, and that, for example, results claiming to show increased genetic damage or other biological effects are much more common in studies of low quality, whereas higher-quality studies predominantly show no significant effects."

Possible conflicts of interest

In a 2016 publication that gave an overview of the work Wood's group performed he and his co-authors wrote: "Over its 25-year history the Bioelectromagnetics Group has received support from national competitive grants and from industry research support schemes. It has been a node for both the Australian Centre for Radiofrequency Bioeffects Research (ACRBR) and the Australian Centre for Electromagnetic Bioeffects Research (ACEBR—see article in this edition). It has benefitted from industry collaboration and with national regulatory authorities."

The close collaboration with industry we see time and again. Just like the actual chair of the ICNIRP-commission Croft, Wood had actively collaborated with McKenzie, who is a manager at the Mobile Carriers Forum (MCF). See for more information the portrait of Croft.

In 2016, he published an article together with an employee of telecommunications company Telstra.

He has done contract work on the issue of smart meters for the private company EMC Technologies Pty Ltd.

According to his Declaration of Personal Interest he receives research support "from two engineers employed by Telstra Corp and one by the Australian Mobile Telecommunications Association."

Tongning Wu

Biography

According to ICNIRP's website Tongning Wu is a senior engineer in the Chinese Academy of Information and Communications Technology. His research focusses on electromagnetic dosimetry, anatomical modelling and biomedical applications of electromagnetic fields.

He is the member of International Advisory Committee (IAC) on Electromagnetic Fields of WHO. He also participated in the IEC/IEEE workgroups on EMF safety. He is currently the co-rapporteur of ITU-D Q7/2 (Strategies and policies concerning human exposure to electromagnetic fields).

He became a member of the ICNIRP Scientific Expert Group (SEG) in 2019.

Position

Wu agrees with the general ICNIRP assessment that "to date, no adverse health effects of the EMF, linked to these applications, have been established." This was also one of the conclusions of a study 'Electromagnetic fields (EMF) exposure' published in 2019.

In 2012 WU published a study on 'A large-scale measurement of electromagnetic fields near GSM base stations in Guangxi, China for risk communication'. The results were that "in general, the measurement mission promotes the science on EMF exposure among the general public. Risk-related public behaviours have been positively influenced. The mission also facilitates the cooperative conflict resolution. It helps strengthen the effectiveness of risk communication."

Possible conflicts of interest

His DOI gives no information.

See Van Rongen and others on the role of IEEE/ICES.

Annex I

Questions put to ICNIRP's secretariat

1 - When will the ICNIRP Annual report 2019 be published?

2 - Are the 14 members of the Commission being paid for their work for ICNIRP (for "representing ICNIRP externally and mostly in its relations with the international and national partners and the press" as well as for their collaboration on specific Projects?)

3 - Same questions as n° 2 go for the Scientific Expert group and the Project Groups?

4 - If they are not paid, do you consider this as a normal practice that international renowned experts work for free, especially given the importance and influence of the work of ICNIRP?

5 - ICNIRP itself claims it is "free of vested interests". ICNIRP's budget relies on support granted by public bodies; Why is the income not specified in your annual reports? Is it possible to get specifications from which public bodies you get which amounts?

6 Who selects the 14 members of the Commission and how?

7 - ICNIRP's statutes state: 'No member of the Commission shall hold a position of employment that in the opinion of the Commission will compromise its scientific independence'

Do we understand it correctly that basically the Commission evaluates itself about possible conflicts of interest? What are the rules by which the Commission judges if interests of the members compromise the scientific independence?

8- In its statement on the declarations of interests ICNIRP states: "The evaluation of personal integrity is very complex and might never be achievable in a perfect way. It is the duty of the ICNIRP Commission to carefully consider and decide if the declared interests potentially constitute a conflict of interest."

By which criteria or protocol are these considerations and decisions being made?

9- Do you consider the membership of IEEE ICES by some ICNIRP-members as a possible conflict of interests?

10- How do you explain the fact that a private organisation like ICNIRP, which is not accountable in democratic terms to anyone, has the position to de facto "determine" via guidelines the EMF policies of most EU member states?

Several attempts to get a reaction to

these questions remained unanswered'

Annex II

Questions put to emfproject@who.int

On your website, you write: "Because disparities in EMF standards around the world has caused increasing public anxiety about EMF exposures from the introduction of new technologies, WHO commenced a process of harmonization of electromagnetic fields (EMF) standards worldwide. With 54 participating countries and 8 international organizations involved in the International EMF Project, it provides a unique opportunity to bring countries together to develop a framework for harmonization of EMF standards and to encourage the development of exposure limits and other control measures that provide the same level of health protection to all people. "

1 - Is there a time schedule for this process of harmonization of electromagnetic fields (EMF) standards worldwide?

2 - We see on your website that the last EMF -WHO meeting took place in 2018. Are there any new meeting planned and if yes when?

3 - Do you know what IARC is currently working on and if so when will IARC publish an update of the monograph?

https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Non-ionizing-Radiation-Part-2-Radiofrequency-Electromagnetic-Fields-2013

4 - How do you consider the debate on "conflicts of interests" in this specific research area? Would you agree that there has been and still is a lot of attention for this debate? Has his debate been useful in narrowing the divide in the scientific community? What is in your view the role of the WHO on this?

(see for example this recent letter published in "Bioelectromagnetics": https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/bem.22225)

These questions remained unanswered

The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Conflicts of interest, corporate capture and the push for 5G

June 2020

www.michele-rivasi.eu

www.klaus-buchner.eu



International Commission on the Biological Effects of Electromagnetic Fields (ICBE-EMF)
Environmental Health (2022) 21:92
https://doi.org/10.1186/s12940-022-00900-9

Environmental Health

COMMENT

Open Access

Scientific evidence invalidates health assumptions underlying the FCC and ICNIRP exposure limit determinations for radiofrequency radiation: implications for 5G

International Commission on the Biological Effects of Electromagnetic Fields (ICBE-EMF)*

Abstract

In the late-1990s, the FCC and ICNIRP adopted radiofrequency radiation (RFR) exposure limits to protect the public and workers from adverse effects of RFR. These limits were based on results from behavioral studies conducted in the 1980s involving 40–60-minute exposures in 5 monkeys and 8 rats, and then applying arbitrary safety factors to an apparent threshold specific absorption rate (SAR) of 4 W/kg. The limits were also based on two major assumptions: any biological effects were due to excessive tissue heating and no effects would occur below the putative threshold SAR, as well as twelve assumptions that were not specified by either the FCC or ICNIRP. In this paper, we show how the past 25 years of extensive research on RFR demonstrates that the assumptions underlying the FCC's and ICNIRP's exposure limits are invalid and continue to present a public health harm. Adverse effects observed at exposures below the assumed threshold SAR include non-thermal induction of reactive oxygen species, DNA damage, cardiomyopathy, carcinogenicity, sperm damage, and neurological effects, including electromagnetic hypersensitivity. Also, multiple human studies have found statistically significant associations between RFR exposure and increased brain and thyroid cancer risk. Yet, in 2020, and in light of the body of evidence reviewed in this article, the FCC and ICNIRP reaffirmed the same limits that were established in the 1990s. Consequently, these exposure limits, which are based on false suppositions, do not adequately protect workers, children, hypersensitive individuals, and the general population from short-term or long-term RFR exposures. Thus, urgently needed are health protective exposure limits for humans and the environment. These limits must be based on scientific evidence rather than on erroneous assumptions, especially given the increasing worldwide exposures of people and the environment to RFR, including novel forms of radiation from 5G telecommunications for which there are no adequate health effects studies.

Keywords: Federal Communications Commission (FCC), International commission on non-ionizing radiation protection (ICNIRP), Radiofrequency radiation (RFR), Exposure limits, Exposure assessment, Radiation health effects, Reactive oxygen species (ROS), DNA damage, 5G, Scientific integrity, Cell phone*, Mobile phone*

Introduction

In establishing exposure limits for toxic or carcinogenic agents, regulatory agencies generally set standards that take into account uncertainties of health risks for the general population [1] and for susceptible subgroups such as children [2]. That approach has not been applied in the same way to the setting of exposure limits for

*The terms cell phone and mobile phone are used interchangeably in this commentary; cell phone is the term used in the United States, while mobile phone is the term used in most of Europe.

*Correspondence: ron.melnick@gmail.comTucson, USA

[1]Tucson, USA

© The Author(s) 2022. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated in a credit line to the data.

radiofrequency radiation (RFR) (frequency range: 3 kHz to 300 GHz). Moreover, assumptions underlying the current RFR exposure limits are flawed; hence, the limits that are currently applied do not adequately protect human and environmental health. This issue is discussed in greater detail under Assumption #9.

The Federal Communications Commission's (FCC) limits for maximum permissible exposure to RF electromagnetic fields (EMF) [3] were established in 1996 [4], and currently include many recommendations from the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection [5]. These exposure limits were expected to protect against adverse health effects in humans that might occur from short-term (i.e., acute) exposures to RFR and have been maintained by the FCC for the past 26 years. The exposure limits that were established by the FCC in 1996 relied on criteria recommended by the National Council on Radiation Protection & Measurements (NCRP) [6] and the Institute of Electrical and Electronics Engineers (ANSI/IEEE) [7, 8]. The limits were "based on a determination that potentially harmful biological effects can occur at a SAR (specific absorption rate) level of 4.0 W/kg as averaged over the whole-body." The SAR is a measure of the rate of RF energy absorbed per unit mass.

The threshold for a behavioral response and for acute thermal damage in sensitive tissues was considered to be an exposure that produced a whole-body SAR greater than 4 W/kg. In parallel with the development of the FCC's RFR exposure limits, ICNIRP's guidelines for limiting exposure to RF-EMF were also based on behavioral studies conducted in rats and monkeys in the 1980s [9].

The harmful effects that served as the basis for the exposure criteria were changes in behavior observed in small numbers of rats and monkeys when exposed to RFR for up to 60 minutes to power densities at which the whole-body SAR was approximately 4 W/kg or higher [10, 11]. Those studies were conducted in the early 1980s (1980 and 1984, respectively) by investigators of the US Navy Department. Consequently, 4 W/kg was identified as the threshold SAR for adverse health effects induced by RFR. In food-deprived monkeys that were exposed to three different frequencies (225 MHz, 1.3 GHz, and 5.8 GHz) during 60-min sessions, lever-pressing response rates for the delivery of food pellets were reduced compared to sham exposure sessions. The threshold SAR for this decreased response was reported to range from 3.2 to 8.4 W/kg [11]. Similarly, in food-deprived rats exposed to 40-min sessions at 1.28 or 5.62 GHz radiation, the threshold SAR for a decrease in response rate was reported to range from approximately 3.8 to 4.9 W/kg [10]. In experimental studies in which monkeys were exposed in an anechoic chamber for 4 hours to 1.29 GHz radiation at various power densities, an increase in mean body temperature of 0.7 °C was associated with a whole-body SAR of 4 W/kg [12]. Behavior disruption associated with an increase in body temperature of approximately 1.0 °C was assumed to be the most sensitive measure of harmful effects from RF-EMF exposure.

After establishing 4 W/kg as the threshold dose for acute harmful effects, both the FCC [3, 4] and ICNIRP [5, 9] set exposure limits for controlled occupational exposures to 0.4 W/kg SAR averaged over the whole body (based on applying a 10-fold safety/uncertainty factor). For the general population, the FCC's and ICNIRP's exposure limits were set at 0.08 W/kg SAR averaged over the whole body (by applying an additional 5-fold safety/uncertainty factor) for frequencies between 3 MHz and 3 GHz. The exposure limits established by the FCC and ICNIRP do not account for any impact of differing signal characteristics, such as carrier wave modulations or pulsing of the signal. Whole-body exposures for the general population are based simply on power levels averaged over 30-minute periods [3, 5].

Based on SAR distributions from whole-body exposures in which local (i.e., partial body) SARs were estimated to be 10 to 20 times the average value, local exposure limits were set 20 times higher than the average whole-body exposure limit [4–7]. For occupational exposures, local peak exposure limits were permitted up to 8 W/kg averaged over any 1-g cube of tissue [4] or 10 W/kg averaged over any 10 g of contiguous tissue [9] by the FCC and ICNIRP, respectively. For the general population, local peak SARs for partial-body exposures were not to exceed 1.6 W/kg averaged over any 1 g of cube-shaped tissue [3], or not to exceed 2.0 W/kg averaged over any 10 g of cube-shaped tissue [5]. Higher limit values are permissible for extremities. Extremities include the hands, wrists, feet, ankles, and pinnae (the external part of the ear), despite the close proximity of the ear to the brain. These adjustments were made long before the widespread use of wireless communication devices in which the emitting antenna is typically held close to local body organs such as the brain. The NCRP document [6] acknowledges that exposures could be greater than the recommended safety limit values when people are in close proximity to emitters of RFR.

The setting of exposure limits for the prevention of excessive tissue heating was based on the following assumptions: 1) electromagnetic waves at frequencies used in wireless communications do not have sufficient energy to break chemical bonds or ionize molecules [13]; 2) RFR could not damage DNA; and 3) tissue heating was the only possible biological effect of nonionizing radiation [5, 9, 14–16]. For potential environmental and human health issues that are not addressed in the

A) Effects of RF radiation at exposures below the putative threshold SAR of 4 W/kg

Assumption 1) There is a threshold exposure for any adverse health effect caused by RF radiation; in the frequency range of 100 kHz to 6 GHz it is a whole-body exposure that exceeds an SAR of 4 W/kg. Any biological effect of RF radiation above the threshold exposure is due to tissue heating.

Assumption 2) RF radiation is incapable of causing DNA damage other than by heating; there is no mechanism for non-thermal DNA damage.

Assumption 3) Two to seven exposures to RF radiation for up to one hour duration are sufficient to exclude adverse effects for any duration of exposure including chronic exposures.

Assumption 4) No additional effects would occur from RF radiation with co-exposure to other environmental agents.

B) Factors affecting dosimetry

Assumption 5) Health effects are dependent only on the SAR value; carrier wave modulations, frequency, or pulsing do not matter except as they influence the SAR.

C) Human brain cancer risk

Assumption 6) The multiple human studies that find associations between exposure to cell phone RF radiation and increases in brain cancer risk are flawed because of biases in the published case-control studies, and because brain cancer rates have remained steady since the time that use of wireless communication devices became widespread.

D) Individual variations in exposure and sensitivity to RF-EMF

Assumption 7) There are no differences among individuals, including children, in the absorption of RF-EMF and susceptibility to this radiation.

Assumption 8) There are no differences among individuals in their sensitivity to RF radiation-induced health effects.

E) Applied safety factors for EMF-RF workers and the general population

Assumption 9) A 50-fold safety factor for whole body exposure to RF radiation is adequate for protecting the general population to any health risks from RF radiation.

Assumption 10) A 10-fold safety factor for whole body exposure to RF radiation is adequate for protecting workers to any health risks from RF radiation.

Assumption 11) Exposure of any gram of cube-shaped tissue up to 1.6 W/kg, or 10 grams of cube-shaped tissue up to 2 W/kg, (duration not specified) will not increase the risk of that tissue to any toxic or carcinogenic effects in the general population.

Assumption 12) Exposure of any gram of cube-shaped tissue up to 8 W/kg, or 10 grams of cube-shaped tissue up to 10 W/kg, (duration not specified) will not increase the risk of that tissue to any toxic or carcinogenic effects in workers.

F) Environmental exposure to RF radiation

Assumption 13) There is no concern for environmental effects of RF radiation or for effects on wildlife or household pets.

G) 5G (5^{th} generation wireless)

Assumption 14) No health effects data are needed for exposures to 5G; safety is assumed because penetration is limited to the skin ("minimal body penetration").

Fig. 1 Assumptions Underlying the FCC/ICNIRP Exposure Limits for RF Radiation

setting of exposure limits (for example effects of chronic exposures, or effects of co-exposure of skin to RFR and other environmental agents, such as would occur with 5G exposure in combination with sunlight), the implicit assumption is that such effects do not matter, or that the arbitrarily selected safety/uncertainty factor is sufficient to deal with those concerns. In any case, it is expected that underlying assumptions applied to health risk assessments would be clearly described [1].

Exposure limits for RF radiation are based on numerous assumptions; however, research studies published over the past 25 years show that most of those assumptions are not supported by scientific evidence. In the NCRP report [6], the authors noted that when further understanding of biological effects of RF radiation becomes available, exposure guidelines will need to be evaluated and possibly revised. The ANSI/IEEE document [7] also notes that effects of chronic exposure or evidence of non-thermal interactions could result in revising exposure standards. Unfortunately, these recommendations were never implemented. Assumptions of safety from exposures that could adversely affect human or environmental health should be tested and validated *before* widespread exposures occur, not afterwards, by agencies responsible for protecting public health.

In this paper, we highlight studies that demonstrate the fallacy of inherent assumptions in the FCC/ICNIRP guidelines for RF radiation exposure limits, and we find that the limits fail to protect human and environmental health. Fourteen assumptions that underlie the RFR exposure limits established in the 1990s and reaffirmed in 2020 by the FCC [4, 5] and ICNIRP [5, 9] are addressed in this paper and are shown in Fig. 1.

Assumptions underlying exposure limits for RF radiation and the scientific evidence demonstrating that these assumptions are not valid

A. Effects of RF radiation at exposures below the putative threshold SAR of 4 W/kg

Assumption 1) *There is a threshold exposure for any adverse health effect caused by RF radiation; in the*

frequency range of 100 kHz to 6 GHz it is a whole-body exposure that exceeds an SAR of 4 W/kg. Any biological effect of RF radiation above the threshold exposure is due to tissue heating.

Cardiomyopathy and carcinogenicity

In response to a request from the Food and Drug Administration's (FDA) Center for Devices and Radiological Health [17], the National Toxicology Program (NTP) conducted toxicity and carcinogenicity studies of cell phone (CDMA- or GSM-modulated) radiation in rats and mice exposed to RFR at frequencies of 900 MHz and 1800 MHz, respectively [18, 19]. Exposures to RFR for up to 2 years occurred in reverberation chambers over 18 hours/day on a continuous cycle of 10 minutes on and 10 minutes off. In rats, the whole-body SAR levels during the 10-minute on cycles were 0, 1.5, 3, or 6 W/kg.

The major histopathological findings from the NTP study in male rats [18] included dose-related increases in cardiomyopathy, increased incidence of cancers and preneoplastic lesions in the heart (schwannoma and Schwann cell hyperplasia) and brain (glioma and glial cell hyperplasia), increases in prostate gland tumors and hyperplasias, significant increases in adrenal gland tumors, and significant increases in the overall incidence of benign or malignant neoplasms in all organs in the 3 W/kg groups. The incidence of cardiomyopathy was also increased in GSM-exposed female rats, and significant increases in DNA damage were found in rats and mice [18, 19]. Similarly, an earlier study by Chou et al. [20] found a significant (3.6-fold) increase in the incidence of primary malignant neoplasms in male rats exposed to 2450 MHz pulsed RFR for 25 months (21.5 hr./day) at an SAR that ranged from 0.15 to 0.4 W/kg.

A 3-day external peer-review of the NTP studies confirmed there was "clear evidence of carcinogenic activity" in male rats for heart schwannomas, and "some evidence of carcinogenic activity" for brain gliomas and adrenal gland tumors with exposure to either GSM- or CDMA-modulated RF radiation [21]. In addition, a lifetime study by the Ramazzini Institute reported a significant increase in heart schwannomas in male rats exposed 19 hour/day to 1800 MHz GSM-modulated RFR at a field strength of 50 V/m, equivalent to a whole-body SAR of 0.1 W/kg [22]. The incidence of heart Schwann cell hyperplasia was also increased in that exposure group. These findings are consistent with results from the NTP study and demonstrate that the proliferative effect of modulated RFR in heart Schwann cells is a reproducible finding that can occur at doses far below the assumed whole-body threshold SAR of 4 W/kg.

ICNIRP [23] dismissed the evidence of carcinogenicity for RFR that was provided in the studies by the NTP [18] and the Ramazzini Institute [22] based on their earlier critique of those studies [24]. However, that critique demonstrated an unfortunate lack of understanding together with a misrepresentation of the design, conduct, and interpretation of experimental carcinogenicity studies in animal models [25], as well as a lack of appreciation for the remarkable concordance between the tumor responses observed in experimental animals with those identified in cancer epidemiology studies of mobile phone users described under Assumption #6.

Neither heating effects nor thermal stress was likely causal of the adverse health effects observed in the NTP [18] study, since there was no tissue damage observed in a 28-day study at the same SARs, there was no significant effect on body weight during the 2-year study, and there were no exposure-related clinical observations that would indicate thermal or metabolic stress. Furthermore, a preliminary thermal pilot study demonstrated that body temperatures did not increase by more than 1^{O} C at the exposure levels used in the chronic studies [26], and there is no evidence that a small change in body temperature associated with the RFR exposures in the NTP study can cause the types of carcinogenic effects that were observed. The similar findings of GSM-modulated RFR on Schwann cells by the Ramazzini Institute [22] at much lower whole-body SARs confirm these effects to be independent of tissue heating.

Neurological effects

Though the FCC and ICNIRP exposure limits are based on a putative threshold dose of 4 W/kg due to behavioral disruption observed at higher doses in rats and monkeys [10, 11] numerous studies have shown consistent and reproducible deficits in spatial learning and memory in laboratory animals exposed to RF radiation at SARs below 4 W/kg. Examples of study exposures that demonstrated these neurological effects included 900 MHz GSM at 0.41–0.98 W/kg, 2 hr./day for 4 days in mice [27]; 900 MHz GSM at 0.52–1.08 W/kg, 2 hr./day for 1 month in rats [28]; 900 MHz GSM at 1.15 W/kg, 1 hr./day for 28 days in rats [29]; 900 MHz pulsed RFR at 0.3–0.9 W/kg for 6 hr./day in rats from conception to birth and tested at 30 days of age [30]; 900 MHz GSM and 1966 MHz UMTS at 0.4 W/kg for 6 months in rats [31]; and 900 MHz continuous wave EMF at 0.016 W/kg 3 hr./day for 28 days in rats [32]. The studies cited above are not the only studies showing these effects, but they clearly demonstrate that exposure to RFR at an SAR of 4 W/kg is not a threshold dose for neurological effects in rodents. The effects of RF radiation on spatial learning and memory indicate

the hippocampus as a target site of these exposures. For a more complete listing of neurological effects of RFR reported between 2007 and 2017 see Lai [33].

In addition, many studies have reported changes in brain electrical activities in human subjects, measured by electroencephalography (EEG), including sleep disturbance from single exposures to cell phone RF radiation. This is not surprising since the nervous system transmits messages based on electrical signals generated by nerve cells. Decreased β-trace protein, which is a key enzyme in the synthesis of a sleep-promoting neurohormone, has been seen in young adults with high-cumulative amounts of hours of mobile phone use [34]. Another frequently reported effect of RF radiation is increased blood-brain barrier permeability in rats at SARs much lower than 4 W/kg, e.g. [32, 35–41]. Oxidative stress induced in the brain of animals exposed to RF-EMF has been associated with observed neurological effects [42]. Although many studies did not observe significant changes in neurological effects in humans and several studies did not observe increased permeability in the blood-brain barrier in animal models [33], differences in EMF frequency, modulation, duration of exposure, and direction of incident waves to the exposed subject, as well as difference in dielectric properties and the size and shape of the exposed subject likely account for differences in observed effects [43, 44].

Sperm damage

The effect of non-ionizing microwave radiation on the testis (testicular degeneration in mice) was first reported 60 years ago [45]. Since then, and with the rapid increase in use of RF-EMF emitting devices, numerous studies have investigated testicular effects of RFR and potential associations with male infertility [46–50]. Human and animal studies have shown that the testis is one of the most sensitive organs to RF-EMF exposures, and that keeping a mobile phone in trouser pockets in talk mode can affect fertility parameters e.g., sperm motility, sperm count, sperm morphology, and apoptosis [48, 51]. Meta-analyses of published epidemiologic studies on the impact of mobile phone radiation on sperm quality in adult men have found significant decreases in sperm motility, sperm viability and/or sperm concentrations that were associated with mobile phone usage [52–55]. Several physical factors associated with exposure conditions can affect the outcome of human studies, including depth of energy penetration, duration of call, type of transmission technology, distance of the device to the body or testis, and power density with defined SAR. For example, Zilberlicht et al. [56] observed higher rates of abnormal sperm concentrations among men who held their phones less than 50 cm from their groin.

The effects of RFR on reproductive parameters in humans are consistent with results from experimental studies in animals and in vitro studies. For example, exposure of human semen to 850 MHz radiation from mobile phones for 1 hour at an SAR of 1.46 W/kg caused a significant decrease in sperm viability that was associated with an increase in reactive oxygen species (ROS) [50] or an increase in sperm DNA fragmentation [57]. Exposure of isolated human spermatozoa to 1.8 GHz RF-EMF significantly reduced sperm motility and induced ROS generation at an SAR of 1.0 W/kg, and significantly increased oxidative DNA damage and DNA fragmentation at an SAR of 2.8 W/kg [58].

Some examples of effects of RFR on male fertility factors in studies with experimental animals at SARs below 4 W/kg include: a decrease in sperm count and an increase in ROS in rats exposed to mobile phone frequencies 2 hr./day, for 35 days (SAR = 0.9 W/kg) [59]; increases in oxidative stress, 8-hydroxy-deoxyguanosine (8-OHdG), and DNA strand breaks in the testes of rats exposed to 900 MHz (SAR = 0.166 W/kg), 1800 MHz (0.166 W/kg), or 2100 MHz (0.174 W/kg) 2 hr./day for 6 months [60]; an increase in ROS, a decrease in sperm count, and altered sperm morphology in rats exposed to 900 MHz 3G mobile phone radiation (SAR = 0.26 W/kg) 2 hr./day for 45 days [61]; decreased sperm quality in rats in which local exposure of the scrotum to 2575–2635 MHz 4G smartphone time division LTE radiation occurred for 1 min over 10 min intervals 6 hr./day for 150 days [62]; impaired testicular development at 35 days of age in male offspring of pregnant rats that were exposed to 2.45 GHz RFR (SAR = 1.75 W/kg) 2 hr./day throughout pregnancy [63]; decreased sperm motility in mice exposed to 905 MHz RFR (SAR = 2.2 W/kg) 12 hr./day for 5 weeks, and increased ROS formation and DNA fragmentation after 1 week of exposure [64]. Although negative studies have also been reported, it is important to remember that the outcome of experimental studies can be affected by differences in exposure conditions, including the frequency, modulation, polarization, stray electromagnetic fields, local SAR, duration of exposure, and analytical methods [43, 44].

Although the mechanism of testicular effects from exposure to non-thermal levels of RFR is not fully known, numerous studies in rats and mice, and in human sperm have found associations between negative effects on fertility parameters and increases in ROS and/or DNA damage [48, 51, 57, 58, 60, 61, 64–68]. Thus, the adverse effects of RFR on sperm quality are likely due in large part to induced generation of ROS.

Assumption 2) *RF radiation is incapable of causing DNA damage other than by heating; there is no mechanism for non-thermal DNA damage.*

In 2009, ICNIRP [16] claimed that "low energy photons of RF radiation are too weak to affect ionization or cause significant damage to biological molecules such as DNA, under ordinary circumstances." However, DNA damage and other genotoxic effects have been observed in numerous studies of low intensity RFR in animal models and in humans. For example, the NTP study found statistically significant increases in DNA damage in brain cells of exposed rats and mice compared to sham controls [18, 19, 69], and Akdag et al. [70] found statistically significant increases in DNA damage in hair cells in the ear canal among 30 to 60 year-old men who used mobile phones for 10 years for 0–30 min/day, 30–60 min/day, or greater than 60/min/day compared to people who did not use mobile phones. In the latter study, the extent of DNA damage increased with increasing daily exposure duration. In a review of published studies on genetic effects of ELF- and RF-EMF, Lai [71] listed more than 150 studies in which non-thermal exposures to RFR produced increases in DNA damage, chromosome aberrations, or micronuclei formation.

In addition, it is well established that DNA damage can also be caused by indirect processes, such as by the generation of reactive oxygen species (ROS), and numerous studies have demonstrated DNA damage at exposures below the putative threshold SAR of 4 W/kg. More than 120 published studies have demonstrated oxidative effects associated with exposure to low intensity RFR (Additional file 1: Appendix 1). An analysis of experimental studies on molecular effects of low intensity RF radiation (RFR) in biological systems found that the majority (93 of 100 studies) demonstrated the induction of oxidative effects [72]. More recent studies (from 2017) revealed that all 30 relevant publications (100%) detected significant oxidative effects under low intensity RFR exposures, and most of these studies used modulated RFR from wireless communication devices.

Increased production of ROS in living cells may be caused by weak magnetic fields altering recombination rates of short-lived radical pairs generated by normal metabolic processes leading to changes in free radical concentrations [73], or by low intensity extremely low frequency (ELF) EMFs resulting in alterations in voltage-gated ion channels in cell membranes causing changes in cation flow across membranes [74]. These mechanisms apply to both ELF-EMFs and to RFR modulated by pulsed fields at extremely low frequencies. Other biophysical mechanisms by which non-thermal RF-EMF can cause biological effects through interactions with normal cellular processes have been described [75].

Increasing NADH oxidase activity is another mechanism by which RFR can increase ROS production. NADH oxidases, which are membrane-associated enzymes that catalyze one-electron reduction of oxygen to superoxide radical using NADH as the electron donor, have been identified as primary mediators of RFR interactions in cellular systems [76]. A significant (3-fold) increase in the activity of NADH oxidase was measured in purified plasma membranes from HeLa cells exposed to 875 MHz for 5 or 10 min at a power density of 200 $\mu W/cm^2$. This exposure intensity is significantly lower than the ICNIRP [5] safety limit.

The major source of ROS in living cells is the mitochondrial electron transport chain, where leakage of electrons generates superoxide radicals due to the partial reduction of oxygen [77]. A dose-dependent effect of 1.8 GHz modulated RFR exposure (SAR = 0.15 and 1.5 W/kg) on mitochondrial ROS production was detected in mouse spermatogonial germ cells [65]. Exposure of quail embryos to extremely low intensity modulated RFR (GSM 900 or 1800 MHz, 0.25 or 0.32 $\mu W/cm^2$) during the initial days of embryogenesis resulted in a robust overproduction of superoxide radical and nitrogen oxide in mitochondria of embryonic cells [78, 79]. Thus, multiple mechanisms for the increased production of ROS by low intensity RF radiation have been demonstrated.

Numerous studies have been published on mutagenic effects of low intensity RF-EMFs, especially studies that identified increases in levels of a specific marker of oxidative DNA damage and a risk factor for cancer, 8-hydroxy-2′-deoxyguanosine (8-OHdG) [58, 60, 78–84]. For example, the level of 8-OHdG in human spermatozoa was increased significantly after in vitro exposure for 16 hr. to 1.8 GHz at a power level of 2.8 W/kg and correlated with levels of ROS generation [58]. Likewise, exposure of quail embryos *in ovo* to GSM-modulated 900 MHz of 0.25 $\mu W/cm^2$ for 1.5, 5, or 10 days was sufficient to produce a significant, two-threefold, increase in 8-OHdG levels in embryonic cells [79]. Umbilical cord blood and placenta tissue samples obtained after delivery from women who used mobile phones during pregnancy had significantly higher levels of oxidative stress parameters, including 8-OHdG and malondialdehyde, compared to cord blood and placental tissue from women who did not use mobile phones during pregnancy [85]. In addition, DNA damage, analyzed by the comet assay, was increased significantly in cord blood lymphocytes obtained from women who used mobile phones during pregnancy compared to cord blood lymphocytes obtained from women who did not use mobile phones.

As low intensity RF radiation does not have sufficient energy to ionize DNA molecules, and as increased production of ROS in living cells due to RF-EMF exposures has been reliably documented, an indirect effect of this type of radiation is the formation of oxidative damage to DNA. The most aggressive form of ROS that can cause oxidative DNA damage is the hydroxyl radical; this reactive oxygen species can be generated from superoxide radical and hydrogen peroxide [86], which may be produced in living cells exposed to low intensity RF radiation. Ultraviolet radiation (UVR, encompassing UVA, UVB, and UVC), which is classified by IARC as "carcinogenic to humans"), can also cause indirect DNA damage by generating ROS [87]. Thus, both RFR and UVR, which can similarly induce oxidative DNA damage, can increase cancer risk by a similar mechanism.

Increased production of ROS and depletion of antioxidant capacity in living cells exposed to low intensity RF radiation can result in oxidative DNA damage. Induction of oxidative stress, which is a key characteristic of many human carcinogens [88], including UVR and asbestos, can also lead to genotoxicity and carcinogenicity of non-ionizing RF radiation without causing direct DNA damage.

> **Assumption 3**) *Two to seven exposures to RF radiation for up to 1 hour duration are sufficient to exclude adverse effects for any duration of exposure including chronic exposures.*

The behavioral studies in 8 male rats and 5 male monkeys that served as the basis for the exposure limits to RF radiation adopted by the FCC and ICNIRP involved 2 to 7 exposure sessions of 40-minute duration for rats [10] and 3 exposure sessions of 60-minute duration for monkeys at each power density [11]. Additional support for the threshold SAR of 4 W/kg in the frequency range of 100 kHz to 6 GHz came from behavioral studies conducted in rats and monkeys by D'Andrea et al. [89, 90]. However, D'Andrea et al. [91, 92] also reported that exposure of rats to continuous wave 2450 MHz RFR for 14 or 16 weeks caused significant differences in behavioral activity between sham-exposed rats and RFR-exposed rats at mean SARs of 0.7 W/kg and at 1.23 W/kg, indicating that 4 W/kg is not a threshold SAR with extended exposure durations. Since that time many studies have shown that responses to non-thermal RFR depend on both exposure intensity and exposure duration [93]. Importantly, the same response was observed with lower exposure intensity but prolonged exposure duration as at higher exposure intensity and shorter duration [94].

Recognizing that the exposure limits do not address potential health effects after long-term exposures to RF radiation emitted from wireless devices that people are experiencing, the FDA [17] nominated RF radiation to the NTP for chronic toxicology and carcinogenicity studies out of concern that "existing exposure guidelines are based on protection from acute injury from thermal effects of RFR exposure, and may not be protective against any non-thermal effects of chronic exposures." Adverse health effects noted in Assumption #1, including cardiomyopathy, carcinogenicity, sperm damage, and neurological effects, as well as the human epidemiology studies to be described in Assumption #6, occurred with much longer exposures to RF radiation than the exposure durations used in the acute studies in rats [10] and monkeys [11]. Consequently, the acute behavioral exposure studies that served as the basis for exposure limits to RF radiation established by the FCC and ICNIRP are inadequate to identify and characterize adverse effects of RF radiation after longer exposure durations. Neither the exposure limits established in the 1990s by the FCC [4] or by ICNIRP [9], nor those reaffirmed more recently by these groups [3, 5] address health risks associated with long-term exposure to RF radiation.

> **Assumption 4**) *No additional effects would occur from RF radiation with co-exposure to other environmental agents.*

The current FCC/ICNIRP exposure limits do not take into consideration interactive effects of RF radiation with other environmental agents even though such effects have been documented. Interactions of RF radiation with other agents may result in antagonistic or synergistic effects, i.e., effects that are greater than the sum of each agent alone.

In the International Agency for Research on Cancer (IARC) evaluation of the carcinogenicity of RF-EMF [44], the expert working group noted that 4 of 6 co-carcinogenesis studies available at that time showed increased responses with exposure to RF-EMF. One of those studies reported co-carcinogenic effects of UMTS-modulated RF radiation at 4.8 W/m^2 in the liver and lung of mice that had been treated with the carcinogen ethylnitrosourea (ENU) in utero [95]; the incidence of liver and lung cancers were increased in mice exposed to ENU plus RF radiation compared to cage controls, sham controls and ENU alone. After the IARC evaluation, Lerchl et al. [96] replicated the experimental design of Tillmann et al. [95] by exposing mice to RF-EMF at whole-body SAR levels of 0 (sham), 0.04, 0.4, and 2 W/kg. Significant increases in lung adenomas and/or liver carcinomas were observed at all exposure levels. Lerchl et al. [96] concluded that their "findings are a very clear indication that tumor-promoting effects

of life-long RF-EMF exposure may occur at levels supposedly too low to cause thermal effects." Thus, the reproducibility of the tumor-promoting effects of RFR at non-thermal exposure levels has been demonstrated.

Other examples of reported synergistic effects include the following study results. Synergistic effects on damage to human lymphocytes were observed with co-exposure to RFR (1.8 GHz RFR, SAR 3 W/kg) and 2 different mutagens, namely, mitomycin C or 4-nitroquinoline-1-oxide [97], or with co-exposure to ultralight (UVC) light [98]. A synergistic effect was found on DNA damage in human blood cells exposed to 2450 MHz radiation (5 mW/cm^2) and then exposed to mitomycin C [99]. A potentiation effect on DNA damage was observed in cultured mammalian cells exposed to CDMA-modulated 835 MHz RF-EMF (SAR = 4 W/kg) and the clastogens cyclophosphamide or 4-nitroquinoline-1-oxide [100]. Gene expression was altered in neuronal and glial cells of rats pre-treated with lipopolysaccharide, a neuroinflammatory agent, and then exposed to 1800 MHz GSM modulated radiation (SAR = 3.22 W/kg) for 2 hr. [101]. In rats pre-treated with picrotoxin, a chemical that induces seizures, exposure to pulse-modulated 900 MHz GSM-modulated RF radiation of mobile phones increased regional changes in brain activity and c-Fos expression [102, 103].

Exposure limits based on exposure to only RF radiation will result in an underestimation of the true risk and inadequate protection of human health under conditions in which co-exposures to other toxic agents lead to synergistic adverse effects [104].

B. Factors affecting dosimetry

Assumption 5) *Health effects are dependent only on the time-averaged SAR value; carrier wave modulations, frequency, or pulsing do not matter except as they influence the SAR.*

The FCC's and ICNIRP's exposure limits to RFR are based on SARs for frequencies up to 6 GHz and on power densities for frequencies between 6 GHz and 300 GHz averaged over 6-minute or 30-minute intervals for local areas and whole-body exposures [3, 5]. However, time-averaged dosimetry does not capture the unique characteristics of modulated or pulsed RFR. For example, GSM modulation may involve as many as 8 voice channels with a duration of 0.577 msec for each channel. Thus, the exposure from GSM modulation can be 8-times higher during each time slot pulse compared to exposure to a continuous wave at equivalent time-averaged SARs. Also, as noted under assumption #14, repetitive pulses of data in bursts with short exposures to 5G can cause localized temperature spikes in the skin [105]. The impact of pulsed radiation on biological activities at the molecular or cellular levels is not taken into consideration with time-averaged dosimetry.

Another issue not addressed by time-averaged dosimetry is the importance of low frequency modulations on biological systems. As discussed under assumption #2, increased production of ROS in living cells and DNA damage have been demonstrated with exposure to low frequency modulations of radiofrequency carrier waves [106]. Exposure limits based on time-averaged SAR dosimetry or power density, without consideration of the impact of amplitude or frequency modulations, do not adequately address potential health effects of real-world exposures to RFR. There is ample evidence that various effects of RFR exposure depend on carrier wave modulations, frequency, or pulsing [43, 107, 108]. In contrast to ICNIRP/FCC, the IARC monograph on RFR carcinogenicity noted that RFR effects may be influenced by such exposure characteristics as duration of exposure, carrier frequency, type of modulation, polarization, exposure intermittence, and background electromagnetic fields [44].

C. Human brain tumor risk

Assumption 6) *The multiple human studies that find associations between exposure to cell phone RF radiation and increases in brain tumor risk are flawed because of biases in the published case-control studies, and because brain cancer rates have remained steady since the time that use of wireless communication devices became widespread.*

Although claims have been made that "current limits for cell phones are acceptable for protecting the public health" because "even with frequent daily use by the vast majority of adults, we have not seen an increase in events like brain tumors" [109], the SEER (Surveillance, Epidemiology, and End Results Program) database shows an annual decrease of 0.3% for all brain tumors, but an increase of 0.3% per year for glioblastoma in the US between 2000 and 2018 (https://seer.cancer.gov/explorer/). Most concerning was that the annual increase for glioblastoma was 2.7% per year for people under 20 years of age. In addition, Zada et al. [110] reported that the incidence of glioblastoma multiforme (GBM) in the frontal lobe, temporal lobe, and cerebellum increased in the US between 1992 and 2006, and Philips et al. [111] likewise reported a statistically significant increasing incidence of GBM in the frontal and temporal lobes of the brain in the UK during 1995–2015. In Sweden, rates of brain tumors in the Swedish National Inpatient Register and the Swedish Cancer Register increased from 1998 to

2015 [112]. In addition, it should be realized that cumulative exposure, side-of-head use, and latency for tumor formation from RFR are not fully captured in national cancer registries. Thus, the claim that trends in brain cancer incidence rates have not increased since mobile phones were introduced is both wrong and misleading. The specificity of effect needs to be factored into such trend analyses.

Case-control studies, using sound scientific methods, have consistently found increased risks with long-term, heavy mobile phone use for brain tumors of the glioma type and acoustic neuroma. This association was evaluated at IARC in 2011 by 30 expert participants who concluded that radiofrequency (RF) radiation is a "possible" human carcinogen [44]. In contrast, the much-cited Danish cohort study on 'mobile phone users' [113] was disregarded by IARC due to serious methodological shortcomings in the study design, including exposure misclassifications [44, 114].

Results of meta-analyses of glioma risk and acoustic neuroma from Swedish case-control studies conducted by Hardell and coworkers [115, 116], the 13-nation Interphone study [117], and the French study by Coureau et al. [118] are shown in Table 1 as odds ratios (OR) with 95% confidence intervals. For glioma on any location in the head, a statistically significant increase of nearly two-fold was found, while for ipsilateral mobile phone use (tumor and phone use on the same side of the head) the risk was increased by 2.5-fold. These ORs are based on the groups in each study with the highest category of cumulative call time, which were ≥ 1640 hr. in the Interphone study [117, 119] and the Swedish studies [115, 116], and ≥ 896 hr. in the study by Coureau et al. [118]. Decreased survival among glioma cases, especially astrocytoma grade IV, was associated with long-term and high cumulative use of wireless phones [120]. Increased risk for the mutant type of *p53* gene expression in the peripheral zone of astrocytoma grade IV was associated with use of mobile phones for ≥3 hours a day. Increase in this mutation was significantly correlated with shorter overall survival time [121].

For acoustic neuroma, risk was significantly increased with cumulative exposure and ipsilateral use by 2.7-fold. A random effects model, which was based on a test for heterogeneity, was used for the meta-analyses of these published studies. Tumor volume of acoustic neuroma increased per 100 hr. of cumulative use of wireless phones in the Swedish study and years of latency, indicating tumor promotion [115].

Other case-control studies of mobile phone use also reported increased risk of acoustic neuroma [122–124]. Those studies were not included in the meta-analysis because data on cumulative mobile phone use with numbers of cases and controls were not given or there were other shortcomings. It is also noteworthy that tumor risks were increased in subsets of the Interphone study; for example, there was nearly a 2-fold increase in the risk of acoustic neuroma for ≥10 y and ipsilateral use among the North European countries that participated in the Interphone study [125].

Claims have been made that associations between increases in brain cancer risk and exposure to cell phone RF radiation in the published case-control studies may be attributable to recall and/or selection biases [5, 109]. However, a re-analysis of the Canadian data that was included in the Interphone study showed that there was no effect on the risk of glioma after adjustments were made for selection and recall biases [126]. Odds ratios (OR) for glioma were increased significantly and to a similar extent when comparing the highest quartile of use to those who were not regular users whether or not adjustments for biases were made. In addition, Hardell

Table 1 Odds ratios (OR) with 95% confidence interval (CI) for glioma and acoustic neuroma in case-control studies in the highest category for cumulative mobile phone use in hours[a]

	Glioma				Acoustic neuroma			
	All		Ipsilateral		All		Ipsilateral	
	OR	95% CI	OR	95% CI	OR	95% CI	OR	95% CI
Interphone [117, 119] Cumulative use ≥1640 hr	1.40	1.03–1.89	1.96	1.22–3.16	1.32	0.88–1.97	2.33	1.23–4.40
Coureau et al. [118] Cum use ≥896 hr	2.89	1.41–5.93	2.11	0.73–6.08				
Hardell et al. [115, 116] Cumulative use ≥1640 hr	2.13	1.61–2.82	3.11	2.18–4.44	2.40	1.39–4.16	3.18	1.65–6.12
Meta-analysis longest cumulative use	**1.90**	**1.31–2.76**	**2.54**	**1.83–3.52**	**1.73**	**0.96–3.09**	**2.71**	**1.72–4.28**

[a] Note Hardell et al. [115, 116] also assessed use of cordless phones

and Carlberg [116] showed that the risk for glioma with mobile phone use was increased significantly even when compared to the risk for meningioma. Because risk of meningioma was not increased significantly, this tumor response could not be attributed to recall bias. Clearly, selection and recall biases do not explain the elevated brain tumor risk associated with the use of mobile phones. Thus, epidemiological evidence contradicts the opinions of the FCC and ICNIRP on brain tumor risk from RF radiation.

It should also be noted that the thyroid gland is a target organ for RFR from smartphones. A case-control study on mobile phone use suggested an increased risk for thyroid microcarcinoma associated with long-term cell phone use [127]. Peripheral lymphocyte DNA obtained from cases and controls was used to study genotype-environment interactions. The study showed that several genetic variants based on single nucleotide polymorphisms (SNPs) increased the risk of thyroid cancer with mobile phone use [128]. Increasing incidence of thyroid cancer in the Nordic countries, especially over the last two decades, has also been reported [129, 130]. In addition, a recent case-control study found significant increases in breast cancer risk among Taiwanese women based on their use of smartphones and distance between the breast and placement of their smartphone [131].

D. Individual variations in exposure and sensitivity to RF-EMF

> **Assumption 7)** *There are no differences among individuals, including children, in the absorption of RF-EMF and susceptibility to this radiation.*

Differences between children and adults regarding the absorption of radiofrequency electromagnetic fields when mobile phones are operated close to the head have been demonstrated and widely documented [132–137]. The main factors accounting for these dissimilar absorption rates include differences in anatomy, tissue dielectric properties, and physiology. Through finite-difference time-domain (FDTD) simulations, employing detailed computational anthropomorphic models, it is possible to find differences relating to anatomy and to dimensions of the head.

Since EMF penetration into human tissues can be in the order of a few centimeters, depending on the wavelength, the inner tissues in the brain clearly will receive a significantly higher dose in the smaller heads of children compared to adults, despite the total absorption and the peak spatial SAR (psSAR) calculated across the whole head varying by smaller amounts [132, 133, 138]. Fernández et al. [136] estimated that the cell phone radiation psSAR in the hippocampus was 30-fold higher in children compared to adults, while the psSAR in the eyes was 5-fold higher in children; these differences were due largely to closer proximity to the cell phone antennas. The thinner dimensions of children's skulls also contribute to this difference [135], resulting in a psSAR around 2-fold higher in children's brains [134–137, 139] compared to adults.

Additionally, tissues of young mammals have higher conductivity and electrical permittivity than those of mature animals [140]. This also contributes to greater EMF penetration and absorption, resulting in further increases in the psSAR. The psSAR in the skull bone marrow of children was estimated to increase by 10-fold due to higher conductivity in this tissue [137]. Distance between the mobile device and the body tissues is important in characterizing tissue dosimetry. The National Agency ANFR of France recently released cell phone SAR test data for 450 cell phones. Ten gram psSARs increased by 10–30% for each millimeter of proximal placement of the cell phone to the planar body phantom (http://data.anfr.fr/explore/dataset/das-telephonie-mobile/?disjunctive.marque&disjunctive.modele&sort=marque).

Finally, it is important to note that simulations of tissue dosimetry consider only the physical parameters of the tissues; they do not consider biological processes occurring in living tissues. While children are growing, developing organs and multi-organ systems are more susceptible to adverse effects of environmental agents; finite-difference time-domain (FDTD) simulations do not address differences in organ or system susceptibility for exposures occurring during child development.

> **Assumption 8)** *There are no differences among individuals in their sensitivity to RF radiation-induced health effects.*

All life is "electrosensitive" to some degree as physiological processes are dependent on both subtle and substantial electromagnetic interactions at every level, from the molecular to the systemic. Responses to multiple types of electromagnetic exposure reveal that there is a far broader range of EMF sensitivity than previously assumed, and subgroups of extremely hypersensitive subjects exist [141–151]. Given the adverse health effects noted in Assumption #1, including cardiomyopathy, carcinogenicity and neurological effects, the acute, conscious symptoms manifesting in some individuals should not be unexpected. The term currently and most frequently used within the medical profession to describe those who are acutely, symptomatically sensitive to non-ionizing radiation exposures is Electromagnetic Hypersensitivity (EHS).

EHS is a multisystem, physical response characterized by awareness and/or symptoms triggered by EMF exposures. Common symptoms include (but are not limited to) headaches, dizziness, sleep disturbance, heart palpitations, tinnitus, skin rashes, visual disturbance, sensory disturbance, and mood disturbance [152, 153]. These symptoms are reported in response to even extremely low intensity (orders of magnitude below current safety levels) EMFs of multiple types (in terms of frequency, intensity and waveforms). Commonly noticed triggers of frequent and persistent EHS symptoms are pulse-modulated RF emissions, modulated at extremely low frequencies. Common triggering sources include mobile phones, DECT cordless landlines, Wi-Fi/Bluetooth-enabled computers, Wi-Fi routers, smart meters, base station antennas, and household electrical items. EMF avoidance/mitigation is found to be the most effective way to reduce symptoms [154].

Guidelines for EHS diagnosis and management have also been peer-reviewed and concur that the mainstay of medical management is avoidance of anthropogenic electromagnetic fields [152, 155, 156]. Case histories detailing clinical presentations, EMF measurements and mitigation are also published [157], and biomarkers including elevated markers of oxidative stress, inflammatory markers and changes in cerebral blood flow continue to be explored [152].

EHS has been proven to be a physical response under blinded conditions [145, 151, 158, 159] and, in addition to these studies, acute EMF-induced changes in cognition, behavior, and physiology reactions have been observed in studies involving animals [27, 30, 160–172]; plus further references under Assumption 13), which cannot be biased by media-cultivated fears. These studies provide further evidence which invalidates the nocebo response (physical symptoms induced by fear) as causal regarding symptoms.

It should not be expected that all provocation studies will reliably demonstrate adverse reactions; however, suggestions that the nocebo response may cause EHS symptoms were claimed from provocation studies which failed to show a relationship between the EMF exposure and the reported symptoms [173]. The failures of these studies are explainable given the very poor methodology in the majority of them. There were failures to account for a multitude of essential factors that must be tailored to the individual, such as variable symptom onset and offset, the necessity for adequate washout periods, specificity of trigger frequencies and intensities, requirement for complete EMF hygiene during sham exposures, requirement for life-like exposures (e.g., pulse-modulated information-carrying waves), etc. For example, it has been shown that various frequency channels from GSM/UMTS mobile phones affect the same human cells differently [174–177]. Similarly, EHS has been shown to be frequency dependent [151]. As noted above, meaningful provocation studies need to take into consideration multiple physical parameters of exposure, including frequency, modulation, duration of exposure, and time after exposure [155]; however, most provocation studies that have failed to establish causative connection between RFR exposure and EHS symptoms [173] used only one or two conditions with short-term exposures.

There are many issues with the nocebo response as a cause of EHS, not least of which is also the absence of the required temporal link. For the nocebo response to be the cause of EHS, awareness and concern of negative health impacts from EMFs must precede symptoms. But, in the majority of EHS persons this is not the case [178]. As public risk communication improves, this will no longer be verifiable; however, this has been importantly observed at the only point in time when it could have been – prior to generalized awareness of health detriments from non-ionizing radiation (NIR).

While recognizing that some vulnerable groups may be more susceptible to effects of NIR exposure, ICNIRP [179] acknowledged that their guidelines may not safely accommodate these sensitive subgroups:

> *"Different groups in a population may have differences in their ability to tolerate a particular NIR [Non-Ionizing Radiation] exposure. For example, children, the elderly, and some chronically ill people might have a lower tolerance for one or more forms of NIR exposure than the rest of the population. Under such circumstances, it may be useful or necessary to develop separate guideline levels for different groups within the general population, but it may be more effective to adjust the guidelines for the general population to include such groups. Some guidelines may still not provide adequate protection for certain sensitive individuals nor for normal individuals exposed concomitantly to other agents, which may exacerbate the effect of the NIR exposure, an example being individuals with photosensitivity".*

In 2020, ICNIRP [23] also noted that biological effects are not easily discernible from adverse health effects, and that their guidelines:

> *"...are not intended to protect against biological effects as such (when compensatory mechanisms are overwhelmed or exhausted), unless there is also an associated adverse health effect. However, it is not always easy to draw a clear distinction between biological and adverse health effects, and indeed this can vary depending on individual susceptibility*

to specific situations. An example is sensory effects from nonionizing radiation exposures under certain circumstances, such as a tingling sensation resulting from peripheral nerve stimulation by electric or magnetic fields; magnetophosphenes (light flickering sensations in the periphery of the visual field) resulting from stimulation of the retina by electric fields induced by exposure to low-frequency magnetic fields; and microwave hearing resulting from thermoelastic waves due to expansion of soft tissues in the head which travel via bone conduction to the inner ear. Such perceptions may sometimes lead to discomfort and annoyance. ICNIRP does not consider discomfort and annoyance to be adverse health effects by themselves, but, in some cases, annoyance may lead to adverse health effects by compromising well-being. The exposure circumstances under which discomfort and annoyance occur vary between individuals".

Trivializing "discomfort" which is the pre-cursor to pain is not in keeping with WHO recommendations quoted by the same ICNIRP [23] document: "Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity."

Discomfort is a sign that an organism is experiencing something which is compromising optimal health and although in some cases this can be trivial and reversible, in other cases it may not be reversed. There is an extremely broad range of both pain tolerance and also of pain perception among humans, and to achieve meaningful preventative health care, "discomfort" must be taken seriously and mitigated whenever possible. This is especially true in this case where symptoms such as headaches are being reported in response to mobile phone exposures at the same time as increased brain tumor risk is noted from those same exposures (see Assumption 6).

In reality, people with EHS are reporting far more serious health disruption than "discomfort" or "annoyance" and in some cases these symptoms are disabling [180, 181]. Increasingly, EHS is being recognized as a disability by national courts in France, Sweden, and Spain, which amplifies the requirement for safety guidelines that are deliberately accommodating to this more susceptible group [180].

E. Applied safety factors for RF-EMF-RF workers and the general population

Assumption 9) *A 50-fold safety factor for whole body exposure to RF radiation is adequate for protecting the general population to any health risks from RF radiation.*

Public health agencies in the US and worldwide apply multiple uncertainty factors to health effects data to establish exposure levels that are considered safe for the great majority of exposed populations [182–184]. Although guidelines for the use of uncertainty factors were developed for chemicals, they are also pertinent to other toxic agents, such as RFR. The uncertainty factors needed for toxic effects of RFR based on studies that demonstrate a no-observed-adverse-effect level (NOAEL) in experimental animals include:

1) Animal-to-human extrapolation. When data are based on studies in experimental animals, a factor of 3–10 is applied (for potential species differences in tissue dosimetry and response) unless there are convincing data demonstrating equivalent sensitivity in animals and humans. However, there is no evidence showing that humans are equally or less sensitive to RFR than animals that were used in studies from which exposure limits were established by the FCC and ICNIRP.
2) Adjustment for human variability. A second factor of 10 is used to account for interindividual variability in susceptibility (for instance, due to differences in age, sex, genetic variation, pre-existing diseases) to the toxic agent among the general population. It has been recognized that a factor of 10 for human variability is likely inadequate for sensitive subpopulations and may require an additional adjustment.
3) Extrapolation from short-term studies to lifetime exposure. An additional factor of 10 is applied for short-term studies, such as those used to establish exposure limits to RF radiation, to provide lifetime protection from chronic exposure. This is of particular importance considering the remarkably short periods over which RFR toxicity was originally assessed [10, 11].
4) Database insufficiencies. Finally, an uncertainty factor of 3-to-10 is applied for database inadequacy, i.e., for incomplete characterization of an agent's toxicity. The behavioral studies [10, 11] that were used to establish the FCC and ICNIRP exposure limits to RFR do not provide a full characterization of the effects of this type of radiation nor did they identify the most sensitive adverse effect of RFR exposures.

Basing exposure limits to RFR on the behavioral studies in rats and monkeys [10, 11, 90, 91] would require the application of a composite uncertainty factor of about 900 to 10,000 to be consistent with approaches used by public health agencies to establish protective exposure limits for workers and the general population. Based on the size of the needed uncertainty/safety factor, the

data sets used by the FCC and ICNIRP are clearly inadequate to establish RF exposure limits with reasonable confidence. The arbitrarily selected safety factors of 10 for workers and 50 for the general population by the FCC and ICNIRP are woefully inadequate for protecting exposed populations.

When uncertainty/safety factors are applied to a misrepresented threshold exposure value for adverse effects, the resulting level does not provide assurance of health protection for the general population exposed to that agent. Studies cited above [18, 22, 91, 92, 96] show that the whole-body SAR of 4 W/kg is not a threshold level for adverse effects caused by RFR. In a recent quantitative analysis of various adverse health effects from the NTP study, Uche and Naidenko [185] showed that the permissible whole-body SAR of 0.08 W/kg (based on a 50-fold reduction of the assumed threshold SAR of 4 W/kg) was 20–40-fold higher than health protective SAR values derived by benchmark dose modelling of NTP data for cardiomyopathy (following application of 10-fold safety factors for interspecies and intraspecies variability). The approaches used by these authors are consistent with methodologies recommended by the US Environmental Protection Agency for quantifying health risks for toxic and carcinogenic environmental agents [1, 182]. Thus, a 50-fold reduction of the assumed threshold whole-body SAR of 4 W/kg is inadequate to protect the health of the general population from exposure to RF radiation.

> **Assumption 10)** *A 10-fold safety factor for whole body exposure to RF radiation is adequate for protecting workers to any health risks from RF radiation.*

When RFR exposure limits were implemented in 1997, the rationale given for the difference in safety factors for the general population (50-fold) and for workers (10-fold) was "based on the exposure periods of the two populations, rounded to one digit (40 work hours per week/168 hours per week = ~0.2)" [6]. In addition to differences in exposure periods between workers and the general population, ICNIRP rationalizes the appropriateness of the lower safety factor for workers because "occupationally-exposed individuals can be considered a more homogeneous group than the general population," they are, "in general, relatively healthy adults within a limited age range," and "occupationally-exposed individuals should be operating under controlled conditions and be informed about the risks associated with non-ionizing radiation exposure for their specific situation and how to reduce these risks" [23]. In contrast, "the general public are, in most cases, unaware of their exposure to non-ionizing radiation and, without education, cannot reasonably be expected to take precautions to minimize or avoid any adverse effects of exposure."

The assumption that workers are trained in understanding health risks associated with exposure to RFR and in mitigating those risks to the greatest possible degree is not correct because neither the FCC nor the ICNIRP guidelines recognize any health effects from RFR at SARs below 4 W/kg, and the exposure limits authorized by the FCC and ICNIRP do not consider health effects from long-term exposures [3, 5]. The only health effect addressed by the FCC and ICNIRP is tissue damage due to excessive heating from acute exposures. Thus, the 10-fold reduction from the threshold whole-body SAR calculated from acute behavioral studies in rats and monkeys is inadequate for protecting the health of workers exposed long-term to RFR (see comments under assumption #9). There are no data demonstrating the adequacy of this arbitrarily chosen safety/uncertainty factor for occupationally-exposed workers, while on the contrary, excess cancer risks have been associated with exposure to RFR workers who operate radar and communication systems in military and occupational settings [186].

> **Assumption 11)** *Exposure of any gram of cube-shaped tissue up to 1.6 W/kg, or 10 g of cube-shaped tissue up to 2 W/kg, (duration not specified) will not increase the risk of that tissue to any toxic or carcinogenic effects in the general population.*

Tissue dosimetry was analysed in the NTP study of cell phone RF radiation in rats and mice [187]. In rats, whole body exposures during the 10-minute on cycles were 1.5, 3.0, or 6.0 W/kg, and the brain and heart SARs varied from the whole-body SARs by about 7% to under 2-fold for the brain and heart, respectively. A quantitative risk assessment of the NTP tumor incidence data is needed to evaluate organ-specific cancer risk. The FDA [19] nomination to the NTP recognized the need for "large well-planned animal experiments …. to provide the basis to assess the risk to human health of wireless communications devices." However, more than 3 years after an external peer-review of the NTP studies found "clear evidence of carcinogenic activity," the FDA [109] has continued to downplay the importance of these findings and avoid conducting a quantitative risk assessment of the tumor data that they (the FDA) originally requested. In contrast to the FDA, Uche and Naidenko [185] analysed the NTP data on cardiomyopathy by a benchmark dose approach and found that the 10% extra risk level for this effect was in the range of a whole-body SAR of 0.2 to 0.4 W/kg. Thus, there is an increased risk (greater than 10%) of developing cardiomyopathy at local tissue SARs below 1.6 or 2.0 W/kg.

The peak spatial specific absorption rate (psSAR), as used by ICNIRP and the FCC, is an inadequate dosimetric of RF radiation at frequencies above 1 GHz. The psSAR is calculated by averaging fixed cubic volumes containing a given amount of mass, and assumes a homogeneous material with a given mass density. The ICNIRP recommendation is to average cubic volumes containing 10 g of tissue (10 g-psSAR), while the FCC recommendation is to average cubic volumes containing 1 g of tissue (1 g-psSAR). Current recommendations limit the use of psSAR to frequencies up to 6 GHz [3, 5].

An evaluation of the utility of using psSAR as a dosimetric parameter at different frequencies ranging from 100 MHz to 26 GHz and with cube sizes ranging from 10 mg to 10 g is shown in Additional file 2: Appendix 2. For the smaller cubes and lower frequencies, averaging in the cube does not underestimate the maximum value on the cube surface, but at higher frequencies the psSAR averaged on larger cubes can be several-fold lower than the psSAR averaged on smaller cubes. For example, at 2.45 GHz, averaging over a 10-g cube underestimates by 4 dB (approximately 2.5-fold) the psSAR averaged in smaller cubes, while for 5.8 GHz, averaging over a 10-g cube underestimates the psSAR by 12 dB (approximately 16-fold) compared with averaging in a 10-mg cube, and by 6 dB (approximately 4-fold) compared with averaging over a 1-g cube. When the frequency is increased, the underestimation of the psSAR averaged in larger cubes (e.g. 10 g or 1 g) compared to smaller cubes (e.g. 100 mg and 10 mg) becomes more pronounced. Considering the 10-g cube, the difference between the psSAR for 5.8 GHz EMF compared to 0.9 GHz EMF is around 7 dB (or approximately 5-fold underestimation). These large differences are due to reduced penetration of EMFs at higher frequencies. Therefore, the ICNIRP's 10 g-psSAR and FCC's 1 g-psSAR recommendations do not provide reliable dosimetric parameters to evaluate EMF absorption above 1 GHz.

The SAR averaging over a 10-g cube is also flawed for assessing carcinogenicity because it is too large a volume to focus on stem cells and their important role in carcinogenesis. Human stem cells were more sensitive to RFR exposures from GSM and UMTS mobile phones than lymphocytes and fibroblasts [175]. Instead of a random distribution of targets for carcinogenesis, localized distribution of SAR in smaller volumes is needed to more accurately characterize relationships between SAR and tumor induction. From the point of view of stem cell organization, the volume of SAR determinations may be especially important for setting safety limits for children, because most stem cells and their niches are spatially and temporally transient during brain development [188].

Assumption 12) *Exposure of any gram of cube-shaped tissue up to 8 W/kg, or 10 g of cube-shaped tissue up to 10 W/kg, (duration not specified) will not increase the risk of that tissue to any toxic or carcinogenic effects in workers.*

Based on the analyses of tissue dosimetry in the NTP study [187], organ-specific toxic and carcinogenic effects were observed in rats at local tissue SARs that were much lower than 8 or 10 W/kg [18]. The tissue dosimetry in the NTP study and the inadequacy of the local SAR as specified by ICNIRP and the FCC is described in assumption #9.

F. Environmental exposure to RF radiation

Assumption 13) *There is no concern for environmental effects of RF radiation or for effects on wildlife or household pets.*

While background levels of RF-EMF are increasing in the environment, including rural remote areas [189], neither the FCC nor the ICNIRP take into consideration effects of this radiation on wildlife. The constant movement of most wildlife species in and out of varying artificial EMF can result in high exposures near communication structures, especially for flying species such as birds and insects. There is a substantial amount of scientific literature on the disrupting effects of RFR on wildlife (e.g., [190–206]).

Many nonhuman species use Earth's geomagnetic fields for activities such as orientation and seasonal migration, food finding, mating, nest and den building [190]. For example, migratory bird species [191, 192], honeybees [193], bats [194], fish [195–197], and numerous other species sense Earth's magnetic fields with specialized sensory receptors. Mechanisms likely involved in magneto-reception include magnetic induction of weak electric signals in specialized sensory receptors [198], magneto-mechanical interactions with the iron-based crystal magnetite [194], and/or free-radical interactions with cryptochrome photoreceptors [191, 192]. Each of these sensing processes shows extreme sensitivity to low intensity changes in electromagnetic fields. For a fuller description of the mechanisms by which non-human species use magneto-reception to perform essential life activities see Levitt et al. [190].

The following studies represent a few of the many examples of the disrupting effects of low-level exposures to RF-EMF on magneto-reception and the natural behavior of wildlife. Oscillating magnetic fields have been reported to disrupt the ability of migratory birds to orient and navigate in Earth's geomagnetic field [199–202].

Garden warblers became disoriented by exposure to a weak oscillating magnetic field of 1.403 MHz at an intensity as low as 2–3 nT [200]. The orientation of European robins that use Earth's magnetic field for compass orientation was completely disrupted by exposure to electromagnetic noise in the frequency range of 50 kHz to 5 MHz or a broadband noise-modulated ELF covering the range ~ 2 kHz to ~ 9 MHz [199, 201]. RFR in the low MHz range (7.0 MHz of 480 nT or 1.315 MHz of 15 nT) has been shown to disable the magneto-reception avian compass as long as the exposure was present [202].

In addition to effects on migratory birds, Landler et al. [203] found that exposure to a low-level magnetic field (1.43 MHz at an intensity of 30–52 nT) disrupted the natural orientation of juvenile turtles hatched on land. GSM-modulated 900 MHz RF radiation caused ants to lose their visual and olfactory memory for finding food [166]. Navigational abilities of trout were reduced when reared under conditions in which magnetic fields were spatially distorted [204].

Activities of honeybees are also disrupted by exposure to RF radiation. GSM-modulated cell phone radiation (900 MHz) caused a reduction in egg laying by queen bees and depletion of beehive pollen and honey counts [205]. GSM-modulated cell phone radiation (900 MHz) reduced hatching and altered pupal development of honey queen bee larvae [206].

The lack of consideration of chronic low-level RF radiation exposure on wildlife could result in dangerously disruptive effects on fragile ecosystems and on the behavior and survival of species that have long existed in Earth's natural environment.

G. 5G (5th generation wireless)

Assumption 14) *No health effects data are needed for exposures to 5G; safety is assumed because penetration is limited to the skin ("minimal body penetration").*

Fifth generation (5G) wireless communication systems are being deployed worldwide to provide higher data transfer rates with shorter lag times between massive numbers of connected wireless devices. To provide faster transfer of large amounts of data (up to 20 gigabits per second peak data rates), the frequency range for 5G includes millimeter waves (30 to 300 GHz), in addition to carrier frequencies as low as 600 MHz. Extremely high frequency millimeter waves (MMW) that transmit large amounts of data to user devices are directed into narrow beams by line-of-sight transmission with beamforming antennas. Because millimeter waves do not penetrate solid structures such as building materials, hills, foliage, etc., and travel only short distances (a few hundred meters), denser networks of base-stations with massive Multiple Input/Multiple Output (MIMO) transmitters and receivers in millions of small cell towers are being installed on structures such as utility poles. These features can lead to much closer proximity between humans and radiation-emitting antennas, and thereby change individual peak and average exposures to RFR.

For a 5G frequency of 26 GHz, EMF absorption is very superficial, which means that for typical human skin, more than 86% of the incident power is absorbed within the first millimeter. The skin penetration depth was computed as 1 mm based on the electrical conductivity of the skin and its electrical permittivity [5, 207]. This is expected to bring the SAR in this tissue well above the recommended limits ([208], and Additional file 2: Appendix 2)**.** This is also expected to be harmful to very small species, such as birds and other small animals (e.g., insects) [209]. It is often claimed that because of its shallow penetration, exposure to high frequency 5G radiation is safe, and that the only effect is tissue heating [210]. However, this view ignores the deeper penetration of the ELF components of modulated RF signals, which are rated on the basis of heat alone, as well as the effects of short bursts of heat from pulsed signals [211, 212]. Within the first 1 mm of skin, cells divide to renew the stratum corneum (a consideration for skin cancer), and nerve endings in the dermis are situated within 0.6 mm (eyelids) to 3 mm (feet) of the surface (a consideration for neurological effects). Ultraviolet light, which exerts its action at a penetration depth of less than 0.1 mm [213, 214] is a recognized cause of skin cancer [87].

The higher the frequency of electromagnetic waves, the shorter the wavelength and the shallower the penetration of energy into exposed people or animals. For example, penetration depth in the human body is about 8 mm at 6 GHz and 0.92 mm at 30 GHz [5]. Because of the minimal depth of energy absorption at frequencies above 6 GHz, the FCC and ICNIRP have based exposure limits on power density instead of on SAR levels. The FCC [3] proposed a general localized power density exposure limit of 4 mW/cm^2 averaged over 1 cm^2 and not to exceed 30 minutes for 5G services up to 3000 GHz for the general population, claiming that this exposure is consistent with the peak spatial-average SAR of 1.6 W/kg averaged over any 1 g of tissue at 6 GHz. ICNIRP's [5] exposure limits for 5G are an absorbed power density of 200 W/m^2 (0.2 W/cm^2) averaged over 4 cm^2 and a 6-minute interval for frequencies up to 30 GHz, and 400 W/m^2 (0.4 mW/cm^2) averaged over 1 cm^2 and a 6-minute interval for frequencies of 30 GHz to 300 GHz.

Because of its minimal penetration, exposure to 5G radiation results in higher energy intensity on the skin and other directly-exposed body parts, such as the eye

cornea or lens. However, the skin, which is the largest organ in the human body, provides important functions such as acting as a protective physical and immunological barrier against mechanical injury, infection by pathogenic microorganisms, and entry of toxic substances. In addition, skin cancers, including basal cell carcinomas and squamous cell carcinomas, are the most prevalent human cancers, while melanomas are highly metastatic and increasing in prevalence. Although the high incidence of skin cancers are largely attributed to exposure to ultraviolet light, no studies have been reported on the effects of 5G radiation on (i) the skin's ability to provide protection from pathogenic microorganisms, (ii) the possible exacerbation of other skin diseases, (iii) promotion of sunlight-induced skin cancers, or (iv) initiation of skin cancer by itself. Information is also lacking on the effects of 5G radiation on nervous and immune systems which are also exposed even by the shallower penetration of MMW.

Another important factor is the maximum bandwidth with 5G radiation, which is up to 100 MHz in the frequency range of 450 MHz to 6 GHz, and up to 400 MHz in the ranges from 24 GHz to 52 GHz, compared to previous types of mobile communication where bandwidth is limited to 20 MHz. Because many studies indicated frequency-dependent, non-thermal RF effects from mobile communication RFR [43, 177] and for MMW effects [215, 216], the possibility of effective frequency windows for biological effects would increase with the increased bandwidth of 5G radiation.

Another consideration for effects of 5G exposures on human health is that radiation pulses created by extremely fast data transmission rates have the potential to generate bursts of energy that can travel much deeper than predicted by conventional models [217, 218]. Neufeld and Kuster [105] showed that repetitive pulses of data in bursts with short exposures to 5G can cause localized temperature spikes in the skin leading to permanent tissue damage even when the average power density values were within ICNIRP's acceptable safety limits. The authors urged the setting of new thermal safety standards to address the kind of health risks possible with 5G technology:

> *"The FIFTH generation of wireless communication technology (5G) promises to facilitate transmission at data rates up to a factor of 100 times higher than 4G. For that purpose, higher frequencies (including millimetre-wave bands), broadband modulation schemes, and thus faster signals with steeper rise and fall times will be employed, potentially in combination with pulsed operation for time domain multiple access…The thresholds for frequencies above 10 MHz set in current exposure guidelines (ICNIRP 1998, IEEE 2005, 2010) are intended to limit tissue heating. However, short pulses can lead to important temperature oscillations, which may be further exacerbated at high frequencies (>10 GHz, fundamental to 5G), where the shallow penetration depth leads to intense surface heating and a steep, rapid rise in temperature…"*

Areas of uncertainty and health concerns with 5G radiation include potential increase in skin cancer rates with (or possibly without) co-exposure to sunlight, exacerbation of skin diseases, greater susceptibility to pathogenic microorganisms, corneal damage or early development of cataracts, testicular effects, and possible resonant-enhanced absorption due to skin structures [219]. One of the complex technical challenges in relation to human exposure to 5G millimeter waves is that the unpredictable propagation patterns that could result in unacceptable levels of human exposure to electromagnetic radiation are not well understood [220]. Although MMW are almost completely absorbed within 1–2 mm in biologically-equivalent tissues, their effects may penetrate deeper in a live human body possibly by affecting signal transduction pathways. Thus, there are too many uncertainties with exposure to 5G to support an assumption of safety without adequate health effects data. There are no adequate studies on health effects from short-term or long-term exposures to 5G radiation in animal models or in humans.

Discussion

To develop health-based exposure limits for toxic and carcinogenic substances, regulatory agencies typically rely on available scientific evidence about the agent under review. In the mid- and late-1990s when the FCC [4] and the ICNIRP [9] initially established exposure limits for RFR, the prevailing assumptions were that any adverse effects from exposure to RFR were due to excessive heating because non-ionizing radiation did not have sufficient energy to break chemical bonds or damage DNA. However, non-thermal effects of RFR are demonstrated from studies that find different effects with exposure to continuous waves versus pulsed or modulated waves at the same frequency and the same SAR or power density, e.g., [221–226], and from studies that show adverse effects at very low exposure intensities, e.g., [78, 96].

Acute exposure studies conducted in rats and monkeys in the 1980s [10, 11] suggested that an SAR of 4 W/kg could be a threshold dose for behavioral effects. Because this SAR was associated with an approximate increase in body temperature of 1 °C, it was again assumed that no adverse health effects would occur if increases in core

body temperature were less than 1 °C. From this putative threshold dose a "safety factor" of 10 was applied for occupational exposures and an additional factor of 5 (50x total) was applied for the general population, resulting in exposure limits in which the whole-body SAR was less than 0.4 W/kg for workers and 0.08 W/kg for the general population. However, realizing that local parts of the body could receive doses of RFR that were 10 to 20 times higher than the whole-body SARs, local peak exposure limits were set by the FCC at SARs 20-times higher than the whole-body SARs, i.e., 8 W/kg averaged over any 1-g of tissue for localized exposures for workers and 1.6 W/kg averaged over any 1-g for the general population [3, 4]. ICNIRP opted for partial body exposures that would not exceed 2.0 W/kg averaged over any 10 g of cube-shaped tissue for the general population [5, 9]. To rationalize the smaller safety factor for workers (10-fold) versus the general population (50-fold), one claim made by ICNIRP [24] is that workers are informed about risks associated with non-ionizing radiation exposure and how to reduce these risks, whereas "the general public are, in most cases, unaware of their exposure to non-ionizing radiation and, without education, cannot reasonably be expected to take precautions to minimize or avoid any adverse effects of exposure." From a public health perspective, the FCC and ICNIRP should make the public aware of their exposures to RFR and promote precautionary measures to minimize potential adverse effects, especially for children and pregnant women. Eight practical recommendations by the International EMF Scientist Appeal aimed at protecting and educating the public about potential adverse health effects from exposures to non-ionizing EMFs [227] are shown in Table 2.

The acute behavioral studies that provide the basis for the FCC's and ICNIRP's exposure limits lacked any information on potential effects of RF radiation that can occur after longer durations of exposure, and they did not address effects of carrier wave modulations used in wireless communications. Research on RFR conducted over the past 25 years has produced thousands of scientific papers, with many demonstrating that acute behavioral studies are inadequate for developing health protective exposure limits for humans and wildlife, and that inherent assumptions underlying the FCC's and ICNIRP's exposure limits are not valid. First, 4 W/kg is not a threshold SAR for health effects caused by RFR exposures; experimental studies at lower doses and for longer durations of exposure demonstrated cardiomyopathy, carcinogenicity, DNA damage, neurological effects, increased permeability of the blood brain barrier, and sperm damage (see Assumptions 1–3). Multiple robust epidemiologic studies on cell phone radiation have found increased risks for brain tumors (Assumption 6), and these are supported by clear evidence of carcinogenicity of the same cell types (glial cell and Schwann cell) from animal studies. Even studies conducted by D'Andrea et al. [89, 90] before the limits were adopted found behavioral disruption in rats exposed to RFR for 14 or 16 weeks at mean SARs of 0.7 W/kg and at 1.23 W/kg. A combination of exposure duration and exposure intensity would be more appropriate for setting safety standards for exposure to RFR from mobile communication systems including mobile phones, base stations, and WiFi.

More than 120 studies have demonstrated oxidative effects associated with exposure to low intensity RFR (Additional file 1: Appendix 1). DNA damage that has been reported in studies of RFR was most likely caused by induction of oxidative stress, which is a key characteristic of human carcinogens [88], rather than by direct ionization (Assumption 2). The generation of reactive oxygen species has also been linked to DNA damage and the carcinogenicity of UVA radiation [87] and asbestos [228]. Despite the enormous amount of scientific evidence of low-dose effects of RFR, the IEEE [229] maintains that behavioral disruption is still the most sensitive and reproducible effect of RFR. It is this opinion that contributed to the FCC [3] and ICNIRP [5] reaffirming their previous exposure limits to RFR.

Table 2 Precautionary Measures Recommended by the International EMF Scientist Appeal

1) Priority should be given to protect children and pregnant women
2) Guidelines and regulatory standards should be strengthened
3) Manufacturers should be encouraged to develop safer technologies
4) The public should be fully informed about the potential health risks from electromagnetic energy and taught harm reduction strategies
5) Medical professionals need to be educated about the biological effects of electromagnetic energy and be provided training on treatment of patients with electromagnetic sensitivity
6) Governments need to fund training and research on electromagnetic fields and health that is independent of industry
7) The media should disclose experts' financial relationships with industry when citing their opinions regarding health and safety aspects of EMF-emitting technologies
8) Radiation-free areas need to be established, especially for individuals with EHS

Other concerns about the current exposure limits for RFR are that they do not consider potential synergistic effects due to co-exposure to other toxic or carcinogenic agents, the impact of pulsed radiation or frequency modulations, multiple frequencies, differences in levels of absorption or of susceptibility by children, or differences among individuals in their sensitivity to RFR (see Assumptions 4, 5, 7, 8). Currently, children's cumulative exposures are much higher than previous generations and they continue to increase [230]. ICNIRP [23, 179] acknowledged that their guidelines do not accommodate sensitive subgroups and admit to difficulties separating "biological effects" from "health effects." Neurological symptoms, some of which are acknowledged by ICNIRP and currently being experienced by persons with EHS, are most certainly non-thermal "health effects" that need to be mitigated by providing environments with reduced exposures to anthropogenic EMF for hypersensitive individuals.

The debilitating effects and restrictions suffered by adults and children with EHS constitutes a contravention of the 2010 Equalities Act, Human Rights Act and other ethical and legal frameworks. Failure to respond and appropriately safeguard this group is already causing preventable morbidity, mortality and economic deficit due to lost workdays, compensations for health damages and increased healthcare costs. Conversely, accommodating this group by, as suggested by ICNIRP [179], acting to 'adjust the guidelines for the general population to include such groups' would not only lessen the negative impacts for people with EHS, but would also improve public health more broadly, given the other NIR-related health concerns that are highlighted in this paper.

Basing local tissue exposure limits on 1-g [3] or 10-g [5] cubes substantially underestimates the peak spatial SAR compared to basing local tissue exposure limits on smaller cubes (e.g., 100 mg or 10 mg), and therefore are not reliable dosimetric parameters to evaluate EMF absorption at frequencies above 1 GHz (Assumptions 11, 12). The volumes specified by the FCC and ICNIRP for local tissue SAR limits are too large to focus on stem cells which are important targets for carcinogenesis. To reduce health risks from exposures to RFR, limits for localized distribution of the SAR should be based on 100 mg, or preferably 10 mg cubes.

Another important deficiency raised in this paper is that neither the FCC nor ICNIRP addresses concerns for environmental effects of RFR on wildlife, even though there is extensive literature demonstrating the disrupting effects of RFR on wildlife behavior (Assumption 13).

The arbitrarily selected uncertainty/safety factors applied to the putative threshold SAR for RFR are woefully inadequate for protecting public health (Assumptions 9, 10). Based on the way the US Environmental Protection Agency, the International Council for Harmonization, and the National Institute for Occupational Safety and Health (US NIOSH) apply uncertainty/safety factors to a no-observed-adverse-effect level (NOAEL) in experimental animals [182–184], the safety factor for RFR would be at least 900 to 10,000, which is 18 to 200 times larger than the safety factor recommended by the FCC and ICNIRP for the general population. This large safety factor is based on adjustments for human variability, lifetime exposure from short-term studies, and database insufficiencies that include incomplete characterization of the toxicity of RFR. Clearly, the acute behavioral studies that served as the basis for the current exposure limits for RFR are not suitable for characterizing human health risks associated with long-term exposure to this type of radiation. The NCRP report from 1986 [6] and the ANSI/IEEE document from 1992 [7] recognized that when future studies on biological effects of RFR become available including effects of chronic exposures or evidence of non-thermal interactions there will be a need to evaluate and possibly revise exposure standards. When the FCC [3] and ICNIRP [5] reaffirmed their exposure limits from the 1990s, they dismissed the scientific evidence that invalidated the assumptions that underlie the basis for those exposure limits. An independent re-evaluation of RFR exposure limits based on the scientific knowledge gained over the past 25 years is needed and is long overdue. This evaluation should be performed by scientists and medical doctors who have no conflicting interests and who have expertise in RF-EMF exposure and dosimetry, toxicology, epidemiology, clinical assessment, and risk assessment. Special precautions should be taken to ensure that interpretations of health effects data and the setting of exposure limits for RFR are not influenced by the military or the telecommunications industry. In the meantime, manufacturers should be obliged to develop safer technologies [227].

Finally, we note our concern about the worldwide deployment of 5G communication networks for faster transfer of large amounts of data, but with no adequate health effects studies demonstrating the safety of high frequency millimeter waves. Because of limitations of the penetration and distance of travel of millimeter waves, dense networks of base stations are being mounted on structures such as utility poles in highly populated cities. Also, because the absorption of EMF at frequencies above 6 GHz is minimal, ICNIRP [5] has specified absorbed power density (S_{ab}) as the dosimetric parameter for "heating effects" at the higher frequencies. S_{ab} is a function of the incident power density (S_{inc}) and the input reflection coefficient (Γ). In near field scenarios, the S_{inc} does not have a singular value; this is largely due

to the heterogeneous nature of human body tissues and their relevant parameters (such as the permittivity, equivalent conductivity, mass density), which vary in different body regions and with frequency. Therefore, unless a powerful EMF simulation method together with realistic human models are used, the S_{inc} and the reflection coefficient values would be difficult to accurately estimate, making the resulting S_{ab} unreliable.

The assumption that 5G is safe at the power density limits recommended by ICNIRP (50 W/m^2 and 10 W/m^2 averaged over 6 min for occupational and 30 min for public exposures, respectively) because of its minimal penetration into the body does not justify the dismissal of the need for health effects studies prior to implementing 5G networks. The new communication networks will result in exposures to a form of radiation that has not been previously experienced by the public at large (Assumption 14). The implementation of 5G technology without adequate health effects information raises many questions, such as: Will exposure to 5G radiation: (i) compromise the skin's ability to provide protection from pathogenic microorganisms? (ii) will it exacerbate the development of skin diseases? (iii) will it increase the risk of sunlight-induced skin cancers? (iv) will it increase the risk of damage to the lens or cornea? (v) will it increase the risk of testicular damage? (vi) will it exert deeper tissue effects either indirectly following effects on superficial structures or more directly due to deeper penetration of the ELF components of modulated RF signals? (vii) will it adversely affect wildlife populations? Answers to these questions and others that are relevant to human and wildlife health should be provided *before* widespread exposures to 5G radiation occur, not afterwards. Based on lessons that should have been learned from studies on RFR at frequencies below 6 GHz, we should no longer rely on the untested assumption that current or future wireless technology, including 5G, is safe without adequate testing. To do otherwise is not in the best interest of either public or environmental health.

Abbreviations

ANSI: American National Standards Institute; CDMA: Code-division multiple access; dB: Decibel; DECT: Digital enhanced cordless technology; EHS: Electromagnetic hypersensitivity; ELF: Extremely low frequency; EMF: Electromagnetic field; FCC: Federal Communications Commission; FDA: Food and Drug Administration; GHz: Gigahertz; GBM: Glioblastoma multiforme brain cancer; GSM: Global system for mobile communication; IARC: International Agency for Research on Cancer; ICNIRP: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection; IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers; LTE: Long Term Evolution (4G); MMW: Millimeter wave; NCRP: National Council on Radiation Protection and Measurements; NIR: Non-ionizing radiation; nT: Nanotesla; NTP: National Toxicology Program; 8-OHdG: 8-hydroxy-2'deoxyguanosine; psSAR: Peak spatial specific absorption rate; RFR: Radiofrequency radiation; ROS: Reactive oxygen species; SAR: Specific absorption rate; UMTS: Universal mobile telecommunications service (3G); UVR: Ultraviolet radiation; 5G: 5th generation wireless.

Supplementary Information

The online version contains supplementary material available at https://doi.org/10.1186/s12940-022-00900-9.

Additional file 1: Appendix 1 Table 1. Studies demonstrating increased oxidative DNA damage and other indicators of oxidative stress at SAR < 4 W/kg.

Additional file 2: Appendix 2. On the Inadequacy of the psSAR Dosimetric Parameter at Frequencies above 1 GHz. **Table 1.** Electric permittivity and electric conductivity of the gray matter. **Figure 1.** A block of gray matter radiated by different frequencies. The highlighted cubes are of 10 g, 1 g, 100 mg and 10 mg. **Fig. 2.** A block of gray matter radiated by different frequencies. The highlighted cubes are of 10 g, 1 g, 100 mg and 10 mg. **Fig. 3.** Electric field intensity averaged in each cube for different frequencies: in the left axis, the electric field is in dB and in the right axis the electric field is in V/m normalized to 100 V/m.

Acknowledgements

Igor Belyaev: Cancer Research Institute, Biomedical Research Center, Slovak Academy of Sciences, Slovakia
Carl Blackman: US Environmental Protection Agency (retired), North Carolina, USA
Kent Chamberlin: Department of Electrical and Computer Engineering, University of New Hampshire, USA
Alvaro DeSalles: Graduate Program on Electrical Engineering (PPGEE), Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, Brazil
Suleyman Dasdag: Biophysics Department, Istanbul Medeniyet University, Medical School, Turkey
Claudio Fernandez: Division of Electrical and Electronics Engineering, Federal Institute of Rio Grande do Sul (IFRS). Canoas, Brazil
Lennart Hardell: Department of Oncology, Orebro University Hospital, Sweden (retired), The Environment and Cancer Research Foundation, Orebro, Sweden
Paul Heroux: Epidemiology, Biostatistics and Occupational Health, Faculty of Medicine, McGill University, Canada
Elizabeth Kelley: ICBE-EMF and International EMF Scientist Appeal, and Electromagnetic Safety Alliance, Arizona, USA
Kavindra Kesari: Department of Applied Physics, School of Science, Aalto, University, Espoo, Finland
Don Maisch: EMFacts Consultancy; The Oceanic Radiofrequency, Scientific Advisory Association; Tasmania, Australia
Erica Mallery-Blythe: Physicians' Health Initiative for Radiation and Environment; British Society of Ecological Medicine; Oceania Radiofrequency Scientific Advisory Association, UK
Ronald L. Melnick: National Toxicology Program, National Institute of Environmental Health Sciences (retired), Ron Melnick Consulting LLC, Logan, Utah, USA
Anthony Miller: Dalla Lana School of Public Health (Professor Emeritus), University of Toronto, Ontario, Canada
Joel M. Moskowitz: School of Public Health, University of California, Berkeley, California, USA
Wenjun Sun: School of Public Health, Zhejiang University School of Medicine; Hangzhou, China
Igor Yakymenko: National University of Food Technology, Kyiv Medical University, Ukraine

Authors' contributions

IB, AD, CF, LH, PH, KK, DM, EMB, RLM, and IY drafted the initial sections of this manuscript: by IB (factors affecting dosimetry), AD and CF (absorption in children versus adults, peak spatial specific absorption rate), LH (human brain cancer risk), KK (sperm damage), DM and DM (5G), EMB (electromagnetic hypersensitivity), RLM (cardiomyopathy, carcinogenicity, neurologic effects, safety factors), and IY (oxidative stress and DNA damage). IY prepared Appendix 1, and AD and CF prepared Appendix 2. The authors who drafted sections of the manuscript, as well as CB, KC, SD, EK, AM, JMM, and WS reviewed multiple manuscript drafts and made revisions. All authors reviewed and approved the final manuscript.

Funding
The Electromagnetic Safety Alliance provided funding for publication costs.

Availability of data and materials
All literature citations are available online.

Declarations

Ethics approval and consent to participate
Not Applicable.

Consent for publication
Not Applicable.

Competing interests
IB, EMB, and AM have served as plaintiff's expert witnesses in cases involving radiofrequency radiation. All other authors declare they have no competing interests.

Received: 14 July 2022 Accepted: 8 September 2022
Published online: 18 October 2022

References

1. US Environmental Protection Agency (US EPA). "Guidelines for carcinogen risk assessment", EPA/630/P-03/001F. Washington, DC; 2005. Available at https://www3.epa.gov/airtoxics/cancer_guidelines_final_3-25-05.pdf
2. US Environmental Protection Agency (US EPA). "Supplemental guidance for assessing susceptibility for early-life exposure to carcinogens", EPA/630/R-03/003F. Washington, DC; 2005. Available at https://www.epa.gov/sites/production/files/2013-09/documents/childrens_supplement_final.pdf
3. Federal Communications Commission (FCC). "Proposed Changes in the Commission's Rules Regarding Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields; Reassessment of Federal Communications Commission Radiofrequency Exposure Limits and Policies", FCC19–126, 2019. https://www.federalregister.gov/documents/2020/04/06/2020-06966/human-exposure-to-radiofrequency-electromagnetic-fields
4. Federal Communications Commission (FCC). "Evaluating Compliance with FCC Guidelines for Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields", 1997. OET Bulletin 65. https://transition.fcc.gov/Bureaus/Engineering_Technology/Documents/bulletins/oet65/oet65.pdf
5. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz). Health Phys. 2020;118:483–524.
6. National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP). "Biological Effects and Exposure Criteria for Radiofrequency Electromagnetic Fields", NCRP Report No. 86, 1986. https://ncrponline.org/publications/reports/ncrp-report-86/
7. American National Standards Institute (ANSI), "Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz," ANSI/IEEE C95.1–1992. https://emfguide.itu.int/pdfs/c95.1-2005.pdf
8. D'Andrea JA, Adair ER, de Lorge JO. Behavioral and cognitive effects of microwave exposure. Bioelectromagnetics Suppl. 2003;6:S39–62.
9. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Phys. 1998;74:494–522.
10. De Lorge JO, Ezell CS. Observing-responses of rats exposed to 1.28- and 5.62-GHz microwaves. Bioelectromagnetics. 1980;1:183–98.
11. De Lorge JO. Operant behavior and colonic temperature of *Macaca mulatta* exposed to radio frequency fields at and above resonant frequencies. Bioelectromagnetics. 1984;5:233–46.
12. Lotz WG. Hyperthermia in radiofrequency-exposed rhesus monkeys: a comparison of frequency and orientation effects. Radiat Res. 1985;102:59–70.
13. Stuchly MA. Potentially hazardous microwave radiation source—a review. J Microw Power. 1977;12(4):369–81.
14. Adair RK. Biophysical limits on athermal effects of RF and microwave radiation. Bioelectromagnetics. 2003;24:39–48.
15. Prohofsky EW. RF absorption involving biological macromolecules. Bioelectromagnetics. 2004;25:441–51.
16. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). In: Vecchia P, Matthes R, Ziegelberger G, Lin J, Saunders R, Swerdlow, editors. Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz); 2009. https://www.icnirp.org/en/publications/article/hf-review-2009.html.
17. Food and Drug Administration (FDA). 1999. FDA's nomination of RF radiation in 1999 for the NTP study. Available at https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/htdocs/chem_background/exsumpdf/wireless051999_508.pdf
18. National Toxicology Program (NTP). NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in Hsd:Sprague Dawley SD rats exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones, Technical report series no. 595. Research Triangle Park: National Institutes of Health, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services; 2018. https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/htdocs/lt_rpts/tr595_508.pdf?utm_source=direct&utm_medium=prod&utm_campaign=ntpgolinks&utm_term=tr595
19. National Toxicology Program (NTP). NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in B6C3F1/N mice exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (1,900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones, Technical report series no. 596. Research Triangle Park: National Institutes of Health, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services; 2018. https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/htdocs/lt_rpts/tr596_508.pdf?utm_source=direct&utm_medium=prod&utm_campaign=ntpgolinks&utm_term=tr596
20. Chou CK, Guy AW, Kunz LL, Johnson RB, Crowley JJ, Krupp JH. Long-term, low-level microwave irradiation of rats. Bioelectromagnetics. 1992;13:469–96.
21. National Toxicology Program (NTP). National Toxicology Program peer review of the draft NTP technical reports on cell phone radiofrequency radiation. Research Triangle Park: National Institute of Environmental Health Sciences; 2018. Available at https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about_ntp/trpanel/2018/march/peerreview20180328_508.pdf
22. Falcioni L, Bua L, Tibaldi E, Lauriola M, DeAngelis L, Gnudi F, et al. Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz base station environmental emission. Environ Res. 2018;165:496–503.
23. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Principles for non-ionizing radiation protection. Health Phys. 2020;118:477–82.
24. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). ICNIRP note: critical evaluation of two radiofrequency electromagnetic field animal carcinogenicity studies published in 2018. Health Phys. 2020;118:525–32.
25. Melnick R. Regarding ICNIRP's evaluation of the National Toxicology Program's carcinogenicity studies of radiofrequency electromagnetic fields. Health Phys. 2020;118:678–82.
26. Wyde M, Horn R, Capstick MH, Ladbury JM, Koepke G, Wilson PF, et al. Effect of cell phone radiofrequency radiation on body temperature in rodents: pilot studies of the National Toxicology Program's reverberation chamber exposure system. Bioelectromagnetics. 2018;39:190–9.
27. Fragopoulou AF, Miltiadous P, Stamatakis A, Stylianopoulou F, Koussoulakos SL, Margaritis LH. Whole body exposure with GSM 900-MHz affects spatial memory in mice. Pathophysiology. 2010;17:179–87.
28. Li Y, Shi C, Lu G, Xu Q, Liu S. Effects of electromagnetic radiation on spatial memory and synapses in rat hippocampal CA1. Neural Regen Res. 2012;7:1248–55.
29. Narayanan SN, Kumar RS, Karun KM, Nayak SB, Bhat PG. Possible cause for altered spatial cognition of prepubescent rats exposed to chronic radiofrequency electromagnetic radiation. Metab Brain Dis. 2015;30:1193–206.

30. Razavinasab M, Moazzami K, Shabani M. Maternal mobile phone exposure alters intrinsic electrophysiological properties of CA1 pyramidal neurons in rat offspring. Toxicol Ind Health. 2016;32:968–79.
31. Schneider J, Stangassinger M. Nonthermal effects of lifelong high-frequency electromagnetic field exposure on social memory performance in rats. Behav Neurosci. 2014;128:633–7.
32. Tang J, Zhang Y, Yang L, Chen Q, Tan L, Zuo S, et al. Exposure to 900 MHz electromagnetic fields activates the mkp-1/ERK pathway and causes blood-brain barrier damage and cognitive impairment in rats. Brain Res. 2015;1601:92–101.
33. Lai H. A summary of recent literature (2007-2017) on neurobiological effects of radiofrequency radiation. In: Markov M, editor. Mobile communications and public health. Boca Raton: CRC press; 2018. p. 187–222. https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/b22486-8/summary-recent-literature-2007–2017-neurobiological-effects-radio-frequency-radiation-henry-lai.
34. Hardell L, Söderqvist F, Carlberg M, Zetterberg H, Hansson-Mild K. Exposure to wireless phone emissions and serum beta-trace protein. Int J Mol Med. 2010;26:301–6.
35. Frey AH, Feld SR, Frey B. Neural function and behavior: defining the relationship. Ann N Y Acad Sci. 1975;247:433–9.
36. Persson BR, Salford LG, Brun A, Eberhardt JL, Malmgren L. Increased permeability of the blood-brain barrier induced by magnetic and electromagnetic fields. Ann N Y Acad Sci. 1992;649:356–8.
37. Salford LG, Brun A, Sturesson K, Eberhardt JL, Persson BR. Permeability of the blood-brain barrier induced by 915 MHz electromagnetic radiation, continuous wave and modulated at 8, 16, 50, and 200 Hz. Microsc Res Tech. 1994;15:535–42.
38. Eberhardt JL, Persson BR, Brun AE, Salford LG, Malmgren LO. Blood-brain barrier permeability and nerve cell damage in rat brain 14 and 28 days after exposure to microwaves from GSM mobile phones. Electromagn Biol Med. 2008;27:215–29.
39. Nittby H, Brun A, Eberhardt J, Malmgren L, Persson BR, Salford LG. Increased blood-brain barrier permeability in mammalian brain 7 days after exposure to the radiation from a GSM- 900 mobile phone. Pathophysiology. 2009;16:103–12.
40. Sirav B, Seyhan N. Effects of radiofrequency radiation exposure on blood-brain barrier permeability in male and female rats. Electromagn Biol Med. 2011;30:253–60.
41. Sırav B, Seyhan N. Effects of GSM modulated radio-frequency electromagnetic radiation on permeability of blood-brain barrier in male & female rats. J Chem Neuroanat. 2016;75:123–7.
42. Schuermann D, Mevissen M. Manmade electromagnetic fields and oxidative stress – biological effects and consequences for health. Int J Mol Sci. 2021;22:3772. https://doi.org/10.3390/ijms22073772.
43. Belyaev IY. 2010. Dependence of non-thermal biological effects of microwaves on physical and biological variables: implications for reproducibility and safety standards. Eur J Oncol – Library. 2010;5:187–218.
44. International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC monograph on the evaluation of carcinogenic risks to humans: non-ionizing radiation, part 2: radiofrequency electromagnetic fields. Lyon, France, 102; 2013. p. 1–460. https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Non-ionizing-Radiation-Part-2-Radiofrequency-Electromagnetic-Fields-2013
45. Prausnitz S, Susskind C. Effects of chronic microwave irradiation on mice. Ire Trans Biomed Electron. 1962;9:104–8.
46. La Vignera S, Condorelli RA, Vicari E, D'Agata R, Calogero AE. Effects of the exposure to mobile phones on male reproduction: a review of the literature. J Androl. 2012;33:350–6.
47. Kesari KK, Kumar S, Nirala J, Siddiqui MH, Behari J. Biophysical evaluation of radiofrequency electromagnetic field effects on male reproductive pattern. Cell Biochem Biophys. 2013;65:85–96.
48. Kesari KK, Agarwal A, Henkel R. Radiations and male fertility. Reprod Biol Endocrinol. 2018;16:118. https://doi.org/10.1186/s12958-018-0431-1.
49. Zha XD, Wang WW, Xu S, Shang XJ. Impacts of electromagnetic radiation from cellphones and Wi-fi on spermatogenesis. Zhonghua Nan Ke Xue. 2019;25:451–45.
50. Yadav H, Rai U, Singh R. Radiofrequency radiation: a possible threat to male fertility. Reprod Toxicol. 2021;100:90–100.
51. Agarwal A, Desai NR, Makker K, Varghese A, Mouradi R, Sabanegh E, et al. Effects of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMW) from cellular phones on human ejaculated semen: an in vitro pilot study. Fertil Steril. 2009;92:1318–25.
52. Adams JA, Galloway TS, Mondal D, Esteves SC, Mathews F. Effect of mobile telephones on sperm quality: a systematic review and meta-analysis. Environ Int. 2014;70:106–12.
53. Dama MS, Bhat MN. Mobile phones affect multiple sperm quality traits: a meta-analysis. F100Res. 2013;2:40. https://doi.org/10.12688/f1000research.2-40.v1.
54. Kim S, Han D, Ryu J, Kim K, Kim YH. Effects of mobile phone usage on sperm quality - no time-dependent relationship on usage: a systematic review and updated meta-analysis. Environ Res. 2021;202:111784. https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111784.
55. Yu G, Bai Z, Song C, Cheng Q, Wang G, Tang Z, et al. Current progress on the effect of mobile phone radiation on sperm quality: an updated systematic review and meta-analysis of human and animal studies. Environ Pollut. 2021;282:116592. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116952.
56. Zilberlicht A, Wiener-Megnazi Z, Sheinfeld Y, Grach B, et al. Habits of cell phone usage and sperm quality - does it warrant attention? Reprod BioMed Online. 2015;31:421–6.
57. Zalata A, El-Samanoudy AZ, Shaalan D, El-Baiomy Y, Mostafa T. In vitro effect of cell phone radiation on motility, DNA fragmentation and clusterin gene expression in human sperm. Int J Fertil Steril. 2015;9:129–36.
58. De Iuliis GN, Newey RJ, King BV, Aitken RJ. Mobile phone radiation induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa in vitro. PLoS One. 2009;4:e6446. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006446.
59. Kesari K, Kumar S, Behari J. Mobile phone usage and male infertility in Wistar rats. Indian J Exp Biol. 2010;48:987–92.
60. Alkis ME, Akdag MZ, Dasdag S, Yegin K, Akpolat V. Single-strand DNA breaks and oxidative changes in rat testes exposed to radiofrequency radiation emitted from cellular phones. Biotechnol Biotechnol Equip. 2019;33:1733–40.
61. Gautam R, Singh KV, Nirala J, Murmu NN, et al. Oxidative stress-mediated alterations on sperm parameters in male Wistar rats exposed to 3G mobile phone radiation. Andrologia. 2019;51:e13201. https://doi.org/10.1111/and.13201.
62. Yu G, Tang Z, Chen H, Chen Z, Wang L, Cao H, et al. Long-term exposure to 4G smartphone radiofrequency electromagnetic radiation diminished male reproductive potential by directly disrupting Spock3-MMP2-BTB axis in the testes of adult rats. Sci Total Environ. 2020;698:133860. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133860.
63. Andrašková S, Holovská K, Ševčíková Z, Andrejčáková Z, et al. The potential adverse effect of 2.45 GHz microwave radiation on the testes of prenatally exposed peripubertal male rats. Histol Histopathol. 2021;18402. https://doi.org/10.14670/HH-18-402.
64. Houston BJ, Nixon B, McEwan KE, Martin JH, King BV, Aitken RJ, et al. Whole-body exposures to radiofrequency-electromagnetic energy can cause DNA damage in mouse spermatozoa via an oxidative mechanism. Sci Rep. 2019;9:17478. https://doi.org/10.1038/s41598-019-53983-9.
65. Houston BJ, Nixon B, King B, Aitken RJ, De Iulis GN. Probing the origins of 1,800 MHz radio frequency electromagnetic radiation induced damage in mouse immortalized germ cells and spermatozoa *in vitro*. Front Public Health. 2018;6:270. https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00270.
66. Kesari KK, Behari J. Evidence for mobile phone radiation exposure effects on reproductive pattern of male rats: role of ROS. Electromagn Biol Med. 2012;31:213–22.
67. Kumar S, Behari J, Sisodia R. Influence of electromagnetic fields on reproductive system of male rats. Int J Radiat Biol. 2013;89:147–54.
68. Pandey N, Giri S, Das S, Upadhaya P. Radiofrequency radiation (900 MHz)-induced DNA damage and cell cycle arrest in testicular germ cells in Swiss albino mice. Toxicol Ind Health. 2017;33:373–84.
69. Smith-Roe SL, Wyde ME, Stout MD, Winters JW, et al. Evaluation of the genotoxicity of cell phone radiofrequency radiation in male and female rats and mice following subchronic exposure. Environ Mol Mutagen. 2020;61:276–90.

70. Akdag M, Dasdag S, Canturk F, Akdag MZ. Exposure to non-ionizing electromagnetic fields emistted from mobile phones induced DNA damage in human ear canal hair follicle cells. Electromagn Biol Med. 2018;37:66–75.
71. Lai H. Genetic effects of non-ionizing electromagnetic fields. Electromagn Biol Med. 2021;40:264–73.
72. Yakymenko I, Tsybulin O, Sidorik E, Henshel D, et al. Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation. Electromagn Biol Med. 2016;35:186–202.
73. Barnes FS, Greenebaum B. The effects of weak magnetic fields on radical pairs. Bioelectromagnetics. 2015;36:45–54.
74. Panagopoulos DJ, Karabarbounis A, Margaritis LH. Mechanism for action of electromagnetic fields on cells. Biochem Biophys Res Commun. 2002;298:95–102.
75. Belyaev I. Biophysical mmechanisms for nonthermal microwave effects. In: Markov MS, editor. Electromagnetic fields in biology and medicine. Boca Raton, London, New York: CRC Press; 2015. p. 49–68. https://www.taylorfrancis.com/chapters/mono/10.1201/b18148-9/biophysical-mechanisms-nonthermal-microwave-effects-marko-markov.
76. Friedman J, Kraus S, Hauptman Y, Schiff Y, Seger R. Mechanism of short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies. Biochem J. 2007;405:559–68.
77. Inoue M, Sato EF, Nishikawa N, Park A-M, et al. Mitochondrial generation of reactive oxygen species and its role in aerobic life. Curr Med Chem. 2003;10:2495–505.
78. Yakymenko I, Burlakaet A, Tsybulin I, Brieieva I, et al. Oxidative and mutagenic effects of low intensity GSM 1800 MHz microwave radiation. Exp Oncol. 2018;40:282–7.
79. Burlaka A, Tsybulin O, Sidorik E, Lukin S, et al. Overproduction of free radical species in embryonic cells exposed to low intensity radiofrequency radiation. Exp Oncol. 2013;35:219–25.
80. Alkis ME, Bilgin HM, Akpolat V, Dasdag S, et al. Effect of 900-, 1800-, and 2100-MHz radiofrequency radiation on DNA and oxidative stress in brain. Electromagn Bio Med. 2019;38:32–47.
81. Ding S-S, Sun P, Zhang Z, Liu X, et al. Moderate dose of trolox preventing the deleterious effects of Wi-fi radiation on spermatozoa in vitro through reduction of oxidative stress damage. Chin Med J. 2018;131:402–12.
82. Khalil AM, Gagaa MH, Alshamali AM. 8-Oxo-7, 8-dihydro-2′-deoxyguanosine as a biomarker of DNA damage by mobile phone radiation. Hum Exp Toxicol. 2012;31:734–40.
83. Xu S, Zhou Z, Zhang L, Yu Z, et al. Exposure to 1800 MHz radiofrequency radiation induces oxidative damage to mitochondrial DNA in primary cultured neurons. Brain Res. 2010;1311:189–96.
84. Güler G, Tomruk A, Ozjur E, Sahin D, et al. The effect of radiofrequency radiation on DNA and lipid damage in female and male infant rabbits. Int J Radiat Biol. 2012;88:367–73.
85. Bektas H, Dasdag S, Bektas MS. Comparison of effects of 2.4 GHz Wi-fi and mobile phone exposure on human placenta and cord blood. Biotechnol Biotechnol Equip. 2020;34:154–62.
86. Halliwell B. Biochemistry of oxidative stress. Biochem Soc Trans. 2007;35:1147–50.
87. International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC monograph, a review of human carcinogens: radiation. Lyon, France, volume 100D; 2012. p. 1–363. https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Radiation-2012
88. Smith MT, Guyton KZ, Gibbons CF, Fritz JM, Portier CJ, Rusyn I, et al. Key characteristics of carcinogens as a basis for organizing data on mechanisms of carcinogenesis. Environ Health Perspect. 2016;124:713–21.
89. D'Andrea JA, Gandhi OP, Lords JL. Behavioral and thermal effects of microwave radiation at resonant and nonresonant wavelengths. Radio Sci. 1977;12:251–6.
90. D'Andrea JA, Thomas A, Hatcher DJ. Rhesus monkey behavior during exposure to high-peak-power 5.62-GHz microwave pulses. Bioelectromagnetics. 1994;15:163–72.
91. D'Andrea JA, Gandhi OP, Lords JL, Durney CH, Johnson CC, Astle L. Physiological and behavioral effects of chronic exposure to 2450-MHz microwaves. J Microw Power. 1979;14:351–62.
92. D'Andrea JA, DeWitt JR, Emmerson RY, Bailey C, Gandhi OP. Intermittent exposure of rats to 2450 MHz microwaves at 2.5 mW/cm^2: behavioral and physiological effects. Bioelectromagnetics. 1986;7:315–28.
93. Belyaev I. Duration of exposure and dose in assessing nonthermal biological effects of microwaves. In: Markov M, editor. Dosimetry in bioelectromagnetics. Boca Raton, London, New York: CRC Press; 2017. p. 171–84. https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781315154572-9/duration-exposure-dose-assessing-nonthermal-biological-effects-microwaves-igor-belyaev.
94. Belyaev IY, Alipov YD, Shcheglov VS, Polunin VA, Aizenberg OA. Cooperative response of *Escherichia coli* cells to the resonance effect of millimeter waves at super low intensity. Electro- Magnetobiol. 1994;13:53–66.
95. Tillmann T, Ernst H, Streckert J, Zhou Y, Taugner F, Hansen V, et al. Indication of cocarcinogenic potential of chronic UMTS-modulated radiofrequency exposure in an ethylnitrosourea mouse model. Int J Radiat Biol. 2010;86:529–41.
96. Lerchl A, Klose M, Grote K, Wilhelm AF, Spathmann O, Fiedler T, et al. Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans. Biochem Biophys Res Commun. 2015;459:585–90.
97. Baohong W, Jiliang H, Lifen J, et al. Studying the synergistic damage effects induced by 1.8 GHz radiofrequency field radiation (RFR) with four chemical mutagens on human lymphocyte DNA using comet assay in vitro. Mutat Res. 2005;578:149–57.
98. Baohong W, Lifen J, Lanjuan L, et al. Evaluating the combinative effects on human lymphocyte DNA damage induced by ultraviolet ray C plus 1.8 GHz microwaves using comet assay in vitro. Toxicol. 2007;232:311–6.
99. Zhang MB, He JL, Jin LF, et al. Study of low-intensity 2450-MHz microwave exposure enhancing the genotoxic effects of mitomycin C using micronucleus test and comet assay in vitro. Biomed Environ Sci. 2002;15:283–90.
100. Kim JY, Hong SY, Lee YM, et al. In vitro assessment of clastogenicity of mobile-phone radiation (835 MHz) using the alkaline comet assay and chromosomal aberration test. Environ Toxicol. 2008;23:319–27.
101. Lameth J, Arnaud-Cormos D, Lévêque P, et al. Effects of a single head exposure to GSM-1800 MHz signals on the transcriptome profile in the rat cerebral cortex: enhanced gene responses under proinflammatory conditions. Neurotox Res. 2020;38:105–23.
102. López-Martin E, Bregains J, Relova-Quinteiro JL, et al. The action of pulse-modulated GSM radiation increases regional changes in brain activity and c-Fos expression in cortical and subcortical areas in a rat model of picrotoxin-induced seizure proneness. J Neurosci Res. 2009;87:1484–99.
103. Carballo-Quintás M, Martínez-Silva I, Cardarso-Suárez C, et al. A study of neurotoxic biomarkers, c-fos and GFAP after acute exposure to GSM radiation at 900 MHz in the picrotoxin model of rat brains. Neurotoxicology. 2011;32:478–94.
104. Kostoff RN, Heroux P, Aschner M, Tsatsakis A. Adverse health effects of 5G mobile networking technology under real-life conditions. Toxicol Lett. 2020;323:35–40.
105. Neufeld E, Kuster N. Systematic derivation of safety limits for time-varying 5G radiofrequency exposure based on analytical models and thermal dose. Health Phys. 2018;115:705–11.
106. Panagopoulos DJ, Karabaarbounis A, Yakymenko I, Chrousos GP. Human-made electromagnetic fields: ion forced-oscillation and voltage-gated ion channel dysfunction, oxidative stress and DNA damage (review). Int J Oncol. 2021;59(92). https://doi.org/10.3892/ijo.2021.5272.
107. Pakhomov AG, Murphy MB. Comprehensive review of the research on biological effects of pulsed radiofrequency radiation in Russia and the former Soviet Union. In: Lin JC, editor. Advances in electromagnetic fields in living system, vol. 3. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers; 2000. p. 265–90. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-4203-2_7.
108. Blackman CF. Cell phone radiation: evidence from ELF and RF studies supporting more inclusive risk identification and assessment. Pathophysiology. 2009;16:205–16.
109. Food and Drug Administration (FDA). Review of published literature between 2008 and 2018 of relevance to radiofrequency radiation and

cancer; 2020. Available at https://www.fda.gov/media/135043/download
110. Zada G, Bond AE, Wang Y-P, Giannotta SL, Deapne D. Incidence trends in the anatomic location of primary malignant brain tumors in the United States:1992-2006. World Neurosurg. 2012;77:518–24.
111. Philips A, Henshaw DL, Lamburn G, O'Carroll MJ. Brain Tumours: rise in Glioblastoma Multiforme incidence in England 1995-2015 suggests an adverse environmental or lifestyle factor. J Environ Public Health. 2018;7910754. https://doi.org/10.1155/2018/7910754.
112. Hardell L, Carlberg M. Mobile phones, cordless phones and rates of brain tumors in different age groups in the Swedish National Inpatient Register and the Swedish cancer register during 1998-2015. PLoS One. 2017;12:e0185461. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185461.
113. Johansen C, Boice J, McLaughlin J, Olsen J. Cellular telephones and cancer--a nationwide cohort study in Denmark. J Natl Cancer Inst. 2001;93:203–7.
114. Söderqvist F, Carlberg M, Hardell L. Review of four publications on the Danish cohort study on mobile phone subscribers and risk of brain tumors. Rev Environ Health. 2012;27:51–8.
115. Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, Hansson MK. Pooled analysis of case-control studies on acoustic neuroma diagnosed 1997-2003 and 2007-2009 and use of mobile and cordless phones. Int J Oncol. 2013;43:1036–44.
116. Hardell L, Carlberg M. Mobile phone and cordless phone use and the risk for glioma – analysis of pooled case-control studies in Sweden, 1997-2003 and 2007-2009. Pathophysiology. 2015;22:1–13.
117. Interphone Study Group. Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. Int J Epidemiol. 2010;39:675–94.
118. Coureau G, Bouvier G, Lebailly P, Fabbro-Peray P, Gruber A, Leffondre K, et al. Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study. Occup Environ Med. 2014;71:514–22.
119. Interphone Study Group. Acoustic neuroma risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. Cancer Epidemiol. 2011;35:453–64.
120. Hardell L, Carlberg M. Use of mobile and cordless phones and survival of patients with glioma. Neuroepidemiology. 2013;40:101–8.
121. Akhavan-Sigari R, Baf MM, Ariabod V, Rohde V, Rahighi S. Connection between cell phone use, p53 gene expression in different zones of glioblastoma multiforme and survival prognoses. Rare Tumors. 2014;6:5350. https://doi.org/10.4081/rt.2014.5350.
122. Moon IS, Kim BG, Kim J, Lee JD, Lee WS. Association between vestibular schwannomas and mobile phone use. Tumour Biol. 2014;35:581–7.
123. Sato Y, Akiba S, Kubo O, Yamaguchi N. A case-case study of mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan. Bioelectromagnetics. 2011;32:85–93.
124. Pettersson D, Mathiesen T, Prochazka M, Bergenheim T, Florentzson R, Harder H, et al. Long-term mobile phone use and acoustic neuroma risk. Epidemiology. 2014;25:233–41.
125. Schoemaker MJ, Swerdlow AJ, Ahlbom A, Avinen A, Blaasaas KG, Cardis E, et al. Mobile phone use and risk of acoustic neuroma: results of the Interphone case-control study in five north European countries. Br J Cancer. 2005;93:842–8.
126. Momoli F, Siemiatycki J, McBride ML, Parent ME, Richardson L, Bedard D, et al. Probabilistic multiple-bias modelling applied to the Canadian data from the INTERPHONE study of mobile phone use and risk of glioma, meningioma, acoustic neuroma, and parotid gland tumors. Am J Epidemiol. 2017;186:885–93.
127. Luo J, Deziel NC, Huang H, Chen Y, Ni X, Ma S, et al. Cell phone use and risk of thyroid cancer: a population-based case-control study in Connecticut. Ann Epidemiol. 2019;29:39–45.
128. Luo J, Li H, Deziel NC, Huang H, Zhao N, Ma S, et al. Genetic susceptibility may modify the association between cell phone use and thyroid cancer: a population-based case-control study in Connecticut. Environ Res. 2020;182:109013. https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.109013.
129. Carlberg M, Hedendahl L, Ahonen M, Koppel T, Hardell L. Increasing incidence of thyroid cancer in the Nordic countries with main focus on Swedish data. BMC Cancer. 2016;16:426. https://doi.org/10.1186/s12885-016-2429-4.
130. Carlberg M, Koppel T, Hedendahl LK, Hardell L. Is the increasing incidence of thyroid cancer in the Nordic countries caused by use of mobile phones? Int J Environ Res Public Health. 2020;17(23):9129. https://doi.org/10.3390/ijerph17239129.
131. Shih YW, Hung CS, Huang CC, Chou KR, Niu SF, et al. The association between smartphone use and breast cancer risk among Taiwanese women: a case-control study. Cancer Manag Res. 2020;12:10799–807. https://doi.org/10.2147/CMAR.S267415.
132. Gandhi OP, Lazzi G, Furse CM. Electromagnetic absorption in the human head and neck for mobile telephones at 835 and 1900 MHz. IEEE Trans Microw Theory Tech. 1996;44:1884–97.
133. Gandhi OP, Morgan L, de Salles AA, Han YY, Herberman RB, Davis DL. Exposure limits: the underestimation of absorbed cell phone radiation, especially in children. Electromagn Biol Med. 2012;31:34–51.
134. Fernández-Rodríguez CE, de Salles AA, Davis DL. Dosimetric simulations of brain absorption of mobile phone radiation– the relationship between psSAR and age. IEEE Access. 2015;3:2425–30.
135. Fernández-Rodríguez C, de Salles AA. On the sensitivity of the skull thickness for the SAR assessment in the intracranial tissues, 2016 IEEE MTT-S Latin America microwave conference (LAMC); 2016. https://doi.org/10.1109/LAMC.2016.7851256.
136. Fernández C, de Salles AA, Sears ME, Morris RD, Davis DL. Absorption of wireless radiation in the child versus adult brain and eye from cell phone conversation or virtual reality. Environ Res. 2018;167:694–9. https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.05.013.
137. Christ A, Gosselin MC, Christopoulou M, Kühn S, Kuster N. Age-dependent tissue-specific exposure of cell phone users. Phys Med Biol. 2010;55:1767–83.
138. Foster KR, Chou CK. Response to "children absorb higher doses of radio frequency electromagnetic radiation from mobile phones than adults" and "yes the children are more exposed to radiofrequency energy from mobile telephones than adults". IEEE Access. 2016;4:5322–6.
139. de Salles AA, Bulla G, Fernández-Rodríguez CE. Electromagnetic absorption in the head of adults and children due to mobile phone operation close to the head. Electromagn Biol Med. 2006;25:349–60.
140. Peyman A, Gabriel C, Gran EH, Vermeeren G, Martens L. Variation of the dielectric properties of tissues with age: the effect on the values of SAR in children when exposed to walkie-talkie devices. Phys Med Biol. 2009;2009(54):227–41.
141. Blondin JP, Nguyen DH, Sbeghen J, Goulet D, et al. Human perception of electric fields and ion currents associated with high-voltage DC transmission lines. Bioelectromagnetics. 1996;17:230–41.
142. Leitgeb N, Schroettner J. Electric current perception study challenges electric safety limits. J Med Eng Technol. 2002;26:168–72.
143. Leitgeb N, Schroettner J, Cech RJ. Electric current perception of children: the role of age and gender. Med. Eng Technol. 2006;30:306–9.
144. Leitgeb N, Schröttner J, Cech R. Perception of ELF electromagnetic fields: excitation thresholds and inter-individual variability. Health Phys. 2007;92:591–5.
145. McCarty DE, Carrubba S, Chesson AL, Frilot C, et al. Electromagnetic hypersensitivity: evidence for a novel neurological syndrome. Int J Neurosci. 2011;121:670–6.
146. Hinrikus H, Parts M, Lass J, Tuulik V. Changes in human EEG caused by low level modulated microwave stimulation. Bioelectromagnetics. 2004;2004(25):431–40.
147. Hinrikus H, Bachmann M, Lass J, et al. Effect of low frequency modulated microwave exposure on human EEG: individual sensitivity. Bioelectromagnetics. 2008;29:527–38.
148. Mueller CH, Krueger H, Schierz C. Project NEMESIS: perception of a 50 Hz electric and magnetic field at low intensities (laboratory experiment). Bioelectromagnetics. 2002;23:26–36.
149. Legros A, Beuter A. Individual subject sensitivity to extremely low frequency magnetic field. Neurotoxicology. 2006;27:534–46.
150. Kimata H. Microwave radiation from cellular phones increases allergen-specific IgE production. Allergy. 2005;60:838–9.
151. Rea WJ, Pan Y, Fenyves EJ, Sujisawa I, et al. Electromagnetic field sensitivity. J Bioelectricity. 1991;10:241–56.
152. Belpomme D, Irigaray P. Electrohypersensitivity as a newly identified and characterized neurologic pathological disorder: how to

diagnose, treat, and prevent it. Int J Mol Sci. 2020;21:1915. https://doi.org/10.3390/ijms21061915.
153. Stein Y, Udasin IG. Electromagnetic hypersensitivity (EHS, microwave syndrome) - review of mechanisms. Environ Res. 2020;186:109445. https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109445.
154. Hagström M, Auranen J, Ekman R. Electromagnetic hypersensitive Finns: symptoms, perceived sources and treatments, a questionnaire study. Pathophysiology. 2013;20:117–22.
155. Belyaev I, Dean A, Eger H, Hubmann G, et al. European EMF guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illness. Rev Environ Health. 2016;31:363–97.
156. Austrian Medical Association. Guideline of the Austrian medical association for the diagnosis and treatment of EMF- related health problems and illnesses (EMF syndrome); 2012. Available at https://vagbrytaren.org/Guideline%20%20AG-EMF.pdf
157. Hardell L, Koppel T. Electromagnetic hypersensitivity close to mobile phone base stations - a case study in Stockholm, Sweden. Rev Environ Health. 2022. https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0169.
158. Havas M. Radiation from wireless technology affects the blood, the heart, and the autonomic nervous system. Rev Environ Health. 2013;2013(28):75–84.
159. Leitgeb N, Schröttner J. Electrosensibility and electromagnetic hypersensitivity. Bioelectromagnetics. 2003;24:387–94.
160. Deshmukh PS, Banerjee BD, Abegaonkar MP, Megha K, et al. Effect of low level microwave radiation exposure on cognitive function and oxidative stress in rats. Indian J Biochem Biophys. 2013;50:114–9.
161. Everaert J, Bauwens D. A possible effect of electromagnetic radiation from mobile phone base stations on the number of breeding house sparrows (Passer domesticus). Electromagn Biol Med. 2007;26:63–72.
162. Megha K, Deshmukh PS, Banerjee BD, et al. Microwave radiation induced oxidative stress, cognitive impairment and inflammation in brain of Fischer rats. Indian J Exp Biol. 2012;50:889–96.
163. Narayanan SN, Kumar RS, Potu BK, Nayak S. Effect of radio-frequency electromagnetic radiations (RF-EMR) on passive avoidance behaviour and hippocampal morphology in Wistar rats. Ups J Med Sci. 2010;115:91–6.
164. Narayanan SN, Kumar RS, Paval J, Kedage V, et al. Analysis of emotionality and locomotion in radio-frequency electromagnetic radiation exposed rats. Neurol Sci. 2013;34:1117–24.
165. Narayanan SN, Kumar RS, Kedage V, Nalini K, et al. Evaluation of oxidant stress and antioxidant defense in discrete brain regions of rats exposed to 900 MHz radiation. Bratisl Lek Listy. 2014;115:260–6.
166. Cammaerts MC, De Doncker P, Patris X, Bellens F, Rachidi Z, Cammaerts D. GSM 900 MHz radiation inhibits ants' association between food sites and encountered cues. Electromagn Biol Med. 2012;31:151–65.
167. Balmori A, Hallberg O. The urban decline of the house sparrow (Passer domesticus): a possible link with electromagnetic radiation. Electromagn Biol Med. 2007;26:141–51.
168. Balmori A. Mobile phone mast effects on common frog (Rana temporaria) tadpoles: the city turned into a laboratory. Electromagn Biol Med. 2010;29:31–5.
169. Aldad TS, Gan G, Gao XB, Taylor HS. Fetal radiofrequency radiation exposure from 800-1900 MHz-rated cellular telephones affects neurodevelopment and behavior in mice. Sci Rep. 2012;2:312. https://doi.org/10.1038/srep00312.
170. Nittby H, Grafström G, Tian DP, Malmgren L, et al. Cognitive impairment in rats after long-term exposure to GSM-900 mobile phone radiation. Bioelectromagnetics. 2008;29:219–32.
171. Ntzouni MP, Stamatakis A, Stylianopoulou F, Margaritis LH. Short-term memory in mice is affected by mobile phone radiation. Pathophysiology. 2011;18:193–9.
172. Saikhedkar N, Bhatnagar M, Jain A, Sukhwal P, et al. Effects of mobile phone radiation (900 MHz radiofrequency) on structure and functions of rat brain. Neurol Res. 2014;36:1072–9.
173. Rubin GJ, Nieto-Hernandez R, Wessely S. Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (formerly 'electromagnetic hypersensitivity'): an updated systematic review of provocation studies. Bioelectromagnetics. 2010;31:1–11.
174. Markova E, Hillert L, Malmgren L, Persson BRR, Belyaev IY. Microwaves from GSM mobile telephones affect 53BP1 and gamma-H2AX foci in human lymphocytes from hypersensitive and healthy persons. Environ Health Perspect. 2005;113:1172–7.
175. Markova E, Malmgren LO, Belyaev IY. Microwaves from mobile phones inhibit 53BP1 focus formation in human stem cells more strongly than in differentiated cells: possible mechanistic link to cancer risk. Environ Health Perspect. 2010;118:394–9.
176. Belyaev IY, Markova E, Hillert L, Malmgren LOG, Persson BRR. Microwaves from UMTS/GSM mobile phones induce long-lasting inhibition of 53BP1/gamma-H2AX DNA repair foci in human lymphocytes. Bioelectromagnetics. 2009;2009(30):129–41.
177. Gulati S, Kosik P, Durdik M, Skorvaga M, et al. Effects of different mobile phone UMTS signals on DNA, apoptosis and oxidative stress in human lymphocytes. Environ Pollut. 2020;267:115632. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115632.
178. Dieudonné M. Does electromagnetic hypersensitivity originate from nocebo responses? Indications from a qualitative study. Bioelectromagnetics. 2016;37:14–24.
179. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). General approach to protection against non-ionizing radiation. Health Phys. 2002;82:540–8.
180. World Health Organization (WHO). Electromagnetic fields and public health. Electromagnetic hypersensitivity; 2005. https://web.archive.org/web/20220423095028/https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/radiation-and-health/non-ionizing/el-hsensitivity
181. Havas M. Electrohypersensitivity (EHS) is an environmentally-induced disability that requires immediate attention. J Sci Discov. 2019;3(1):jsd18020. https://doi.org/10.24262/jsd.3.1.18020.
182. US Environmental Protection Agency (US EPA). A review of the reference dose (RfD) and reference concentration (RfC) process. Risk assessment forum. EPA/630/P-02/002F. Washington, DC; 2002. Available at: https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-12/documents/rfd-final.pdf
183. International Council for Harmonization (ICH). Impurities: guidelines for residual solvents Q3C(R7); 2018. Available at: https://www.pmda.go.jp/files/000231003.pdf
184. Dankovic DA, Naumann BD, Maier A, Dourson ML, Levy LS. The scientific basis of uncertainty factors used in setting occupational exposure limits. J Occup Environ Hyg. 2015;12:S55–68.
185. Uche UI, Naidenko OV. Development of health-based exposure limits for radiofrequency radiation from wireless devices using a benchmark dose approach. Environ Health. 2021;20:84. https://doi.org/10.1186/s12940-021-00768-1.
186. Peleg M, Naativ O, Richter ED. Radio frequency radiation-related cancer: assessing causation in the occupational/military setting. Environ Res. 2018;163:123–33.
187. Gong Y, Capstick M, McCormick DL, Gauger JR, Horn T, Wilson P, et al. Life time dosimetric assessment for mice and rats exposed to cell phone radiation. IEEE Trans Electromagn Compat. 2017;59:1798–808.
188. Alvarez-Buylla A, Lim DA. For the long run: maintaining germinal niches in the adult brain. Neuron. 2004;41:683–6.
189. Levitt BB, Lai HC, Manville AM. Effects of non-ionizing electromagnetic fields on flora and fauna, part 1. Rising ambient EMF levels in the environment. Rev Environ Health. 2021. https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0026.
190. Levitt BB, Lai HC, Manville AM. Effects of non-ionizing electromagnetic fields on flora and fauna, part 2 impacts: how species interact with natural and man-made EMF. Rev Environ Health. 2021. https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0050.
191. Moller A, Sagasser S, Wiltschko W, Schierwater B. Retinal cryptochrome in a migratory passerine bird: a possible transducer for the avian magnetic compass. Naturwissenschaften. 2004;91:585–8.
192. Heyers D, Manns M, Luksch H, Güntürkün O, Mouritsen H. A visual pathway links brain structures active during magnetic compass orientation in migratory birds. PLoS One. 2007;2:e937. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000937.
193. Collett TS, Barron J. Biological compasses and the coordinate frame of landmark memories in honeybees. Nature. 1994;386:137–40.
194. Holland RA, Kirschvink JL, Doak TG, Wikelski M. Bats use magnetoreception to detect the earth's magnetic field. PLoS One. 2008;3:e1676. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001676.

195. Putman NF, Scanlan MM, Billman EJ, O'Neil JP, Couture RB, Quinn TP, et al. An inherited magnetic map guides ocean navigation in juvenile pacific salmon. Curr Biol. 2014;24:446–50.
196. Putman NF, Williams CR, Gallagher EP, Dittman AH. A sense of place: pink salmon use a magnetic map for orientation. J Exp Biol. 2020;223:218735. https://doi.org/10.1242/jeb.218735.
197. Quinn TP, Merrill RT, Brannon EL. Magnetic field detection in sockeye salmon. J Exp Zool. 1981;217:137–42.
198. Kalmijn AJ. Electric and magnetic field detection in elasmobranch fishes. Science. 1982;1982(218):916–8.
199. Engels S, Schneider NL, Lefeldt N, Hein CM, Zapka M, Michalik A, et al. Anthropogenic electromagnetic noise disrupts magnetic compass orientation in a migratory bird. Nature. 2014;509:353–6.
200. Pakhomov A, Bojarinova J, Cherbunin R, Chetverikova R, Grigoryev PS, Kavokin K, et al. Very weak oscillating magnetic field disrupts the magnetic compass of songbird migrants. J R Soc Interface. 2017;14:20170364. https://doi.org/10.1098/rsif.2017.0364.
201. Schwarze S, Schneibder NL, Reichl T, Dreyer D, Lefeldt N, Engels S, et al. Weak broadband electromagnetic fields are more disruptive to magnetic compass orientation in a night-migratory songbird (Erithacus rubecula) than strong narrow-band fields. Front Behav Neurosci. 2016;10:55. https://doi.org/10.3389/fnbeh.2016.00055.
202. Wiltschko R, Thalau P, Gehring D, Nießner C, Ritz T, Wiltschko W. Magnetoreception in birds: the effect of radio-frequency fields. J R Soc Interface. 2015;12:20141103. https://doi.org/10.1098/rsif.2014.1103.
203. Landler L, Painter MS, Youmans PW, Hopkins WA, Phillips JB. Spontaneous magnetic alignment by yearling snapping turtles: rapid association of radio frequency dependent pattern of magnetic input with novel surroundings. PLoS One. 2015;10:e0124728. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124728.
204. Putman NF, Meinke AM, Noakes DL. Rearing in a distorted magnetic field disrupts the 'map sense' of juvenile steelhead trout. Biol Lett. 2014;10:20140169. https://doi.org/10.1098/rsbl.2014.0169.
205. Sharma VP, Kumar NR. Changes in honeybee behaviour and biology under the influence of cellphone radiations. Curr Sci. 2010;98:1376–8.
206. Odemer R, Odemer F. Effects of radiofrequency electromagnetic radiation (RF-EMF) on honey bee queen development and mating success. Sci Total Environ. 2019;661:553–62.
207. Gabriel C, Lau RW, Gabriel S. The dielectric properties of biological tissues: II. Measurements in the frequency range 10 Hz to 20 GHz. Phys Med Biol. 1996;41:2251–69.
208. Gandhi O, Riazi A. Absorption of millimeter waves by human beings and its biological implications. IEEE Trans Microw Theory Tech. 1986;34:228–35.
209. Thielens A, Bell D, Mortimore DB, Greco MK, Martens L, Joseph W. Exposure of insects to radio-frequency electromagnetic fields from 2 to 120 GHz. Sci Rep. 2018;8(1):3924. https://doi.org/10.1038/s41598-018-22271-3.
210. Pretz K. Will 5G be bad for our heath? IEEE Spectr. 2019; https://spectrum.ieee.org/will-5g-be-bad-for-our-health.
211. Neufeld E, Carrasco E, Murbach M, Balzano Q, Christ A, Kuster N. Theoretical and numerical assessment of maximally allowable power-density averaging area for conservative electromagnetic exposure assessment above 6 GHz. Bioelectromagnetics. 2018;39:617–30.
212. Foster KR, Ziskin MC, Balzano Q. Thermal response of human skin to microwave energy: a critical review. Health Phys. 2016;111:528–41.
213. Anderson RR, Parrish JA. The optics of human skin. J Invest Dermatol. 1981;77:13–9.
214. Meinhardt M, Kerbs R, Anders A, Heinrich U, Tronnier H. Wavelength-dependent penetration depths of ultraviolet radiation in human skin. J Biomed Opt. 2008;13:044030. https://doi.org/10.1117/1.2957970.
215. Pakhomov AG, Akyel Y, Pakhomova ON, Stuck BE, Murphy MR. Current state and implications of research on biological effects of millimeter waves: a review of the literature. Bioelectromagnetics. 1998;19:393–413.
216. Belyaev IY, Shcheglov VS, Alipov ED, Ushakov VD. Nonthermal effects of extremely high-frequency microwaves on chromatin conformation in cells in vitro - dependence on physical, physiological, and genetic factors. IEEE Trans Microw Theory Tech. 2000;48:2172–9.
217. Albanese R, Blaschak J, Medina R, Penn J. Ultrashort electromagnetic signals: biophysical questions, safety issues, and medical opportunities. Aviat Space Environ Med. 1994;65:A116–20.
218. Oughstun KE. Optimal pulse penetration in Lorentz-model dielectrics using the Sommerfeld and Brillouin precursors. Opt Express. 2015;23:26604–16.
219. Wood AW. What is the current status of research on mm-wave frequencies? -in relation to health; 2018. https://slideplayer.com/slide/14592262/
220. Blackman C, Forge S. 5G deployment: state of play in Europe, USA, and Asia. European Parliament; 2019. http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2019/631060/IPOL_IDA(2019)631060_EN.pdf
221. Regel SJ, Gottselig JM, Schuderer J, Tinguely G, et al. Pulsed radio frequency radiation affects cognitive performance and the waking electroencephalogram. NeuroReport. 2007;18:803–7.
222. Thomas JR, Schrot J, Banvard RA. Comparative effects of pulsed and continuous-wave 2.8-GHz microwaves on temporally defined behavior. Bioelectromagnetics. 1982;3:227–35.
223. Creighton MO, Larsen LE, Stewart-DeHaan PJ, Jacobi JH, et al. In vitro studies of microwave-induced cataract. II. Comparison of damage observed for continuous wave and pulsed microwaves. Exp Eye Res. 1987;45:357–73.
224. Czerska EM, Elson EC, Davis CC, Swicord ML, Czerski P. Effects of continuous and pulsed 2450-MHz radiation on spontaneous lymphoblastoid transformation of human lymphocytes in vitro. Bioelectromagnetics. 1992;13:247–59.
225. El Khoueiry C, Moretti D, Renom R, Camera F, Orlacchio R, Garenne A, et al. Decreased spontaneous electrical activity in neuronal networks exposed to radiofrequency 1,800 MHz signals. J Neurophysiol. 2018;120:2719–29.
226. Mohammed HS, Fahmy HM, Radwan NM, Elsayed AA. Non-thermal continuous and modulated electromagnetic radiation fields effects on sleep EEG of rats. J Adv Res. 2013;4:181–7.
227. Blank M, Havas M, Kelley E, Lai H, Moskowitz J. International appeal: scientists call for protection from non-ionizing electromagnetic field exposure. Eur J Oncol Environ Health. 2015;20:180–2 Available from: https://mattioli1885journals.com/index.php/EJOEH/article/view/4971.
228. International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC monograph, a review of human carcinogens: arsenic, metals, Fibres, and dusts. Lyon, France, volume 100C; 2012. p. 1–527. https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Arsenic-Metals-Fibres-And-Dusts-2012
229. Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to electric, magnetic, and electromagnetic fields, 0 Hz to 300 GHz. IEEE Std C95.1™. New York: IEEE; 2019. https://ieeexplore.ieee.org/document/8859679
230. Bandara P, Carpenter DO. Planetary electromagnetic pollution: it is time to assess its impact. Lancet Planet Health. 2018;2:e512–4. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30221-3.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Ready to submit your research? Choose BMC and benefit from:

- fast, convenient online submission
- thorough peer review by experienced researchers in your field
- rapid publication on acceptance
- support for research data, including large and complex data types
- gold Open Access which fosters wider collaboration and increased citations
- maximum visibility for your research: over 100M website views per year

At BMC, research is always in progress.

Learn more biomedcentral.com/submissions

BMC



Helsevirkninger av elektromagnetiske felt

Solveig Glomsrød og Ida Solheim

FELO
Foreningen for eloverfølsomme

Rapporten kan også lastes ned fra FELOs nettsted www.felo.no.

Solveig Glomsrød (født 1950) er utdannet cand. oecon. og arbeider som forsker. Hun har vært leder av FELO i 5 år.

Ida Solheim (født 1957) er utdannet cand. scient. og arbeider som IT-konsulent. Hun har dessuten arbeidet en del år som IT-forsker.

Til Olle Johansson

med takk

for ditt utrettelige arbeid mot skadelig stråling,

og for din uselviske innsats for eloverfølsomme i alle land

Innhold

Forord **7**

Sammendrag **8**

1 Innledning **10**
1.1 Statens strålevern "ber om å bli kritisk vurdert" 10
1.2 Mange miljø- og helsesaker er blitt trenert 10
1.3 Hvorfor vår rapport er nødvendig 11
1.4 Hvordan vår rapport er bygd opp 11

2 Den vitenskapelige kontroversen **12**
2.1 Oppvarmingsmodellen – "det termiske paradigmet" 12
2.1.1 ICNIRP 12
2.1.2 Grenseverdier 12
2.2 To leire i forskningen 13

3 Mandat, medlemmer og slagside **14**
3.1 Utvalgets mandat og medlemmer 14
3.2 Utvalgets arbeidsgrunnlag 14
3.3 Er medlemmene i internasjonale komiteer habile? 15
3.4 Hva med slagside i det norske utvalget? 17
3.5 Hva utvalget ser bort fra 18
3.5.1 Den franske ekspertgruppens rapport 18
3.5.2 BioInitiative-rapporten 19
3.5.3 "Hovedtyngden av forskningen" 19

4 Blod-hjerne-barrieren – en sårbar forvarsspiller **21**
4.1 Tidlige studier av blod-hjerne-barrieren 21
4.2 Blod-hjerne-barrieren, ødelagte nevroner og glemske gnagere 21
4.3 Flere enn Salford og medarbeidere 22
4.4 Utvalget om åpning av blod-hjerne-barrieren 22
4.4.1 Diffuse argumenter 22
4.4.2 "Andre har ikke funnet noen effekt" 22
4.4.3 Hva med dose-respons-sammenheng? 23
4.5 Hvordan forskningen på blod-hjerne-barrieren illustrerer kontroversen 23

5 Hvem kan få helseplager, og hvordan? **24**
5.1 Stråling fra basestasjoner og trådløse nett 24
5.1.1 Mikrobølgesyndromet 24
5.1.2 Nyere studier som har funnet helsevirkninger 24
5.1.3 Trådløse nett 25
5.2 Biologiske, ikke-termiske virkninger 25
5.2.1 Generelle virkningsmekanismer 25
5.2.2 Hva med kreft? 26
5.2.3 Mer om stress i cellene 27
5.3 Virkninger på barn og unge 28
5.3.1 Barn er ikke små voksne 28
5.3.2 Atferdsproblemer hos barn 28
5.3.3 ADHD hos mus som ble bestrålt som fostre 29

5.3.4 Astma hos barn – en risiko ved magnetfelt 30
5.4 Vinduer, eksponeringstid og individuelle reaksjoner 31
5.5 Må man vite alt før man gjør noe? 32

6 Svulster i hodet 33
6.1 De viktigste innvendingene 33
6.2 Kreftrisiko allerede etter sju års mobilbruk 35
6.2.1 Cardis beregnet eksponeringen 35
6.2.2 Hva sier utvalget om Cardis' funn? 36
6.3 Hardell-gruppen 36
6.3.1 Anerkjente studier viser risikoøkning etter langvarig mobilbruk 36
6.3.2 Meta-analyser 37
6.3.3 Utvalget kritiserer Hardell 37
6.4 INTERPHONE – økt risiko ved langvarig bruk 38
6.4.1 "Verdens største mobilstudie" 38
6.4.2 Publisering av resultatene 38
6.4.3 Feil og mangler ved INTERPHONEs design og datasett 39
6.4.4 INTERPHONEs sluttrapport refererer ikke til tidligere forskning 39
6.4.5 To datasett, to analyser – og to vidt forskjellige resultater 39
6.4.6 Den interne kampen om INTERPHONE-resultatene 40
6.4.7 Re-analyse bekrefter INTERPHONEs metodefeil 40
6.4.8 Utvalget diskrediterer INTERPHONEs vedlegg 2 40
6.4.9 Utvalget bagatelliserer Hardells reanalyse 41
6.5 Minneslagside presentert med slagside 41
6.6 Svulst på hørselsnerven 44
6.6.1 Signifikant risiko ved mer enn 10 års mobilbruk 44
6.6.2 Hva sier utvalget om svulst på hørselsnerven? 45
6.7 Svulst i ørespyttkjertelen 45
6.7.1 Signifikante funn i Israel 45
6.7.2 Hva sier utvalget om svulst i ørespyttkjertelen? 46
6.8 Samlestudier av svulster i hodet 46
6.8.1 "Den samlede forskningen" 46
6.8.2 Koreansk-amerikansk meta-analyse 46
6.8.3 Andre samlestudier 47
6.9 Etiske problemer i forskningsformidlingen 47
6.9.1 Italienske forskere peker på finansieringskilde og slagside 47
6.9.2 CEFALO-studien underslår signifikant forhøyet risiko hos barn og unge 48
6.9.3 Dansk studie "frikjenner mobilen", men har ikke gyldighet 49
6.9.4 Hardell-gruppens resultater neglisjeres 50
6.10 Utvalgets vurdering av kreftrisiko 50
6.10.1 "Samlet sett" 50
6.10.2 Våre kommentarer 51

7 Eloverfølsomhet 52
7.1 Et økende problem 52
7.2 Eloverfølsomhet påvist – McCarty og medarbeidere 52
7.2.1 Funn og metode 52
7.2.2 Utvalgets fortolkning og innvendinger 53
7.2.3 Våre kommentarer til utvalgets innvendinger 53
7.2.4 Usaklig kritikk fra Rubin 55
7.3 Flere studier som har påvist eloverfølsomhet 56
7.3.1 William Rea fant objektive symptomer allerede i 1991 56

7.3.2 Olle Johansson, mastcellehypotesen og annen forskning på hud 56
7.3.3 Ingen ny vurdering av eldre studier 56
7.4 Eksempel på feilslutning i forskning – Oftedal og Stovner 57
7.5 Påviser eloverfølsomhet, men tas til inntekt for det motsatte 58
7.5.1 Stråling fra det nye nødnettet 58
7.5.2 Wallace fant økt hjerterytme 59
7.5.3 Flere har funnet hjerterytmeforstyrrelser 59
7.5.4 Vår konklusjon om Wallace-studien 59
7.5.5 Bonferroni og andre korreksjoner på sett av tester 59
7.5.6 Nieto-Hernandez påviser eloverfølsomhet 60
7.5.7 Vår konklusjon om Nieto-Hernandez-studien 61
7.5.8 Eksponering og lekkasje hos Wallace og Nieto-Hernandez 61
7.6 Utfordringer med provokasjonsforsøk 62
7.6.1 Hypotesetesting og forutsetninger 62
7.6.2 Utvalgsmetode og gyldighet 62
7.7 Konklusjon om eloverfølsomhet 63

8 Ekspertveldet 64
8.1 Et demokratisk problem 64
8.2 Hvordan utvalget sår tvil 64
8.3 Liknende rapport kritiseres av finsk professor 65
8.4 "Ingen overbevisende dokumentasjon" 66

9 Konklusjon 67

Appendiks A: Mer om den franske ekspertgruppens rapport 68
Uttalelser fra Afsset, direktoratet for helsesikkerhet og arbeidsmiljø i Frankrike 68
Bryter med tidligere anbefalinger 68
Udiskutable funn 68
Anbefalinger 68
Et spørsmål om prinsipper 69
Metodekrav i Afsset-rapporten 69
De 11 studiene som Afsset bygger sin konklusjon på 69

Appendiks B: WHOs avvisning av Alexander Lerchl 71

Appendiks C: Svertekampanjen mot det medisinske universitetet i Wien 72

Appendiks D: Hva sier legene? 73
Appeller 73
Distriktslegen i Luleå legger fram dokumentasjon om risiko for barn og unge 74
Paracelsus-klinikken inkluderer skjerming i behandlingen 74
Irske leger mener grenseverdiene er utilstrekkelige 75
Sykehus i Canada diagnostiserer eloverfølsomhet 75
Østerrikske leger advarer mot langtidsfølger 75

Appendiks E: Begrunnelsen for Europarådets resolusjon 78

Appendiks F: Eloverfølsomhet anerkjent i Sverige 84

Referanser 85

Forord

Etter anmodning fra Helse- og omsorgsdepartementet (HOD) nedsatte Folkehelseinstituttet (FHI) i 2010 et ekspertutvalg for å utrede mulige helseskader av stråling fra mobiltelefoner, basestasjoner og trådløse nettverk. Gjennom oppnevning av medlemmer til utvalget har FHI helt fra starten av valgt side i en kontrovers som gjennomsyrer forskningen og debatten om helseskader av mobiltelefoni og annen trådløs kommunikasjon. Det er urovekkende at verken HOD eller FHI er godt nok informert til å sikre en bredere og mer balansert sammensetning av forskere i utvalget. Den åpenbare slagsiden kommer til uttrykk i utvalgets rapport og reduserer dens betydning. Dette svekker tilliten til forvaltningen av hverdagsstråling som miljøproblem.

Stadig flere forskningsresultater bekrefter det de eloverfølsomme har visst i årevis, nemlig at elektromagnetiske felt kan gi negative virkninger på helsen – selv om styrken på strålingen er langt under de gjeldende grenseverdiene. Slike negative helsevirkninger er ikke begrenset til å gjelde personer som erklærer seg som eloverfølsomme. Derfor er det et stort behov for informasjon om hva forskningen faktisk viser, uten den fortolkningen som utvalgets rapport formidler. Først når slik informasjon foreligger i en lett tilgjengelig form, har man et saklig grunnlag å bygge videre på. Vi konstaterer at utvalgets rapport ikke dekker et slikt behov. Vi oppfordrer derfor enhver leser, og spesielt politikere og andre beslutningstakere, til å gå utvalgets konklusjoner nøye etter i sømmene. Vår rapport er ment som et utgangspunkt.

Solveig Glomsrød har deltatt som observatør i utvalget. Ida Solheim har hovedsakelig bidratt med gjennomgang og omtale av forskningslitteratur. Vår rapport kan lastes ned fra FELOs nettsted, www.felo.no, eller bestilles som trykksak fra foreningen.

Oslo, 15. oktober 2012
forfatterne

Sammendrag

I løpet av de siste årene har forskere fra mange land publisert en rekke artikler som tar for seg spørsmålet om høyfrekvente elektromagnetiske felt fra mobiltelefoner, basestasjoner og trådløse nettverk kan være skadelige for helsen. Etter grundig gjennomgang av mange slike artikler på viktige helseområder konstaterer vi

- at det er gjort en rekke funn som tyder på helserisiko og helseskader hos mennesker og dyr
- at slike funn understøttes av celleforsøk
- at mekanismene som ligger til grunn for helseskader, er tydeligere nå enn for få år tilbake

Flere forskere gir uttrykk for sin bekymring i vitenskapelige artikler, i forelesninger og foredrag, og i leserinnlegg i tidsskrifter og aviser. På den andre siden står forskere som har vært og er sterkt knyttet til konklusjoner i tidligere utredninger, og forskere som har bidratt til å sette de høye grenseverdiene som Norge har i dag.

Der finnes altså to leire innen forskningen på elektromagnetiske felt (EMF) og helse. I det norske utvalget som har vurdert helsefarer, har den sistnevnte leiren vært klart overrepresentert. Folkehelseinstituttet (FHI) har hentet inn toneangivende forskere fra det miljøet i Norge og Sverige som i en årrekke har argumentert for at EMF er ufarlig. Dermed har HOD i utgangspunktet valgt side i en dyptgripende, internasjonal kontrovers om helseskader av trådløs kommunikasjon.

Rapporten fra det norske utvalget har da også, som ventet, en kraftig slagside. Utvalget bygger ukritisk på konklusjoner fra tidligere samlerapporter med tilsvarende slagside. Samtidig er utvalget uforholdsmessig kritisk til nyere forskning som viser helseskader av elektromagnetiske felt. Utvalget burde i stedet ha fulgt eksemplet til den franske ekspertgruppen som ble oppnevnt for få år siden av det franske direktoratet for helsesikkerhet og arbeidsmiljø (Afsset). Denne gruppen vurderte kun enkeltstudier og identifiserte elleve studier av udiskutabel kvalitet som uomtvistelig viste helserisiko ved høyfrekvent stråling. På bakgrunn av denne utredningen vedtok den franske regjering å forby bruk av mobiltelefon i barne- og ungdomsskoler.

Utvalgets rapport behandler også temaet eloverfølsomhet (EOF). De tre hovedforfatterne bak dette kapitlet var alle i utgangspunktet rotfestet i den oppfatning at EOF er et psykisk og medieskapt fenomen. Deres gjengivelse av forskningen er tendensiøs og svakt fundert. De vektlegger gamle studier av lav kvalitet, og ser bort fra tungtveiende metodekritikk som har kommet til uttrykk i nyere forskning.

Mange nyere studier viser signifikant forhøyet risiko for hjernesvulst hos dem som har brukt mobiltelefon i flere år. Det er derfor vanskelig å avfeie en sammenheng mellom langvarig mobilbruk og svulst på hjernen. Utvalget argumenterer da med at forekomsten av hjernesvulst ikke har økt i de senere år – ut fra usikre tall i Sverige og Norge. De legger ikke vekt på statistikk fra Danmark, USA eller Australia, der antall nyere tilfeller av hjernesvulst faktisk har økt.

Det er urovekkende at barn og unge, en spesielt sårbar gruppe, eksponeres for trådløs kommunikasjon helt fra fosterstadiet. Forskningsfunn tilsier at høyfrekvente felt er særlig farlig for celler som er i utvikling. Flere studier har vist at stråling fra mobiltelefon, trådløst nett osv. kan medføre atferdsproblemer hos barn og unge.

Det er etter hvert godt dokumentert at økonomiske interesser har manipulert forskning og trenert tiltak på flere helse- og miljøområder. Det mest kjente tilfellet er tobakksaken, der etablerte forskere på oppdrag av tobakksindustrien produserte "forskning" for å så tvil om signifikante resultater som viste helseskader. At det samme kan være tilfelle når det gjelder EMF, bør ikke komme som noen overraskelse. Internasjonale utvalg nedsatt for å vurdere helsefarer, har vært preget av samrøre med mobilbransjen. Reaksjonen på dette samrøret har etter hvert fått konsekvenser: I løpet av de to siste årene har Verdens helseorganisasjon utelukket to sentrale forskere fra deltakelse i deres kreftpanel (IARC) på grunn av inhabilitet.



1 Innledning

1.1 Statens strålevern "ber om å bli kritisk vurdert"

Etter anmodning fra Helse- og omsorgsdepartementet (HOD) nedsatte Folkehelseinstituttet (FHI) i 2010 et ekspertutvalg for å utrede mulige helseskader av stråling fra mobiltelefoner, basestasjoner og trådløse nettverk (Folkehelseinstituttet 2011). Dette utvalget har nå lagt fram sin rapport (Folkehelseinstituttet 2012). Statens stråleverns direktør Ole Harbitz skrev i Aftenposten den 27.08.2010 at Statens strålevern ber om å bli kritisk vurdert av dette ekspertutvalget (Harbitz 2010). Statens strålevern er tidligere blitt kritisert av mange for sine ambivalente råd til forvaltningen og befolkningen: På den ene siden bedyrer Strålevernet at det ikke er noen helsefare ved stråling fra mobiltelefoner, basestasjoner og trådløse nettverk[1]. På den andre siden anbefaler de befolkningen å bruke mobilen minst mulig og ellers velge handsfree. Dessuten har Strålevernet gjentatte ganger i presentasjoner og presseoppslag hevdet at det er konsensus i den vitenskapelige verden, og at det ikke finnes noe forskningsmiljø som konkluderer annerledes enn hva Strålevernet gjør[2]. Vi registrerer imidlertid en tydelig internasjonal kontrovers når det gjelder hva forskningen egentlig sier om stråling og helse. Forskere fra den ene siden i kontroversen har en svært dominerende rolle i utvalget. I denne rapporten vil vi ta for oss hvordan utvalgets sammensetning, arbeidsprosess og perspektiv hemmer en fordomsfri vurdering av dagens kunnskapsstatus – og dermed utsetter en fornuftig håndtering av miljøproblemet elektromagnetiske felt (EMF) og helse.

1.2 Mange miljø- og helsesaker er blitt trenert

Kunnskapsprosessen rundt miljøproblemer har som regel vært omstridt, noe som har ført til unødvendige og kostbare forsinkelser av regulering i alvorlige miljøsaker. Dette er godt dokumentert i rapporten *Late lessons from early warnings,* som er utgitt av EUs miljødirektorat (EEA 2001). En hovedkonklusjon her var at det tok flere tiår fra utsagnskraftig forskning lå på bordet, til offentlig forvaltning tok denne erkjennelsen til seg og innførte tiltak. Det mest kjente eksemplet er asbestsaken.

I løpet av de siste årene er det avdekket en rekke saker der myndighetene mye tidligere burde ha grepet inn for å hindre skade på helse og miljø, men har gitt etter for press og manipulasjon fra sterke næringsinteresser. Private organisasjoner har betalt forskere for å bidra aktivt til trenering – noen ganger over flere tiår. Bøkene *Doubt Is Their Product* (Michaels 2008) og *Merchants of Doubt* (Oreskes & Conway 2010) gir grundige vitnesbyrd om dette. De dokumenterer hvordan "forskere" har produsert tvil om forskningsfunn som viser skadelige effekter. Forfatterne av disse bøkene er vitenskapshistorikere og baserer seg på arkivmateriale. De fokuserer på organisert manipulasjon av kunnskap om tobakk, asbest og andre giftstoffer, sur nedbør og klima – områder der sterke økonomiske interesser var og er berørt.

Mindre iøynefallende, men kanskje enda mer konserverende, er forskeres egen selvsensur. Frykten for å bli latterliggjort eller frosset ut av establishment kan få en forsker til å underrapportere funn som går på tvers av det herskende kunnskapsregimet. Erfaringer viser at forskere som argumenterer for en nyorientering av kunnskapsgrunnlaget i saker med sterke

[1] Disse avgir radiofrekvente felt, som dekker frekvensområdet ca. 0,3 MHz – 300 GHz. Mikrobølger dekker den øvre delen av det radiofrekvente området, ca. 0,3 GHz - 300 GHz. Vi bruker i fortsettelsen av og til betegnelsen *stråling* om radiofrekvente felt. Merk at babycalls, walkie-talkier og mikrobølgeovner bruker frekvenser innenfor det samme området.
[2] for eksempel i avisartikkelen "Avviser strålefrykt" i *Ditt Oslo, Ullern avis* 3. mars 2012, http://dittoslo.no/ullern-avis-akersposten/nyheter-akersposten/avviser-stralefrykt-1.7065667, sist lastet ned 2012-03-31

næringsinteresser, påføres store personlige kostnader og står i fare for å miste jobben. Per Arne Bjørkum har på generelt grunnlag beskrevet problemet ved å gå imot "mainstream" i boken *Annerledestenkerne. Kreativitet i vitenskapens historie* (Bjørkum 2009).

1.3 Hvorfor vår rapport er nødvendig

Om de økonomiske interessene var sterke i tobakksaken og andre miljø- og helsesaker, så er de ikke mindre sterke når det gjelder stråling fra trådløs kommunikasjon. Devra Davis' bok *Disconnect* (Davis 2010) er et kraftig vitnesbyrd om dette. Den trådløse teknologien er vevet inn i mange næringsinteresser og bidrar dessuten til betydelige inntekter til staten.

I denne rapporten setter vi søkelyset på det norske utvalgets opplegg og metode, som vi mener bidrar til å sementere gammelt tankegods der aktiv nysgjerrighet burde ha dominert. Vår interesse for utvalgets arbeid og konklusjoner skyldes det faktum at mange mennesker ikke når fram med sine erfaringer om helseskader av EMF. Bare i Norden melder tusenvis av mennesker om slike problemer. Helsemyndighetene baserer seg på et lite antall forskere som tviholder på foreldede konklusjoner fra et sett av småskala provokasjonsforsøk med metodesvakheter, og hevder at eloverfølsomhet ikke kan dokumenteres. Gjennom flere tiår har fornekting av eloverfølsomhet bidratt til å sende hundrevis av norske borgere ut i lange sykmeldinger, uføretrygd og isolasjon. Stadig yngre mennesker blir rammet, og for tiden ser vi at problemet øker blant barn; flere barn i Norge og Norden kan ikke oppholde seg i trådløst miljø på sine skoler.

Utvalget konkluderer med at eloverfølsomhet er et medieskapt fenomen. Vi vet med sikkerhet at det er det ikke. Vi registrerer med glede at nyere forskning ser og tar avstand fra metodesvakheter som tidligere har dominert mye av litteraturen på dette feltet. Men ekspertutvalget gjennomskuer ikke disse metodesvakhetene, og vi ser heller ingen tegn til at de har forsøkt å gjøre det. Forskningslitteraturen peker på en rekke biologiske effekter som har skadelig påvirkning på helsen til folk generelt, ikke bare de eloverfølsomme. Vår rapport har vesentlige ankepunkter mot de konklusjoner som utvalget har trukket, og som forsinker vern mot stråling.

FELO har deltatt med en observatør i utvalgets plenumsmøter. Observatøren har mottatt sakspapirer og innspill fra sekretariatet og fra enkeltmedlemmer til alle medlemmene, og har fått komme med egne innspill i rimelig omfang under plenumsmøtene. Men perspektivet til utvalget og perspektivet til FELO har vært svært forskjellige. Derfor har FELO funnet det nødvendig å oppsummere sine synspunkter på utvalgets rolle og utvalgets vurdering av forskningslitteratur på viktige områder. Det er gjort i denne rapporten, hvor vi også tar med materiale som vi mener utvalget burde ha lagt vekt på.

1.4 Hvordan vår rapport er bygd opp

I neste kapittel omtaler vi den vitenskapelige kontroversen, som ifølge Statens strålevern ikke eksisterer (Statens strålevern 2012)[3]. I kapittel 3 gjør vi rede for det norske utvalgets mandat og medlemmer, samt utvalgets slagside, som viser seg i både sammensetning og arbeidsgrunnlag. I kapitlene 4–7 presenterer vi vårt perspektiv på forskning om stråling og risiko på viktige helseområder og diskuterer det i forhold til utvalgets vurdering. I kapittel 8 tegner vi et bilde av hvordan meningsmonopolet utøves. I kapittel 9 konkluderer vi. Sidehenvisninger til utvalgets rapport angir vi med FHI for Folkehelseinstituttet, etterfulgt av sidenummer, f.eks.: FHI s. 76.

[3] Fra Statens stråleverns hjemmesider: "Dagens kunnskap og internasjonale retningslinjer tilsier at bruk av mobiltelefoner og trådløse telefoner ikke innebærer risiko for helseskade. Dagens forskning gir ingen holdepunkter for at de svake feltene fra trådløse nettverk har negative helseeffekter." Lastet ned fra www.npra.no i mars 2012.

2 Den vitenskapelige kontroversen

I årevis har gjengs oppfatning vært at elektromagnetiske felt (EMF) er ufarlige så lenge strålingens styrke er under grenseverdiene. Men blant forskere er det skarpe motsetninger i synet på EMF og helseskader. Vi skal nå se nærmere på den vitenskapelige kontroversen som faktisk eksisterer og blir mer uttalt for hvert år.

2.1 Oppvarmingsmodellen – "det termiske paradigmet"

2.1.1 ICNIRP

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)[4] er en tyskregistrert stiftelse med medlemmer fra mange land. ICNIRP har utarbeidet retningslinjer og grenseverdier for eksponering for elektromagnetiske felt. Det er disse retningslinjene Norge følger. ICNIRP holder fast ved *oppvarmingsmodellen*, som går ut på at elektromagnetiske felt er ufarlige så sant de er for svake til å varme opp kroppsvev. Derfor snakker vi om *det termiske paradigmet*. Grenseverdiene, som er anbefalt av ICNIRP, er satt slik at menneskelig vev ikke skal kunne varmes opp mer enn 1 °C i løpet av en halvtimes eksponering. Når man måler eksponeringen, tar man gjennomsnittet av effekttettheten på målestedet over seks minutter. Det er altså snakk om korttidseksponering, og om mulige akutte helseeffekter. Merk at ICNIRPs retningslinjer ikke sier noe om mulige langtidsvirkninger.

2.1.2 Grenseverdier

Norges grenseverdier for høyfrekvente elektromagnetiske felt er gjengitt til høyre i tabellen under. Grenseverdiene varierer med frekvens. Kolonnen til venstre viser eksempler på strålekilder, og kolonnen i midten viser omtrentlig frekvens for de ulike strålekildene. Grenseverdiene er hentet fra ICNIRP Guidelines (1998). Disse tallene gjelder den alminnelige befolkningens eksponering; det er andre (høyere) grenseverdier for yrkeseksponering. Grenseverdiene beskytter mot akutte effekter som følge av oppvarming. Man skal ikke oppholde seg i et elektromagnetisk felt med høyere effekttetthet enn den respektive grenseverdien i mer enn en halvtime, for da kan det oppstå skader. ICNIRP har ingen grenseverdier for langtidseksponering.

Eksempler på bruk	Frekvens	Grenseverdier	
	(MHz)	W/m^2	$\mu W/m^2$
TETRA, det nye nødnettet	400	2	2 000 000
Mobiltelefoni GMS 900	900	4,5	4 500 000
Mobiltelefoni GMS 1800	1800	9	9 000 000
Mobiltelefoni 3G (UMTS)	2100	10,5	10 500 000
Trådløs telefon	1900	9,5	9 500 000
Trådløst nettverk	2400	12	12 000 000

Tabellen viser grenseverdiene for stråling fra basestasjoner og trådløst nettverk. For mobiltelefoner angis grenseverdien ikke i feltstyrke, men i beregnet strålingsmengde som absorberes i kroppsvev. Enheten er da SAR (specific absorption rate) og måles i W/kg. Norges grenseverdi for mobiltelefoner følger ICNIRPS anbefaling og ligger på 2 W/kg i 10 g vev. Mange mobiltelefonmodeller har en SAR langt under dette. Grenseverdien skal beskytte mot akutte skader

[4] www.icnirp.org

som skyldes oppvarming av vev. Det er reist tvil om denne grenseverdien også beskytter barn mot eventuelle helseskader av oppvarming. Barn har som kjent mindre hode og tynnere skalle enn voksne. I 2011 publiserte amerikaneren O. P. Gandhi og medarbeidere en review-artikkel om absorpsjonsraten hos barn. Her viser de til en rekke studier som har beregnet SAR i hodet til barn som bruker mobiltelefon inntil øret. Resultatene spenner fra 1,5 til 3 ganger så høy SAR i en barnehjerne som i en voksenhjerne. Det er også beregnet signifikant forhøyet eksponering av barns beinmarg og øyne, samt signifikant øket SAR i skjoldbruskkjertelen hos både voksne og barn (Gandhi et al. 2011).

2.2 To leire i forskningen

I løpet av det siste tiåret har stadig flere studier funnet statistisk holdbare negative helseeffekter ved eksponering for elektromagnetiske felt langt under de grenseverdiene som ICNIRP anbefaler. Mange av disse forskningmiljøene reagerer på at myndigheter og ekspertgrupper neglisjerer signifikante funn av negative helseeffekter. Derfor finnes det i dag to leire i forskningen på elektromagnetiske felt og helse:

- Den ene leiren holder seg konsekvent til det termiske paradigmet og mener at "hovedtyngden av forskningen" må peke i samme retning før vi kan si noe om risiko for skadevirkninger som ikke skyldes oppvarming.
- Den andre leiren mener at det termiske paradigmet må forkastes – de hevder at det finnes rikelig evidens for skadevirkninger ved langt svakere stråling enn hva som forårsaker oppvarming.

Blant dem som holder seg til det ikke-termiske paradigmet, finner vi forskere som etterlyser føre-var-tiltak, som det å redusere grenseverdiene og beskytte fostre, barn og ungdom. Eksempler er advarselen fra University of Pittsburgh Cancer Institute (2008) som er undertegnet av 23 forskere fra mange land, London-resolusjonen med en rekke andre underskrivere (Johansson 2009), Levis og medarbeidere (2011), Leszczynski og Xu (2010), Fragopoulou og medarbeidere (2010a), Levitt og Lai (2010) og Belyaev (2005). Noen er meget bekymret over at ICNIRP-medlemmer og ICNIRP-tro forskere fremdeles tviholder på det termiske paradigmet. Noen forskere har gravd i kontroversen og konkludert med at en viktig forskjell ligger i finansieringskildene. Studier som er finansiert helt eller delvis av mobilbransjen, finner sjeldnere skadevirkninger av mobilstråling. Se f.eks. Huss og medarbeidere (2007), Levis og medarbeidere (2011) og Don Maisch (2009).

Stadig flere leger har oppdaget samsvar mellom pasientenes erfaringer og belegg (evidens) i forskningen for helsevirkninger som ikke skyldes oppvarming (appendiks D). Også stadig flere politikere oppdager at henvendelser fra bekymrede borgere viser seg å være begrunnet i forskningsfunn (se rammen på side 19 og appendiks E).

3 Mandat, medlemmer og slagside

3.1 Utvalgets mandat og medlemmer

Utvalget ble ledet av Folkehelseinstituttet. Utvalgets mandat hadde tre hovedelementer:

- oppsummering av kunnskapsstatus
- oversikt over forvaltningspraksis i Norge og andre land
- vurdering av hvordan foreliggende risiko forvaltes i Norge i dag

Utvalget har bestått av disse medlemmene:

Jan Alexander, prof. dr. med., assisterende dir., Folkehelseinstituttet (leder av utvalget)
Gunnar Brunborg, dr. philos, avd. dir., Folkehelseinstituttet
Maria Feychting, prof. dr. med., Karolinska Institutet
Ellen Marie Forsberg, dr. art, seniorforsker, Arbeidsforskningsinstituttet
Svein Gismervik, seksjonsleder, Trondheim kommune
Jan Vilis Haanes, cand. med., avdelingsoverlege, Universitetssykehuset Nord-Norge
Yngve Hamnerius, prof., Chalmers tekniska högskola
Merete Hannevik, cand.real., seksjonssjef, Statens strålevern
Per Eirik Heimdal, siv.ing., seksjonssjef, Post- og teletilsynet
Lena Hillert, dr. med., overlege, Karolinska Institutet
Lars Klæboe, PhD, forsker, Statens strålevern
Petter Kristensen, dr. med., forskningssjef, Statens arbeidsmiljøinstitutt
Bente Moen, prof. dr.med., Universitetet i Bergen
Gunnhild Oftedal, dr. ing., 1. amanuensis, Høgskolen i Sør-Trøndelag
Tore Tynes, dr. med., overlege, Statens arbeidsmiljøinstitutt
Bjørn Tore Langeland, dr. philos, Folkehelseinstituttet (sekretær)
Observatør: Foreningen for eloverfølsomme (FELO) v/Solveig Glomsrød

Utvalget var satt sammen av personer med medisinsk, biologisk, fysisk, biofysisk, biokjemisk og epidemiologisk ekspertise, samt av personer som har erfaring fra forvaltning og risikohåndtering. Det lå i mandatet at utvalget skulle bestå av representanter fra både forskningsmiljøer og forvaltningen. På forskersiden deltok også tekniske eksperter på stråling. Dermed ble helsefaglig bredde temmelig begrenset, noe som bidro til å innsnevre grunnlaget for en bred og kritisk gjennomgang av dagens forvaltning. I tillegg kommer at Strålevernet selv deltok med to representanter i et utvalg som, ifølge Strålevernets direktør Ole Harbitz, skulle se kritisk på Strålevernets praksis.

3.2 Utvalgets arbeidsgrunnlag

Utvalget skulle bygge på rapporten *Mobiltelefon og helse* (Folkehelseinstituttet 2003), utvide med andre kilder til EMF, og oppdatere kunnskapen fra 2003 med originallitteratur, andre ekspertvurderinger (i fortsettelsen kalt *samlerapporter)* og nylig publiserte oversiktsartikler (FHI s. 48). Senere års forskning kan ha gitt ny relevans til tidligere enkeltstudier som er omtalt i samlerapporter, og som da bør vurderes på nytt. Imidlertid er det ingen eksempler på slik ny vurdering i utvalgets rapport. Derfor er det all grunn til å reflektere over utvalgets arbeidsform, som ikke fanger opp behov for revisjon av gjengs kunnskap, men som tvert om sementerer holdningene i de samlerapportene som utvalget har bestemt seg for å bygge på. Disse samlerapportene er i hovedsak utarbeidet av Scientific Committee on Emerging and Newly

Identified Health Risks (SCENIHR), International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), International Agency for Research on Cancer (IARC, under WHO), European Health Risk Assessment Network on Electromagnetic Field Exposure (EFHRAN, EU-kommisjonen) og den svenske Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM). Det norske utvalget tar for gitt at personene som sitter i disse komiteene, er habile (uhildet), dvs. at de ikke har personlige interesser som er i konflikt med oppdraget, eller som kan påvirke behandlingen. Dette er misvisende, og nedenfor omtaler vi noen eksempler på åpenbar svikt når det gjelder habilitet.

3.3 Er medlemmene i internasjonale komiteer habile?

Det er hovedsakelig to forhold som står i veien for habilitet hos medlemmer i ekspertgrupper: økonomiske bindinger og tidligere stillingstagen. To relativt ferske eksempler kaster lys over habiliteten til medlemmer i internasjonale komiteer. Det gjelder professor Alexander Lerchl og professor Anders Ahlbom.

Alexander Lerchl

Da IARC, WHOs kreftpanel, skulle sette sammen en kommisjon til å undersøke om radiofrekvente felt kan være kreftfremkallende, sendte professor Alexander Lerchl en søknad om å få delta. Lerchl er medlem av det tyske strålevernet og leder dets komité for ikke-ioniserende stråling. Han er den fremste tyske representanten for strålevern på området mobilkommunikasjon, er rådgiver for den tyske regjeringen, og er Tysklands representant i internasjonale fora (Diagnose-Funk Schweiz 2011). IARC-kommisjonen skulle tre sammen i mai 2011. Høsten 2010 avviste WHO Lerchls søknad. I sin *declaration of interests* hadde Lerchl oppgitt at han var konsulent for en interesseorganisasjon for mobilbransjen, IZMF. Dette oppfattet WHO som en interessekonflikt. Lerchl klaget på avgjørelsen og henviste til at han kun fungerte som uavhengig ekspert for IZMFs utdanningsprogram. WHO opprettholdt avvisningen med følgende begrunnelse (IARC 2010a, vår oversettelse):

> *En IARC-monografi[5] er en evalueringsøvelse som krever fullstendig uavhengighet av alle kommersielle interesser og av talspersoner som kan oppfattes å fremme en forutinntatt holdning.*
>
> *I denne forbindelse, og bortsett fra de interessene De nevner i Deres deklarasjon, så er omtrent halvparten av Deres siste publikasjoner ikke originale forskningsartikler, men kritikk av studier som antyder skadelig effekt av eksponering for stråling fra mobiltelefoner. Dessuten uttrykker noen av Deres uttalelser på nettsidene til "IZgMF" og "NextUp" en like sterk stillingstagen. … vi føler at Deres deltakelse ikke ville bidra til en balansert søken etter konsensus i den forestående arbeidsgruppen.*

En faksimile av brevet finnes i appendiks B. WHO påpekte altså Lerchls forutinntatte holdning, som hadde vist seg i form av kraftig kritikk av studier som antyder skadelige effekter av mobilstråling (appendiks C). Det er verdt å merke seg at det å konsekvent avfeie at skadelige effekter kan forekomme, diskvalifiserer til å sitte som "ekspert" i en komité under WHO.

Anders Ahlbom

I mai 2011 møttes så ekspertpanelet i The International Agency for Research on Cancer (IARC) for å vurdere kreftrisiko ved mobiltelefonbruk. Professor Anders Ahlbom skulle også ha deltatt i dette panelet. Ahlbom, som leder Enheten för Epidemiologi ved Institutet för Miljömedicin ved Karolinska Institutet i Stockholm, er en fremtredende epidemiolog som har studert

[5] En *monografi* er en skriftlig utredning av et avgrenset emne.

mobiltelefonstråling. Han leder eller deltar i komitéer som fordeler forskningsmidler knyttet til elektromagnetisk stråling, både i Sverige og EU (Microwave News 2011). I tolv år var han medlem av ICNIRP, den internasjonale komiteen som anbefaler grenseverdier som Norge og Sverige fortsatt følger, men som flere land/regioner/byer i Europa etter hvert går bort fra. Ahlbom er fortsatt rådgiver for ICNIRP. To dager før IARC-panelet skulle komme sammen i 2011, ble Ahlbom fjernet fra deltakerlisten da det ble kjent at han var styremedlem i sin brors konsulentfirma, Gunnar Ahlbom AB. Dette Brussel-baserte lobbyfirmaet tilbyr konsulenttjenester knyttet til myndighetenes regulering av telekombransjen, og har blant annet telekomgiganten TeliaSonera som kunde. Anders Ahlbom hadde unnlatt å nevne dette forholdet i sin erklæring til IARC om mulige interessekonflikter (Nilsson 2011a).

Den svenske Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) har i en årrekke utgitt den årlige rapporten *Recent Research on EMF and Health Risks* (bl.a. SSM 2009, SSM 2010). Ansvarlig for rapporten er Vetenskapligt råd för elektromagnetiska fält, som oppnevner en såkalt uavhengig ekspertgruppe til å gjøre arbeidet. Anders Ahlbom har hatt ledervervet både i Vetenskapligt råd för elektromagnetiska fält, og i ekspertgruppen som har utarbeidet den årlige rapporten. Da Anders Ahlboms interessekonflikt ble kjent, ville SSM sette i gang en granskning av hans habilitet. Men kort etter trakk Anders Ahlbom seg også fra vervet som leder av Vetenskapligt råd för elektromagnetiska fält. Dermed avbrøt SSM habilitetsvurderingen av ham (SSM 2011).

Representerer det å være medlem av ICNIRP en interessekonflikt i seg selv? Allerede i 2008 skrev Karolinska Institutets Etiske råd at Ahlboms binding til ICNIRP kunne påvirke hans uttalelser om risiko fra stråling (Karolinska Institutet 2008). Her er et utdrag av uttalelsen (AA = Anders Ahlbom):

> *Att det finns en bindning när det gäller AA går inte att komma ifrån. … när det råder delade meningar om sakförhållanden bör experter med olika syn engageras och vederbörandes bindningar, i det här fallet tidigare ställningstaganden, tydliggöras. … För att beslutsfattare och allmänhet skall kunna dra grundade slutsatser och tolkningar krävs att alla parter tydligt anger bindningar och andra förhållanden som kan påverka eventuella uttalanden. AA bör således när han uttalar sig för myndigheters räkning och i andra sammanhang ange kopplingen till ICNIRP.*

Karolinska Institutets Etiske råd mener i likhet med IARC at tidligere stillingstagen kan påvirke ens uttalelser, og at personer med tilknytning til ICNIRP bør oppgi at de har slik forankring når de uttaler seg om stråling og helse. Rådet kommer også med en klar beskjed om at når det er delte meldinger om saksforholdet, bør eksperter med ulike syn være representert.

ICNIRP

Ettter saken med Anders Ahlbom – og forsåvidt Alexander Lerchl – kan man spekulere videre på hvilke andre ICNIRP-medlemmer som har tilknytning til mobilbransjen. NRKs Brennpunkt-program *En strålende dag* dokumenterte høsten 2008 at det fantes bånd mellom ICNIRP-medlemmene og amerikansk forsvars- og mobilindustri – via standardiseringsorganisasjonen IEEE. Selv om ICNIRP har skiftet ut noen av medlemmene sine, er det langt fra opplagt at alle medlemmene deklarerer sine økonomiske interesser fullt ut. Det er påfallende at Anders Ahlbom fremdeles står oppført som rådgivende ekspert på ICNIRPs hjemmeside[6]. Det er verdt å merke seg at ICNIRPs rådgivende eksperter ikke avkreves noen interessedeklarasjon. Flere av dem er

[6] www.icnirp.org

tidligere medlemmer av ICNIRP, og er således godt rotfestet i ICNIRPs fundament: det termiske paradigmet.

Det er uheldig at det norske ekspertutvalget stadig omtaler f.eks. ICNIRP og IARC som uavhengig ekspertise samtidig som toneangivende medlemmer kastes fra sine årelange posisjoner i de samme internasjonale komiteene – nettopp på grunn av inhabilitet. Det er all grunn for helsemyndighetene til å gjøre sine uavhengige undersøkelser av situasjonen i disse rådgivende ekspertpanelene.

3.4 Hva med slagside i det norske utvalget?

Som vist over, mener WHO at personer som konsekvent og bastant har hevdet en bestemt mening i en årrekke, er potensielt forutinntatte og dermed ikke har noe å gjøre i et ekspertutvalg. Som vi også har vist over, rimer dette godt med holdningen til Karolinska Institutets Etiske råd, som mener at personers tilknytning til ICNIRP bør oppgis fordi slik tilknytning kan påvirke personenes uttalelser. I lys av dette blir slagsiden i det norske utvalget tydelig: Et klart flertall av forskerne har både tidligere og nylig uttalt offentlig at det ikke finnes forskning som viser at stråling fra mobiler, basestasjoner og trådløse nett er helseskadelig. Når man har gjentatt dette til stadighet til pressen og i andre sammenhenger, skal det litt til å forandre mening. Det er dessuten mer enn enkeltes personlige mening som utfordres; det gjelder hele det vitenskapelige paradigmet som sier at elektromagnetiske felt under grenseverdiene er ufarlige.

Utvalget har to utenlandske forskere i tillegg til de norske. Valget falt på Maria Feychting og Lena Hillert, to svenske forskere som Statens strålevern har hatt god kontakt med opp igjennom årene. Disse to har i mange år har vært tungt inne i internasjonalt arbeid med anbefaling om grenseverdier (Feychting) og utgivelse av rapporter som avviser helserisiko. Det sier seg selv at disse to ikke kunne bidra til noen reell debatt i utvalget. Det er svært påfallende at disse to ble valgt. Hvis man skulle hente inn folk fra Sverige, ville det ha vært mye mer hensiktsmessig å invitere professor Lennart Hardell ved Örebro universitetssykehus, en av verdens mest fremtredende forskere på mobilstråling og helse, samt professor Leif Salford ved Universitetet i Lund. Det finnes for øvrig mange forskere i andre deler av verden som kunne inviteres – dersom man ville ha et balansert utvalg. Ser vi på de toneangivende medlemmene i utvalget, er det grunn til å bemerke følgende:

- Gunnar Brunborg ledet arbeidet med rapporten *Mobiltelefon og helse* (Folkehelseinstituttet 2003) hvor konklusjonen var at mobiltelefoni ikke er skadelig for helsen. Han har i flere sammenhenger hevdet at skadelige effekter er lite sannsynlig. Da det norske utvalget bare så vidt hadde kommet i gang, hevdet han i et foredrag referert på Folkehelseinstituttets hjemmesider at "vi vet nok til ikke å være bekymret" (se 7.5.1).

- Maria Feychting er nestleder av ICNIRP og er ansatt i den samme enheten ved Karolinska Institutet som Anders Ahlbom. Hun er medforfatter av flere forskningsartikler som konkuderer med at det ikke finnes noen helserisiko, til tross for at noen av studiene faktisk har gjort funn som peker i motsatt retning (for eksempel Aydin et al. 2011, Swerdlow et al. 2011). Feychting var "scientific secretary" for samlerapportene SSM 2009 og SSM 2010, som konkluderer med at det ikke finnes noen helserisiko.

- Lena Hillert har forsket på eloverfølsomhet og konkludert med at årsaken er rent psykisk. Hun er medforfatter til en rekke forskningsartikler som viser helserisiko ved eksponering for elektromagnetiske felt (f.eks. Belyaev et al. 2009), men avviser at helserisiko finnes.

- Gunnhild Oftedal har forsket på eloverfølsomhet og symptomer fra stråling. Hun har bl.a. konkludert med at hodepine som tilskrives mobilbruk, skyldes nocebo-effekt, altså

forventningen om å få hodepine (se 7.4). De senere årene har hun konsekvent avvist at eloverfølsomhet finnes.

- Jan Vilis Haanes har i lengre tid arbeidet med helseplager av ukjent miljøårsak. I hans tradisjon knyttes eloverfølsomhet til psykisk betinging og til hva dagens trender sier om årsak.
- Statens stråleverns to representanter i utvalget, Merete Hannevik og Lars Klæboe, har lenge konsekvent avvist at det finnes forskning som viser helserisiko.

Det er gode grunner til å hevde at alle disse hadde bestemt seg på forhånd.

3.5 Hva utvalget ser bort fra

3.5.1 Den franske ekspertgruppens rapport

En fransk ekspertgruppe oppnevnt av Afsset, det franske Direktoratet for helsesikkerhet og arbeidsmiljø[7], har gått igjennom 2500 fagfellevurderte forskningsartikler om radiofrekvent stråling. Et fåtall av disse tilfredsstiller komiteens særdeles strenge kvalitetskrav. Og av disse igjen viser 11 artikler at strålingen fra mobiler etc. har biologiske effekter og kan utgjøre en helserisiko. Men direktøren for Afsset, Martin Guespereau, framholdt at det ikke er antall studier det kommer an på. Studienes høye kvalitet gjør at funnene er uomtvistelige. "Selv om funnene ikke er tilstrekkelige til å konkludere definitivt, er de udiskutable tegn på at stråling kan ha negative helseeffekter," påpekte Martin Guespereau. "Og da kan vi ikke fortsette med å ikke gjøre noe" (Robin des Toits, 2009). På dette grunnlaget anbefaler ekspertgruppen å redusere befolkningens eksponering for stråling. Blant annet bør man velge mobilenheter med lav stråling, og følgelig bør mobiler, babycalls osv. bli merket med SAR-verdi (stråleverdi). Områder med utpreget høyere stråling enn omgivelsene bør kartlegges, og tiltak bør foreslås for å redusere eksponeringen på slike steder. Det må bli enklere for alle å redusere sin personlige eksponering ved hjelp av f.eks. av/på-knapper på trådløse rutere, gratis ekstra kabler til modemer, og teknologi som reduserer strålingen fra trådløse hjemmetelefoner (Afsset 2009a). Les mer om den franske ekspertgruppens vurderinger i appendiks A.

Den franske regjeringen reagerte med å forby mobiltelefoner i barne- og ungdomsskolen (NRK 2009, Afsset 2009b) og innføre lave grenseverdier for stråling[8] i 16 prøvekommuner (Diagnose-Funk 2009). Operatørene Orange, SFR og Bouygues Telecom har sagt at de vil tilby mobiler for "god helse" – nemlig telefoner som ikke kan brukes uten håndfrisett, og telefoner som bare kan brukes til å sende tekstmeldinger (L'Express 2009).

Det som skjedde i Frankrike, er et godt eksempel på hvordan føre-var-prinsippet bør praktiseres: En bredt sammensatt ekspertgruppe gjennomgår tilgjengelig dokumentasjon, er spesielt oppmerksomme på vitenskapelig usikkerhet, og inkluderer meninger som er i mindretall. Etter at de på denne måten har *vurdert* risikoen, er det politikernes oppgave å *håndtere* den (European Council 2000).

Afsset-rapporten er viktig. Den dokumenterte at det var uenighet innen forskningen, og ga domstolene et grunnlag for å anvende føre-var-prinsippet i rettssaker om fjerning av mobilmaster. I ettertid har flere mobilmaster blitt fjernet ved dom. Afsset-rapporten er ikke med i ekspertutvalgets arbeidsgrunnlag. Det er bekymringsfullt at en så viktig rapport ikke er omtalt.

[7] Agence Français de Sécurité Sanitaire de l'environnement et du travail

[8] 0,6 V/m, som tilsvarer 1000 $\mu W/m^2$, dvs. 1/10 000 av norsk grenseverdi

3.5.2 *BioInitiative-rapporten*

Forskere og folkehelsespesialister fra flere land (USA, Østerrike, Sverige, Danmark, Kina og Storbritannia) reagerte på den stadige repetisjonen av "ingen risiko" ved radiofrekvente felt. De mente at det var feil, ut fra et vitenskapelig synspunkt, å konkludere slik, og ble enige om å samarbeide om en rapport som skulle vise hva som faktisk fantes av forskning på feltet. Resultatet ble den 650 sider lange *BioInitiative Report* (Sage & Carpenter 2007), som presenterer en gjennomgang av over 2000 forskningsrapporter om helseeffekter av elektromagnetiske felt. Rapporten er tilgjengelig på Internett. På "redaktørens side" kan vi lese bl.a. (vår oversettelse):

> *Kronisk eksponering for EMF kan i noen vitenskapelige arbeider knyttes til økt helserisio som varierer fra svekket læreevne, hodepine, mental forvirring, hudutslett, tinnitus og desorientering til ulike former for kreft og nevrologiske sykdommer som ALS og Alzheimer. Strålekildene inkluderer, men er ikke begrenset til, kraftlinjer, mobiltelefoner, trådløse telefoner, basestasjoner og trådløst Internett.*

Den samlede konklusjonen er at de nåværende sikkerhetsstandardene ikke beskytter folkehelsen.

Kritikken mot BioInitiative-rapporten går ut på at den ikke er publisert i noe internasjonalt tidsskrift. Den kritikken gjelder ikke lenger, for augustnummeret av Pathophysiology 2009 (16) inneholder en artikkelsamling som utgjør et oppdatert og utvidet sammendrag av BioInitiative-rapporten. Ingen av de mange artiklene om skadelige effekter er nevnt i utvalgets rapport. Vi vil spesielt nevne Johansson (2009a), som gir en grundig utredning om hvordan immunforsvaret svekkes av radiofrekvente felt, og Blank og Goodman (2009), som viser hvordan cellene stresses og DNA-molekylet skades (se 5.2.2). En mulig grunn til at utvalget har sett bort fra disse viktige artiklene, er at utvalget baserer seg på forskning som ble publisert etter 2009. Når det gjelder forskning publisert t.o.m. 2009, støtter utvalget seg på andre samlerapporter, blant annet de årlige rapportene fra Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM). Men SSM-rapporten for 2009 (SSM 2009) omtaler kun én av artiklene i Pathophysiology 16 (2009), og det i form av en kritisk bemerkning til Nittby og medarbeidere (2009). SSM 2010 omtaler ikke noen av disse artiklene. Hvorfor har Strålsäkerhetsmyndigheten stilltiende forbigått så mange viktige artikler? Vi vet ikke hvorfor, men merker oss at utvalgsmedlem Maria Feychting var "scientific secretary" for SSM 2009 og SSM 2010.

Noen av BioInitiative-rapportens etterdønninger i Europa

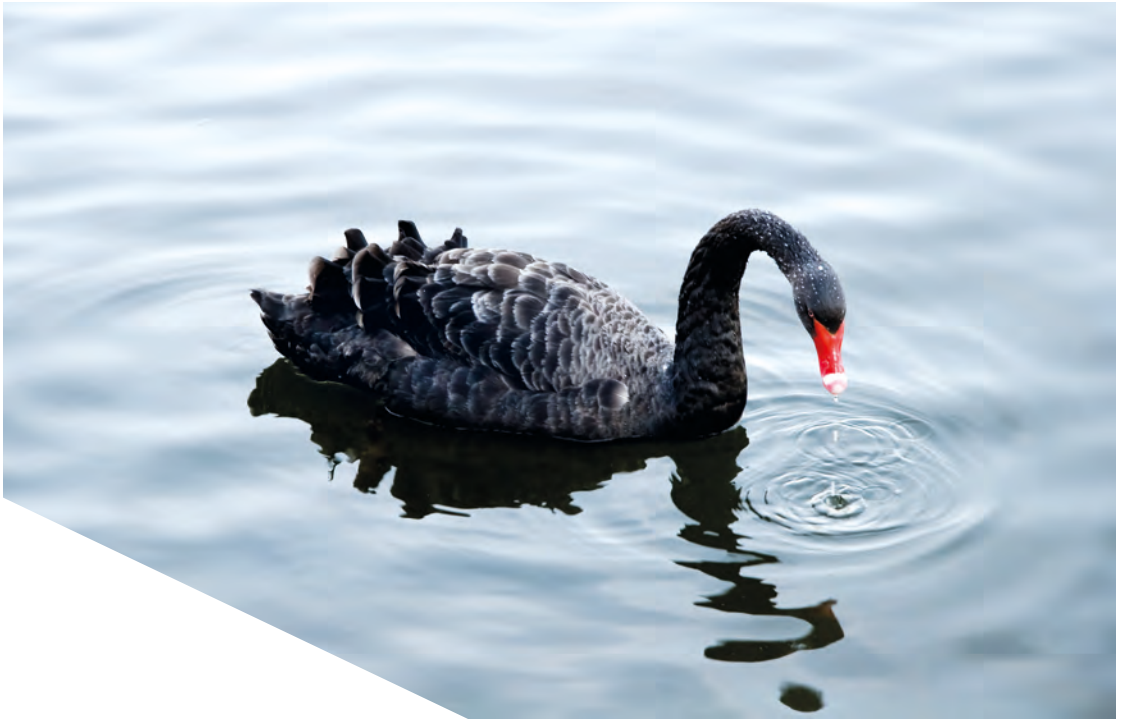
EUs miljødirektorat, EEA, omtaler BioInitiative-rapporten på sitt nettsted og slår til lyd for bruk av føre-var-prinsippet når det gjelder EMF fra utstyr som vi bruker til daglig (European Environment Agency 2007).

BioInitiative-rapporten fikk konsekvenser: Et år senere, høsten 2008, vedtok EU-parlamentet at dagens grenseverdier for mikrobølgestråling er avleggs og må senkes (European Parliament 2008). Våren 2009 vedtok det samme parlamentet en resolusjon med en kraftig anmodning om tiltak for å redusere den generelle eksponeringen, og om en radikal føre-var-praksis for å beskytte befolkningen, og spesielt barn og unge, mot stråling fra trådløse innretninger (European Parliament 2009). Vedtakene ble fattet med overveldende flertall.

3.5.3 *"Hovedtyngden av forskningen"*

Representanter for Statens strålevern og mobilbransjen hevder at "hovedtyngden av forskningen" må peke i samme retning før vi kan snakke om risiko. Men i vitenskap gjelder ikke noe vektskålprinsipp. Karl Poppers skoleeksempel om "den svarte svanen" illustrerer dette med tydelighet (Popper 1992). Vi kan telle hvite svaner så mange vi vil, og tro at alle svaner er hvite. Men den dagen vi oppdager en svart svane, må vi forkaste vår hypotese om at alle svaner er hvite.

Dette kalles falsifikasjon. Riktignok må flere observere en svart svane og være enige om at den virkelig er svart. Likeens må forskningsresultater gjentas av minst én annen forskergruppe og med samme resultat, dersom vi skal feste lit til resultatet. Dette kalles å reprodusere, eller replikere, resultater. Men når dét er gjort, hjelper det ikke å komme med tusenvis av hvite svaner, da står funnet av den svarte svanen fast. I vitenskap er det feil å snakke om "hovedtyngden". Afsset-utvalget gjorde ikke denne feilen. Å vise til "hovedtyngden av forskningen" er en konserverings-mekanisme som innebærer at forskningsmiljøer utenom establishment ikke får komme til orde.



4 Blod-hjerne-barrieren – en sårbar forvarsspiller

Blod-hjerne-barrieren er en membran som hindrer uvedkommende stoffer å trenge inn i hjernen fra blodårene. Slik holdes miljøet i hjernen stabilt og beskyttet mot bakterier, virus, hormoner, nevrotransmittere, skadelige proteiner m.m. Blod-hjerne-barrieren ble oppdaget for over hundre år siden, ved at et blått fargestoff ble sprøytet inn i blodbanen på et forsøksdyr. Blåfargen spredte seg til alt kroppsvevet unntatt hjernen og ryggmargen. Noen tilstander kan gjøre at blod-hjerne-barrieren åpner seg, for eksempel skade på hjernen, høyt blodtrykk, eksponering for mikrobølger eller annen stråling (The Encyclopedia of Science).

4.1 Tidlige studier av blod-hjerne-barrieren

Amerikaneren Allan Frey viste i 1975 at det er mulig å bruke svake mikrobølger til å åpne blod-hjerne-barrieren på rotter. Han injiserte et fluoriserende stoff i blodbanene på gnagere, og fargestoffet spredte seg til hele kroppen unntatt hjernen, som beskyttes av blod-hjerne-barrieren. Frey eksponerte rotter for svake mikrobølger og oppdaget da at fargestoffet han injiserte, også trengte inn i hjernen. Forskjellen på eksponerte og ikke-eksponerte rotter var signifikant (Frey 1975).

Flere andre forskere fulgte opp med forsøk som bekreftet Freys funn. Men noen kom til motsatt resultat. I en kommentar publisert mange år senere gjør Frey rede for forskningen på dette området (Frey 1998). Han framhever spesielt to forskere som i muntlige presentasjoner hevdet å ha gjentatt Freys eksperimenter, men uten å kunne observere at blod-hjerne-barrieren åpnet seg. Ved nøye gjennomlesning av deres forskningsrapporter fant Frey og andre fagfeller at studiene ikke var helt sammenliknbare, men at dataene deres likevel bekreftet Freys funn. Det skriftlige materialet de to forskerne hadde produsert, talte altså imot det budskapet de hevdet offentlig, og forfatterne oppnådde å så tvil om Freys resultater. I et annet eksempel som Frey (1998) omtaler, ble et fargestoff injisert i magen på dyret istedenfor i blodet, og hjernen ble undersøkt før det var mulig for fargestoffet å nå fram til hjernen. Frey er helt klar på at det her foreligger en interessekonflikt.

4.2 Blod-hjerne-barrieren, ødelagte nevroner og glemske gnagere

I snart 20 år har professor Leif Salford og hans gruppe ved Lunds Universitet i Sverige forsket på blod-hjerne-barrieren på rotter etter å ha eksponert rottene for elektromagnetiske felt. Den opprinnelige hensikten med forsøkene var å finne ut om det var mulig å åpne blod-hjerne-barrieren for å føre inn medisiner til behandling av hjernesvulst.

Et stort antall rotter har vært gjennom tester med forskjellige effekter og frekvenser. Salford og teamet hans prøvde flere ulike feltstyrker, og bestrålte rotter i 2 timer med mobilstråling. Forskerne ble overrasket da de fant at den svakeste strålingen de brukte i testene, nemlig 0,1–1 mW/kg, åpnet rottenes blod-hjerne-barriere mest effektivt. Ødelagte nevroner kunne observeres etter så lenge som 50 dager (Salford 2003), og i et senere forsøk etter 28 dager. Rottene hadde vanskelig for å huske ting som hadde skjedd, i motsetning til rottene i kontrollgruppen. Forsøkene ble gjentatt med samme resultat av den samme forskergruppen.

Rottehjerner likner nokså mye på menneskehjerner. Hvis man kan overføre resultatene til mennesker, betyr dette at blod-hjerne-barrieren åpnes mest effektivt hvis det befinner seg en aktiv mobiltelefon 1,85 meter unna hodet – eller hvis man oppholder seg 190 m unna en basestasjon. Holder man isteden mobilen til øret, viser Salfords beregninger at energinivået som gir størst virkning på blod-hjerne-barrieren, er enten midt i hjernen eller over på motsatt side av hjernen.

Salford påpeker at åpning av blod-hjerne-barrieren kan medføre risiko for autoimmune sykdommer og sykdommer på nervesystemet, spesielt etter mange års intens mobilbruk. Han er meget bekymret over at hele befolkningen bestråles. Siden det knapt finnes noen mennesker som ikke er eksponert, har forskerne ikke lenger noen kontrollgruppe når de skal undersøke skadevirkninger på mennesker.[9]

4.3 Flere enn Salford og medarbeidere

I en review-artikkel viser Henrietta Nittby (2008) til seks forskningsrapporter fra andre forskningsmiljøer som også har konstatert åpning av blod-hjerne-barrieren på gnagere etter at de ble eksponert for radiofrekvente felt. I tillegg har flere miljøer rapportert om det samme hos gnagere som ble utsatt for magnetfelt (Nittby 2008). Andre forskere har også gjort undersøkelser på hukommelse hos gnagere etter eksponering for radiofrekvente felt: Forskergruppen rundt Lukas Margaritis ved Universitetet i Aten utsatte mus for mobilstråling to timer om dagen i fire dager, og fant at musene ble glemske (Fragopoulou og medarbeidere 2010b). Et liknende forsøk ble gjort av Ntzouni og medarbeidere (2011), og med tilsvarende resultat.

4.4 Utvalget om åpning av blod-hjerne-barrieren

4.4.1 Diffuse argumenter

Det er stille om glemske gnagere i utvalgets rapport. Den nevner verken Fragopoulou eller Ntzouni. Utvalgsmedlem Merete Hannevik fra Statens strålevern har tidligere sagt at hun kjenner godt til Salfords forskning[10]. Hvorfor neglisjeres da budskapet i Salford-gruppens forskningsrapporter? Når det gjelder blod-hjerne-barrieren, hevder utvalget at "effektene ikke er bekreftet i nyere studier, som har benyttet et større antall dyr og er gjennomført med bedre metoder" (FHI s. 109). En av samlerapportene, SSM 2010, hevder at de fleste studiene fra andre laboratorier ikke har funnet noen effekt av mobilstråling på blod-hjerne-barrieren. La oss se nærmere på utsagnene om "et større antall dyr", "bedre metoder" og "ikke funnet noen effekt": Salford-gruppen har benyttet over tusen dyr. Utvalget sier ikke hva som eventuelt skulle være feil med Salford-gruppens metoder. "Ikke funnet noen effekt" omtales under.

4.4.2 "Andre har ikke funnet noen effekt"

Det stemmer at mange har gjort forsøk som likner på Salford-gruppens, men ikke har funnet noen effekt på blod-hjerne-barrieren. Hvorfor ikke? Henrietta Nittby (som tilhører Salford-gruppen) gjør i sin review-artikkel (Nittby 2008) oppmerksom på flere forhold. Først og fremst finner hun at forskere som ikke har sett noen effekt, hovedsakelig har brukt langt kraftigere stråledoser enn Salford-gruppen, som fant at SAR-verdier under 10 mW/kg (og spesielt rundt 1 mW/kg) åpnet blod-hjerne-barrieren mest effektivt. Nittby nevner også andre forhold som kan ha betydning. Det gjelder modulasjoner av det elektromagnetiske feltet (altså pulsene som brukes til å sende informasjon), dyrenes helse i utgangspunktet, og at en blod-hjerne-barriere som allerede er i ulage, kan være mer sensitiv for radiofrekvente felt. Den svenske Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM 2009) trekker bl.a. fram en studie av McQuade og medarbeidere (2009) som argument mot Salfords-gruppens resultater. Men denne studien fant omtrent like mye lekkasje gjennom blod-hjerne-barrieren som Salford-gruppen hadde funnet (Nittby et al. 2011). Et annet arbeid som SSM (2009) trekker fram, er utført av et fransk forskerteam (Poulletier de Gannes et al. 2006, 2009). Dette

[9] I 2009 holdt Salford et foredrag i USA, som ble filmet og lagt på youtube. Konferanseprogram og lenker til filmene finnes her (se 14. september, session 3): http://www.environmentalhealthtrust.org/content/agenda-video-and-slides-conference

[10] Muntlig kommentar i plenum fra Merete Hannevik til Leif Salford etter hans foredrag i Norges Tekniske Vitenskapsakademi (Oslo) den 30.11.2011.

teamet har ikke funnet noen lekkasje i det hele tatt. Salford har kommentert dette og foreslått for det franske teamet og et japansk team som heller ikke har funnet noe, at de kan utveksle prøver med Salford-teamet:

> *However, we have suggested that these groups and the Lund group shall exchange blindly, unstained sections from exposed and control animals for handling by the neuropathologists at the other involved centres in an attempt to clarify the differences and possibly find the reason for the different results*. (Salford et al. 2007)

Senere rapporter viser ingen tegn til at de to forskergruppene rundt McQuade og Poulletier de Gannes har takket ja til dette tilbudet fra Salford. For eksempel er det ikke nevnt noe om utveksling av prøver i Poulletier de Gannes' hovedartikkel (2009). Det franske teamets studie var hovedsakelig finansiert av det franske teleselskapet Bouygues Telecom, og dernest av det franske forskningsrådet.

Utvalgets rapport kommenterer ikke dokumentasjonen og argumentene i Nittbys review-artikkel. De bygger i stedet på sine utvalgte samlerapporter, som for lengst har avskrevet Salfords forskningsresultater.

4.4.3 *Hva med dose-respons-sammenheng?*

Utvalget setter dose-respons-sammenheng som ett av flere allmenne kriterier for vurdering av effekter. I sin rapport skriver de (FHI s. 76): "Effektens (eller responsens) styrke skal stå i sammenheng med påvirkningens styrke. Det vil si at det skal finnes en doseresponssammenheng." I neste setning modifiserer de dette kravet ved å legge til: "Dette punktet er imidlertid vanskelig for studier av RF-eksponering, da vi ikke vet sikkert om dosebegrepet kan brukes på samme måte som ved vurdering av andre typer eksponeringer, f.eks. kjemikalier." På tross av sitt forbehold avfeier utvalget stadig forskningsresultater som ikke viser uavbrutt økning av respons ved uavbrutt økning av eksponering. Eksempler på dette finner vi blant annet på side 88–89 i deres rapport. Her sies det blant annet: "Andre faktorer som taler mot en årsakssammenheng er at man ikke ser noe tegn på dose-respons-mønster i de ni første eksponeringskategoriene". I praksis forutsetter de altså at sterkere stråling nødvendigvis må føre til økt helserisiko (respons), hvis det er en sammenheng.

Salfords eksperimenter viser at det er feil å anta en slik dose-respons-sammenheng når det gjelder blod-hjerne-barrieren. Tvert imot viser det seg at spesielle intervaller av feltstyrker og frekvenser (såkalte "vinduer") kan gi effekter som ikke forekommer ved lavere eller høyere feltstyrker eller frekvenser. I denne sammenheng er det relevant å peke på Igor Belyaevs utredning om ikke-termiske effekter (Belyaev 2005), samt ICNIRPS uttalelser, se 5.4.

4.5 *Hvordan forskningen på blod-hjerne-barrieren illustrerer kontroversen*

Tidlige forsøk på å åpne blod-hjerne-barrieren med mikrobølger hadde til hensikt å finne en metode for å behandle hjernesvulst. Den videre forskningen og debatten som stadig pågår, illustrerer godt hvordan signifikante, men uønskede, forskningsresultater nedtones og neglisjeres, både på slutten av 1900-tallet og i dag. Allan Frey oppdaget manipulering og omskrivning av resultater. Forskningsrapporter som melder om "ingen signifikante funn" brukes av utvalget og andre til å "oppveie" signifikante resultater. Men det å veie antall funn mot antall ikke-funn er i strid med vitenskapsteori, se 3.5.3.

5 Hvem kan få helseplager, og hvordan?

Det er først og fremst mobiltelefonen som mistenkes for å utgjøre en helserisiko, fordi den ofte er den kraftigste strålekilden vi omgir oss med i hverdagen. I forrige kapittel så vi at mobilstråling kan åpne blod-hjerne-barrieren hos rotter, og at dette kan medføre helseskader. I dette kapitlet ser vi nærmere på flere mulige helsevirkninger fra elektromagnetiske felt, ikke bare fra mobiler, men også fra basestasjoner og trådløse nett. Dessuten ser vi på virkningsmekanismer, det vil si hvilke biologiske reaksjoner som forskere mener kan føre til helseskader.

5.1 Stråling fra basestasjoner og trådløse nett

5.1.1 Mikrobølgesyndromet

Russiske medisinere var tidlig ute med å forske på helsemessige konsekvenser av mikrobølger. En grundig review-artikkel fra USA tar for seg både den tidlige russiske forskningen og videre forskning fram til nåtid (Levitt & Lai 2010). I artikkelen forteller Levitt og Lai at russiske forskere allerede på 1950-tallet identifiserte symptomer som hodepine, utmattelse, synsforstyrrelse, svimmelhet, søvnproblemer og problemer i hjerte- og karsystemet. Videre fant de hudreaksjoner, svulster, endringer i blodet, depresjon, irritabilitet, svekket hukommelse m.m. (Tolgskaya & Gordon 1973). Også i USA finnes det tidlig dokumentasjon på at langvarig eksponering – på nivåer langt under dagens grenseverdier – kan føre til "mikrobølgesyndromet", en samlebetegnelse for de nevnte symptomene. Dette er beskrevet i *The Johns Hopkins Foreign Service Health Status Study* (Lilienfield et al. 1978). Denne studien, som kalles Lilienfield-studien, ble uført i perioden 1953–1976 og inneholder både klinisk informasjon og eksponeringsparametre. Foranledningen var at amerikanerne hadde oppdaget at deres ambassadepersonell i Mokva ble bestrålt med mikrobølger systematisk. Frekvensene var mellom 0,6 og 9,5 GHz og var modulerte på ulike måter, og effekttettheten var mellom 20 000 og 280 000 $\mu W/m^2$ – altså eksponering som likner det som kommer fra mobilmaster (basestasjoner) i dag. Det er verdt å merke seg at "mikrobølgesyndromet", som rammet ansatte ved den amerikanske ambassaden i Moskva, omfatter de samme helseplagene som er rapportert i nyere studier av folk som bor nær mobilmaster.

5.1.2 Nyere studier som har funnet helsevirkninger

Frei og medarbeidere (2009) gjorde en undersøkelse i en by i Sveits, der 166 innbyggere gikk med et dosimeter på seg i en uke. Det viste seg at ca. 32 % av en persons eksponering for mikrobølger kom fra basestasjoner for mobiltelefoni. Basestasjoner er altså en ikke ubetydelig kilde til eksponering.

I Frankrike gjorde forskere en undersøkelse blant beboere i nærheten av mobilmaster. Studien omfattet 530 personer og 18 helsesymptomer. Avstanden til mastene varierte fra mindre enn 10 m til over 300 m. Forskerne fant at trøtthet, hodepine, irritabilitet, synsforstyrrelser, søvnvansker og depressive tendenser forekom hyppigere hos dem som bodde nær en mobilmast, enn hos dem som bodde langt unna (Santini et al. 2002). I Egypt ble det også funnet signifikant økning av slike plager blant folk som bodde nær en mobilantenne (Abdel-Rassoul et al. 2006). I Spania ble det gjort en liknende undersøkelse, der forskerne også målte strålingsintensiteten i hjemmene. De fant at tilsvarende symptomer økte med kortere avstand til mobilantenner, og med økt strålingsintensitet i hjemmet (Navarro et al. 2003). Noen vil innvende at nærhet til en basestasjon kan ha fått deltakerne til å rapportere flere og sterkere helseplager. Oberfeld og medarbeidere (2004) gikk derfor videre med den spanske studien og utførte flere statistiske tester. Da viste det

seg at deltakernes engstelse bare i liten grad hadde påvirket resultatet, dvs. medført endring i kun to av de 16 symptomene som ble undersøkt. I Østerrike fant Hutter og medarbeidere (2006) at hodepine og andre symptomer økte med strålingsintensiteten i soverommet.

I 2010 laget Vini Khurana i Australia, sammen med forskere i andre land, en oversikt over alle befolkningsstudier som hadde sett etter en sammenheng mellom mobilmaster og helseplager, ev. kreft (Khurana et al. 2010). De fant ti slike studier (inklusiv de fire som er omtalt over). To av studiene hadde ikke funnet noe relevant, to hadde funnet økt forekomst av kreft, og seks hadde funnet økt forekomst av hodepine, konsentrasjonsvansker, søvnproblemer, kognitive problemer etc. hos personer som bodde mindre enn 400 m unna en mobilmast.

5.1.3 *Trådløse nett*

Noen hevder at stråling fra trådløse nett er veldig svak. Men når man sitter ved en bærbar PC og laster ned stoff fra Internett trådløst, så utsettes man for like mye stråling (rundt 1000 $\mu W/m^2$ og høyere) som om man var like i nærheten av en basestasjon for mobiltelefoni (50–80 m unna). Tallene går fram av målinger som Post- og teletilsynet har gjort på skoler (f.eks. Post- og teletilsynet 2007, 2009). Uansett om det er basestasjoner, trådløse nett eller mobiler, så er det samme type stråling vi snakker om, den er i området 0,9–2,5 GHz. Siden eksponeringen dessuten er så langvarig, er det relevant å sammenlikne stråling fra trådløse nett og fra basestasjoner i nærmiljøet, med stråling fra mobil, se 5.4.

5.2 *Biologiske, ikke-termiske virkninger*

5.2.1 *Generelle virkningsmekanismer*

Som kjent er nervesystemet hos mennesker og dyr basert på elektriske signaler. Elektrisitet er også involvert i prosesser på cellenivå. Hypotesen er at den kunstige elektromagnetiske strålingen forstyrrer interne elektriske prosesser i organismen. Eksperimentell forskning utført i Russland bekrefter dette, særlig arbeidet til den russiske biofysikeren Alexander Presman (Schjelderup 2006). I vestlig medisin er ikke dette så kjent som i Russland, men enkelte forskere var tidlig ute med å påpeke skadevirkninger av elektromagnetiske felt. En av dem var amerikaneren Robert O. Becker, som bl.a. har skrevet boken *The Body Electric: Electromagnetism And The Foundation Of Life* (Becker & Selden 1985). I Europa har bl.a. Gerard Hyland beskrevet biologiske effekter av strålingen. I en review-artikkel i *The Lancet* gjør han rede for biologiske effekter som er kjent for å framkalle symptomer som en del mennesker erfarer, for eksempel hodepine, epileptiske anfall og kreft (Hyland 2000). I en omfattende review-artikkel om stråling fra basestasjoner gir Levitt og Lai (2010) en oversikt over biologiske, ikke-termiske virkninger av radiofrekvente felt (RF) langt under grenseverdiene (jamfør 2.1.2):

- økt kalsiumtransport i menneskelige celler etter eksponering for RF ved 0,005 W/kg. Kalsium er en viktig komponent i normale cellefunksjoner (Dutta et al. 1989)
- endret immunologisk funksjon hos mus etter eksponering for RF med effekttetthet 0,001 mW/cm^2 (10 000 $\mu W/m^2$) (Fesenko et al. 1999)
- økning i serum-testosteronnivåer i rotter som ble eksponert for GSM-liknende RF ved SAR-verdier på 0,018–0,025 W/kg (Forgacs et al. 2006)
- økning i blod-hjerne-barrierens gjennomtrengelighet hos mus eksponert for RF ved 0,0004–0,008 W/kg. Blod-hjerne-barrieren er en fysiologisk mekanisme som beskytter hjernen mot giftige stoffer, bakterier og virus (Persson et al. 1997)
- DNA-skade i celler eksponert for RF ved SAR 0,0024–0,024 W/kg (Phillips et al. 1998)

- økning i DNA-trådbrudd i rotters hjerneceller etter eksponering for RF ved SAR 0,0008 W/kg (Kesari & Behari 2009)
- endringer i DNAets reparasjonsmekanisme etter RF-eksponering ved SAR 0,0037 W/kg (Belyaev et al. 2009)

5.2.2 *Hva med kreft?*

En forskergruppe i Italia har publisert en omfattende meta-analyse av studier om mobilbruk og svulster i hodet. I samme artikkel gjør de rede for uoverensstemmelsene i befolkningsstudiene på dette området (Levis et al. 2011). Artikkelen gir også en oversikt over virkningsmekanismer, altså hvordan radiofrekvent stråling kan tenkes å påvirke kroppen slik at kreft oppstår. Levis og medarbeidere skriver bl.a. at "den kreftfremkallende virkningen av elektromagnetisk stråling fra mobiltelefoner støttes av en betydelig mengde eksperimentelle data. Denne strålingen kan medføre en rekke forskjellige effekter som er i stand til å forårsake, eller medvirke til, omdannelse til kreftceller". De nevner disse virkningene:

- genetiske forandringer (DNA-skade, kromosomendringer, mikrokjerner[11] og genmutasjoner i celler (inkludert formeringsceller og hjerneceller) som er bestrålt i reagensglass (Phillips et al. 2009, Ruediger 2009); hos dyr som er eksponert i laboratorium (Ferreira et al. 2006, Panagopoulos et al. 2007) eller i naturlig miljø (Balode 1996), og hos mobiltelefonbrukere (Gadhia 2003);

- fremkalling av DNA-reparasjonssyntese og forandringer i transkripsjonen av DNA, aktivering av kreftdannelse og andre epigenetiske effekter (Friedman et al. 2007, Buttiglione 2007);

- forandring i blod-hjerne-barrierens gjennomtrengelighet og (derav følgende) hjernecelleskade (Salford et al. 2003, Nittby et al. 2009);

- framkalling av varmesjokkproteiner som stresser levende celler, samt celledød (Karinen et al. 2008, Blank & Goodman 2009);

- reduksjon av melatoninsyntesen samt aktivering av Fentons reaksjon, som øker konsentrasjonen av frie radikaler og peroksider som er i stand til å skade DNA (Phillips et al. 2009, Sokolovic et al. 2008);

Blant alle artiklene nevnt over, vil vi trekke fram Phillips og medarbeidere (2009) og Blank & Goodman (2009).

I en oppsummerende artikkel gjør Jerry Phillips, Narenda P. Singh og Henry Lai (2009) rede for egne og andres undersøkelser som har vist enkle og doble trådbrudd i DNA etter eksponering for svake radiofrekvente felt. Lai og Singhs oppsiktsvekkende resultater på slutten av 1990-tallet ble frambragt ved bruk av en bestemt metode (kometmetoden[12]) som stiller store krav til nøyaktighet. Også Phillips benyttet denne metoden. Han fant noe enda mer oppsiktsvekkende, nemlig at ulike mobiltelefonsignaler, intensiteter og eksponeringstider kunne øke eller redusere DNA-skade, noe som tyder på at cellens reparasjonsmekanisme blir påvirket. I oppsummeringsartikkelen viser Phillips, Singh og Lai til 10 andre studier som har funnet DNA-skader etter eksponering for mobiltelefon-liknende stråling. I tillegg er det utført en rekke studier som ikke har funnet noen effekt. Spesielt gjelder dette Motorola-finansierte studier ved Washington universitet, som ifølge

[11] Mikrokjerner forekommer typisk i celler som har en eller annen DNA-skade. Skaden kan for eksempel skyldes stråling, skadelige kjemikalier eller mutasjoner. Økt dannelse av mikrokjerner er vanlig i kreftceller. (Fra *Wikipedia* 2012-01-20)
[12] på engelsk: comet assay

Phillips, Singh og Lai har brukt en annen variant av kometmetoden. De tre forfatterne drøfter "lessons learned" med tanke på metodiske forskjeller og forskeres mulige feiltrinn, samt finansieringskilde og vitenskapsforståelse. Dessuten sammenlikner de Phillips' funn av både økning og reduksjon av DNA-skade, med funn på andre forskningsfelt der det har vist seg at virkestoffer kan gi motsatte reaksjoner i cellene dersom man varierer tiden stoffet får virke, eller stoffets konsentrasjon, eller en annen parameter. I sin diskusjon om virkningsmekanismer trekker de fram dannelse av frie radikaler etter påvirkning av radiofrekvente felt. De minner dessuten om at sammenhengen mellom sigarettrøyking og lungekreft var akseptert lenge før noen virkningsmekanisme ble fastslått.

I en omfattende review-artikkel gjør Blank & Goodman (2009) rede for hvordan elektromagnetiske felt aktiverer cellenes stressrespons. Under gjengis noen av artikkelens konklusjoner (EMF = elektromagnetiske felt, ELF = ekstremt lav frekvens, RF = radiofrekvens):

- Noen typer celler, men ikke alle, reagerer på EMF.
- Celler avlet i laboratorier ("laboratorieceller") ser ut til å reagere annerledes enn "ferske" celler av samme type[13].
- De samme mekanismene som er observert ved ioniserende stråling[14], er observert også ved ikke-ioniserende stråling.
- De samme mekanismene som er observert for ELF, nemlig stressrespons, er også observert for RF, men da med kraftigere konsekvens, nemlig brudd på DNA.

Blank & Goodman avslutter slik (vår oversettelse):

> *Det er klart at for å beskytte levende celler må grenseverdiene for elektromagnetiske felt endres fra den nåværende termiske standarden, som er basert på energi, til en som er basert på biologiske responser som forekommer langt under terskelen for endringer forårsaket av oppvarming.*

Merk at verken Phillips' eller Blank & Goodmans artikkel er tatt med i de årlige rapportene til den svenske Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM), en av de kildene utvalget har valgt å basere sitt arbeid på. Utvalgets rapport refererer til ICNIRP (2009) og skriver om arbeidene til Lai og Singh: *Resultatene har ikke latt seg reprodusere* (FHI s. 77). Dette er feil. Phillips og medarbeidere (se over) viser til 10 andre studier som har tilsvarende resultater. Det seriøse magasinet *Microwave News* lister opp 13 studier som har funnet DNA-skader og 3 studier som har funnet kromosomendringer etter mobiltelefonstråling, samt 6 studier som har dokumentert endringer i DNA etter eksponering av mobiltelefon-liknende stråling (Microwave News 2008b).

5.2.3 *Mer om stress i cellene*

De senere år er det kommet flere forskningsrapporter som bekrefter at proteiner i cellene påvirkes av radiofrekvent stråling. El-Ezabi og medarbeidere (2010) fant signifikant økning av varmesjokkproteiner i rottehjerner etter bestråling med mobiltelefon ved relativt lav SAR-verdi, 2,9 mW/kg (litt over en tusendel av den norske grenseverdien på 2 W/kg).

Fragopoulou og medarbeidere (2012) utsatte en gruppe mus for mobilstråling 3 timer pr. dag i 8 måneder, og en annen gruppe mus for liknende stråling fra trådløs telefon (av DECT-typen) 8 timer pr. dag i 8 måneder. En tredje gruppe mus ble ikke bestrålt. Så studerte de forekomstene av

[13] Dette kan være en grunn til at en del forsøk på å gjenta cellestudier, ikke lykkes i å finne effekter.
[14] for eksempel radioaktivitet og røntgen

proteiner i hjernen. Det viste seg at de to eksponerte gruppene hadde fått en signifikant endring i proteinuttrykket. Til sammen 143 proteiner ble uttrykt, deriblant varmesjokkproteiner og proteiner som har sammenheng med stoffskiftet i hjernen. Disse endringene kan relateres til bl.a. oksidativt stress i nervesystemet. Forfatterne mener at endringene kan forklare menneskelig helseskade som er rapportert tidligere, slik som hodepine, søvnforstyrrelse, kronisk trøtthet, hukommelsessvikt og – over lang tid – utvikling av hjernesvulst under liknende eksponeringsforhold.

Forskere i Tyskland målte stresshormoner hos 60 beboere i et område før oppsetting av en basestasjon (Buchner & Eger 2011). Så målte de igjen etter et halvt år, og halvannet år, etter at antennen var satt i drift. Det viste seg, med statistisk holdbarhet, at personene hadde fått mye høyere verdier av stresshormonene adrenalin og noradrenalin seks måneder etter at basestasjonen var satt i drift, og etter enda et år hadde ikke situasjonen bedret seg. Det å leve med en konstant stress-situasjon i kroppen er skadelig for helsen. Undersøkelsen er framhevet i begrunnelsen for Europarådets kraftige advarsel mot elektromagnetiske felt (Council of Europe 2011a, 2011b). De viktigste delene av begrunnelsen for Europarådets rapport er oversatt til norsk og finnes i appendiks E.

Belyaev og medarbeidere (2009) oppdaget at stråling fra 3G-mobiltelefoner (UMTS) reduserer DNA-ets evne til å reparere seg selv når brudd oppstår. Denne effekten varte inntil 72 timer etter eksponering for stråling, dette er lengre tid enn stressresponsen som følger av varmesjokk. Virkningen ble observert hos både eloverfølsomme og ikke-eloverfølsomme personer, og den bekrefter at effekter av mobilstråling avhenger av frekvensen, og ikke bare av effekttettheten i det elektromagnetiske feltet (se 5.4). Studien bekrefter også hypotesen om at strålingen fra UMTS kan gi større helserisiko enn strålingen fra 2G-mobiltelefoni (Zwamborn et al. 2003, Adlkofer 2007). Lena Hillert, som sitter i utvalget, er medforfatter. Studien er ikke nevnt i SSM 2009, SSM 2010 eller i utvalgets rapport. Vi vet ikke hvorfor Lena Hillert ikke trekker fram eget arbeid i denne sammenhengen, men noterer at det ikke er første gang. Hillert har navnet sitt på en rekke artikler som viser potensielt skadelige effekter av svake radiofrekvente felt. Journalisten Mona Nilsson setter søkelyset på bl.a. Feychting og Hillert i sin bok *Mobiltelefonins hälsorisker* (2010).

5.3 Virkninger på barn og unge

5.3.1 Barn er ikke små voksne

Det er allmenn enighet blant forskere om at EMF trenger lettere inn i hjernen på barn enn på voksne. Det er fordi barnas hjerneskaller er tynnere. Det er også generell enighet om at barn er mer sårbare for stråling fordi cellene deres deler seg raskt, og hjernen er under utvikling. Hjernen hos barn er derfor mer påvirkelig enn hjernen hos voksne. CEFALO-rapporten (Aydin et al. 2011, se 6.9.2) framhever dette i sin innledning. Altså, barn er ikke "små voksne".

Barn og unge bruker dessuten elektronikk på en annen måte enn mange voksne gjør. Barn snakker relativt lite i mobil, men de sitter lenge om gangen på PC og gjør skolearbeid, spiller eller er på Facebook. Hvis PC-en har trådløst Internett, blir barna bestrålt veldig lenge hver gang. Merk at også babycalls og walkie-talkier (også av leke-typen) kommuniserer ved hjelp av radiofrekvente felt, det samme gjør trådløse håndsett til TV-spill. De stadig mer populære Ipad-ene bruker trådløst nettverk og er altså i samme kategori. Det er bare noen få studier som er gjort på barn, og i fortsettelsen skal vi se på de viktigste av dem.

5.3.2 Atferdsproblemer hos barn

Forskere i California har gjort en stor undersøkelse av mobilbruk blant gravide (Divan et al. 2008). De tok for seg alle barn som var født i Danmark et bestemt år, og intervjuet mødrene om deres

mobilbruk under svangerskapet. Mødrene, som hadde til sammen 13 159 barn, ble intervjuet da barna var sju år gamle. Forskerne spurte også om barnas mobilbruk, og om barnas oppførsel. Det viste seg da, til forskernes forbauselse, at de mødrene som hadde brukt mobil mest under svangerskapet, hadde høyest risiko for å få barn med atferdsvansker. Det dreide seg om både autisme-liknende og ADHD-liknende atferd. Det var 54 % større risiko for atferdsproblemer hos barn som ble eksponert som foster. Risikoøkningen var i alt 80 % dersom barnet selv brukte mobil. Resultatene var statistisk signifikante, dvs. at de bare med svært liten sannsynlighet skyldes tilfeldigheter. Forskerne hadde justert for barnets kjønn, morens alder, røyking under svangerskapet, psykiske problemer hos mor, og sosiale forhold.

To år senere replikerte Divan og medarbeidere denne undersøkelsen, men da med over dobbelt så mange barn (28 745) (Divan et al. 2010). Forskerne mente at mobilbrukerne i denne gruppen av mødre bedre representerte nåværende mobilbrukere. Undersøkelsen ble foretatt da barna var sju år gamle. Denne gangen tok forskerne høyde for flere mulige medvirkende faktorer, bl.a. familiens livsstil, sykdommer hos barna, og mødrenes oppmerksomhet overfor barna. Likevel fant forskerne det samme mønsteret i disse dataene, om enn noe svakere: 50 % større risiko for atferdsvansker hos barn hvis mødre hadde brukt mobil i svangerskapet, og som selv brukte mobil.

Tyske forskere gjorde en annen vri, de ville måle stråledosen som barn og unge utsettes for i dagliglivet (Heinrich et al. 2010). De fikk ca. tre tusen barn og unge i Bayern til å gå med et dosimeter på seg fra de stod opp om morgenen til de la seg om kvelden. Dosimetrene målte stråling fra mobiler, basestasjoner og trådløse nett. Det viste seg da at den firedelen av barna som var mest eksponert for stråling, fikk mer konsentrasjonsproblemer om kvelden enn resten av barna. Og den firedelen av ungdommene som var mest eksponert, hadde mer hodepine og var mer irritable enn resten av ungdommene. Resultatene er statistisk signifikante, dvs. at de med stor sannsynlighet ikke skyldes tilfeldigheter.

5.3.3 *ADHD hos mus som ble bestrålt som fostre*

Til tross for klare resultater og et stort antall deltakere i Divans studier (5.3.2) har disse resultatene ikke satt nevneverdige spor etter seg i synet på gravides bruk av mobiltelefon, verken hos enkeltpersoner eller hos myndighetene. Innvendinger går ut på at befolkningsstudier ikke er nok til å påvise en sammenheng; det må også dokumenteres hvilken mekanisme som forårsaker slik skade på hjernen.

Forskere ved det anerkjente Yale-universitetet i USA har i dyreforsøk bekreftet sammenhengen mellom mobilstråling i mors liv og etterfølgende atferdsproblemer. I tillegg har de studert hvilken nevrologisk skade i hjernen som kan forårsake slike atferdsproblemer (Aldad 2012). Forskerne utførte en rekke tester med en stille, men strålende mobiltelefon (900 eller 1800 MHz, SAR-verdi 1,6 W/kg) over testbur med gravide mus som kunne bevege seg i avstanden 4,5–22,3 cm fra mobiltelefonen. Det var flere bur og til sammen 33 gravide mus. I andre bur plasserte de en kontrollgruppe på 42 gravide mus med en liksom-telefon på tilsvarende plass som hos testgruppen (over matfatet). Musene var i burene i 17 døgn, og få døgn senere ble museungene født. Forskerne testet museungenes hukommelse, grad av hyperaktivitet og grad av engstelse.

For å teste hukommelse lot de museungene gjøre seg kjent med to like gjenstander som ble plassert i burene 15 minutter hver dag i to dager. Den tredje dagen ble en av disse tingene erstattet med en annen gjenstand. Musene ble filmet slik at forskerne kunne studere hvordan musene reagerte på den nye, ukjente gjenstanden. Hvis musene brukte mye tid på å utforske den nye gjenstanden, ville det bety at de husket den gamle og kunne konsentrere seg om den nye utfordringen. Dette slo til for musebarn av kontrollgruppen. Men musebarn av den bestrålte testgruppen oppførte seg

annerledes, de brukte uforholdsmessig mye tid på den gamle tingen. De hadde mindre evne til å gjenkjenne og huske den gamle tingen, altså dårligere hukommelse.

Så testet forskerne hvor engstelige musebarna var. I dette eksperimentet brukte de en boks med et hvitt, opplyst rom og et svart, mørklagt rom og med mulighet for musene til å gå fritt mellom rommene. Mus har en naturlig frykt for lyset. Lengden på oppholdstiden i det mørke rommet ville derfor angi hvor engstelige musene var. Antall passeringer mellom de to rommene ble brukt som mål på eventuell hyperaktivitet. Hver mus ble plassert 5 minutter i boksen og ble filmet. Det viste seg at mus bestrålt som foster oppholdt seg signifikant lengre tid i det hvite og opplyste rommet, og de løp oftere mellom lyst og mørkt rom enn mus i kontrollgruppen.

Konklusjonen var altså at de museungene som ble bestrålt som foster, hadde dårligere hukommelse (læreevne), var mer hyperaktive og mindre engstelige enn andre museunger. Forskerne fulgte opp disse resultatene med studier av nevrologiske endringer i den delen av hjernen som styrer slik atferd. De så spesielt på endringer i prefrontal cortex, som overser forstyrrelser og opprettholder målrettet fokus. Hos eksponerte mus registrerte de endringer i signalene som styrer denne evnen til å fokusere. Denne mekanismen ligger bak økningen i det som forfatterne kaller nevrobiologiske forstyrrelser (ADHD med mer).

Vanlige innvendinger mot forskning som dette, er at studien "mangler dosimetri", det vil si at forskerne ikke målte nøyaktig hvor mye stråling hver gravide mus ble eksponert for, siden musene gikk fritt i buret. Aldad og medarbeidere skriver at det trengs mer forskning og bedre kontroll med eksponeringen, men likevel har de utvilsomt flyttet kunnskapsstatus et godt stykke videre. Dessuten har de vist klare dose-respons-sammenhenger; det vil si at jo mer mamma-musene ble bestrålt, jo mer atferdsproblemer ble observert blant avkommet. Forskerne fant også en klar dose-respons-sammenheng i de endringene i hjernen som fører til atferdsforstyrrelser. Videre dokumenterte de at stress blant de gravide musene ikke var årsak til avkommets atferdsforstyrrelser. Forskerne mener at de har identifisert et nytt potensielt bidrag til den økte forekomsten av hyperaktive barn, et bidrag som lett kan forhindres.

5.3.4 *Astma hos barn – en risiko ved magnetfelt*

De siste årene har vi sett en betydelig økning av astma hos barn. Derfor vil vi ta med en studie som har undersøkt om det kan være en sammenheng mellom lavfrekvente magnetfelt og barns utvikling av astma. Lavfrekvente magnetfelt (typisk 50 Hz som i boliger) tilhører ikke kategorien radiofrekvente felt som utvalget har konsentrert seg om i samsvar med mandatet. Magnetfelt oppstår rundt strømførende ledninger og med spesiell styrke rundt høyspentkabler over og under bakken.

For omlag ti år siden klassifiserte WHO lavfrekvente magnetfelt som *mulig kreftfremkallende*. Begrunnelsen på nettstedet til Statens strålevern lyder: "Omfattende internasjonal forskning har funnet at det er en mulig økt risiko for at barn som vokser opp i boliger der magnetfeltet er over 0,4 µT (mikrotesla), utvikler leukemi." En relativt ny forskningsrapport om barn og astma bekrefter at magnetfelt er spesielt farlig for barn – denne gangen gjelder det fostre (Li et al. 2011). Undersøkelsen var opprinnelig laget for å finne ut om påvirkning av magnetfelt kunne framkalle spontanaborter hos gravide kvinner. De vordende mødrene gikk med et lite måleapparat i ett døgn i første eller andre tremånedersperiode av svangerskapet. Måleapparatet fanget opp hvor sterke magnetfelt mødrene ble utsatt for i løpet av de 24 timene. Etter godt og vel 13 år ble 626 mor-barn-par fulgt opp i en spørreundersøkelse for å finne ut hvor mange, og hvilke, av barna som hadde utviklet astma. Det viste seg at de barna hvis mødre hadde høyest eksponering for magnetfelt i svangerskapet (over 3 mG), hadde 3,5 ganger så høy forekomst av astma som i den lavest

eksponerte gruppen. Det var et tydelig dose-respons-forhold: jo mer eksponering, jo høyere forekomst av astma. Resultatet framkom etter at forskerne hadde korrigert dataene for mulige medvirkende årsaker som man vanligvis tar i betraktning: mødrenes alder, rase, utdannelse, røyking i svangerskapet og astma i familien. Disse mulige medvirkende årsaker gjorde ingen forskjell for resultatet.

5.4 Vinduer, eksponeringstid og individuelle reaksjoner

Igor Belyaevs omfattende review-artikkel om ikke-termiske effekter (Belyaev 2005) peker på en rekke viktige faktorer som mange forskere overser:

- Det finnes "vinduer" i både effekttetthet og frekvens, der radiofrekvente felt gjør større skadevirkning på celler.
- Eksponeringstiden kan spille en mye større rolle enn effekttettheten (feltstyrken).
- Puls-modulert stråling gir ofte større, og ganske andre, biologiske effekter enn kontinuerlige bølger.
- Arv, kjønn og individuelle forskjeller kan ha betydning for hvordan individer reagerer på radiofrekvente felt.

Også ICNIRP er klar over at noen feltstyrker kan gjøre mer skade enn andre. I sitt *review* gjør de rede for en rekke forskningsarbeider. Noen av disse viser at genuttrykket i tomatplanter kan påvirkes negativt etter kort tids eksponering av radiofrekvente felt (RF) av den typen som er typisk for byområder. "To funn kan framheves", skriver de. For det første ble det observert en reaksjon som man tidligere hadde observert etter skade på planten i en annen sammenheng. "Dette impliserer at tomatplanter merker og responderer på lav-nivå RF som om det var skadelig. Videre var responsen som ble observert ved 4,2 W/m^2, sammenliknbar med den som ble framkalt ved 66 mW/m^2. Denne 'alt eller intet'-responsen ... tyder på at det RF-framkalte 'skadesignalet' er et elektrisk signal inni planten" (ICNIRP 2009, vår oversettelse). Vi vil minne om at 4,2 W/m^2 er på nivå med de norske grenseverdiene, og at 66 mW/m^2 tilsvarer omtrent 1/150 av grenseverdien for felt fra UMTS-basestasjoner (se 2.1.2). Disse to ulike feltstyrkene medførte altså den samme skaden i tomatplantene.

Kan elektromagnetiske felt virke positivt?

At vinduseffekter finnes, er vist i flere forskningsrapporter om gunstige medisinske virkninger av elektromagnetiske felt. Lederartikkelen i *British Journal of Cancer* 106 (2012) varsler et forestående paradigmeskifte ved bruk av svake EMF ved behandling av kreft (Blackman 2012). To banebrytende artikler i dette tidsskriftet rapporterer om eksperimenter med lovende resultater. Kort oppsummert viste eksperimentene at en bestemt frekvens med spesifikke amplitydemodulasjoner kan stabilisere og krympe leversvulster hos pasienter med langt framskreden kreft (Costa 2011, Zimmerman 2012). Den høyfrekvente bærebølgen som ble brukt, var 27,12 MHz, amplitydemodulert i området 100 Hz–21 kHz. Forsøk med ulike styrker på det elektromagnetiske feltet viste signifikant krefthemmende effekt ved SAR-verdier fra 0,05 til 1,0 W/kg. (Den norske grenseverdien for SAR fra høyfrekvente felt er 2 W/kg mot hodet, 4 W/kg mot lemmer.)

Det ser altså ut til at visse typer kreft kan behandles ved bruk av en høyfrekvent bølge med mye lavere frekvens enn hva som kommer fra mobiltelefoner og trådløse nett. Resultatene viser at det finnes frekvenser som gir varig effekt på menneskelige celler, ved strålingsstyrke (SAR) langt under grenseverdien.

5.5 Må man vite alt før man gjør noe?

Statens strålevern og andre som hevder at elektromagnetiske felt under grenseverdiene ikke er skadelige, viser gjerne til mangelen på plausible forklaringsmodeller ut over oppvarmingsmodellen. Men det skorter ikke på sannsynlige virkningsmekanismer, jamfør oversikten i 5.2. Selv om vi ikke vet absolutt alt, vet vi nok til å være føre var. Historien om Semmelweiss og barselfeberen har vist – ettertrykkelig – at det er lurt å handle før man har en komplett forklaringsmodell på plass, se rammen.

Semmelweiss ble ikke trodd

Det ligger i vitenskapens vesen at man aldri kan være sikker på at man har kommet til bunns i problemet og forvalter "sannheten". Det kan dukke opp nye data, nye metoder og/eller nye forklaringsmodeller som velter alt vi hittil har stolt på. Dette har skjedd flere ganger.

Mange kjenner historien om hvordan den østerrikske legen Ignaz Semmelweiss fant årsaken til barselfeberen i første halvdel av 1800-tallet. Dødsraten blant barselkvinnene sank betraktelig etter at Semmelweiss påla føldselshjelperne streng håndhygiene. Men for det medisinske establishment i Wien var det helt uhørt at et farlig luktstoff skulle kunne smitte fra legestudentenes hender over på barselkvinnene og forårsake deres død. Semmelweiss ble latterliggjort og mistet jobben, man slurvet med håndvasken, og dødsraten blant barselkvinnene steg igjen. Noen få tiår senere kom Louis Pasteur og etableringen av bakteriologien. Men da var Semmelweiss for lengst død. Post mortem fikk han ære og oppreisning, og forskningsmetoden hans er i dag et skoleeksempel på vitenskapelig hypotesetesting.

Semmelweiss-historien er et godt eksempel på at det medisinske establishment avviste en rekke konsistente observasjoner fordi de ikke hadde rett forklaringsmodell på plass ennå – og fordi observasjonene ikke passet inn med det de ønsket å tro.



6 Svulster i hodet

Elektromagnetiske felt vurderes som en faktor bak ulike former for kreft, bl.a. brystkreft og testikkelkreft. Men ettersom debatten – og forskningen – i hovedsak har dreid seg om mobilbruk og svulster i hodet, vil vi her konsentrere oss om dette. Det er tre områder i hodet som er spesielt utsatt: hjernen, hørselsnerven og ørespyttkjertelen.

6.1 De viktigste innvendingene

Det er to hovedinnvendinger mot at elektromagnetiske felt fra mobiltelefon skal kunne forårsake svulster i hodet: Det hevdes at det ikke finnes noen kjent virkningsmekanisme, og det hevdes at antall tilfeller av svulster i hodet ikke har økt de senere år. Den første innvendingen holder imidlertid ikke, for det er identifisert en lang rekke biologiske effekter av svake elektromagnetiske felt. Når det gjelder effekter som kan trigge utvikling av svulster, er det først og fremst snakk om skader på DNA-molekylet, se 5.2.1 og 5.2.2. Det at ikke hele virkningskjeden er kjent, kan ikke brukes til å avfeie en hypotese som er styrket av mange observasjoner.

Den andre innvendingen har heller ikke entydig støtte i empiriske data. Latenstiden for kreft er lang, så det kan ta tid før en eventuell økning viser seg i statistikken. Desto mer interessant er det at et forskerteam i Australia nylig fant at forekomsten av ondartede hjernesvulster hadde økt signifikant i perioden 2000–2008, mest blant folk som var 65 år eller eldre. (Dobes et al. 2011).

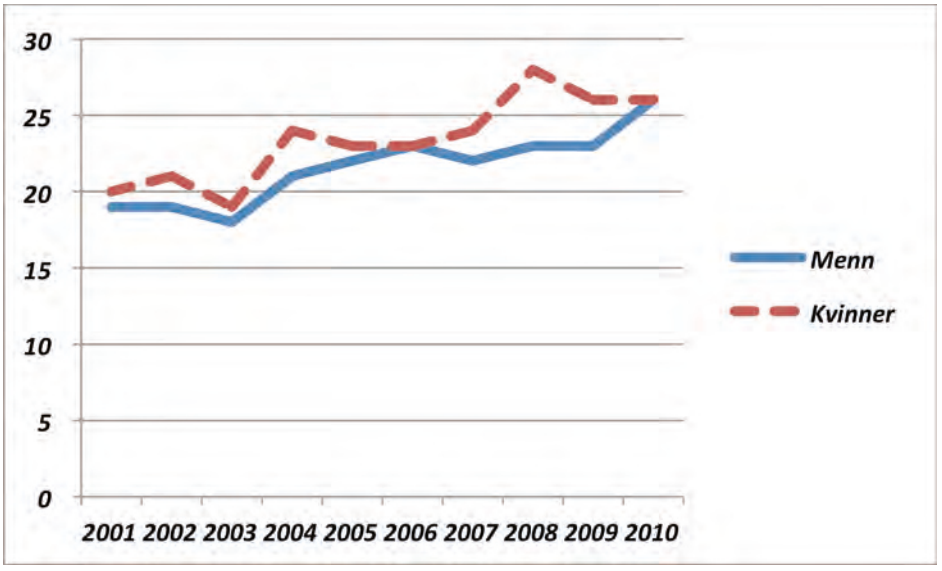
Den amerikanske kreft-epidemiologen Devra Davis viser til en stadig stigende trend i Norge og Finland. Hun påpeker imidlertid at innrapporteringsrutinene for kreft varierer sterkt, og at antall tilfeller i Sverige underrapporteres (Davis 2011). Den svenske journalisten Mona Nilsson har intervjuet Tom Borge Johannesen ved Kreftregistret i Norge og siterer ham på sin blogg:

> *Enligt Tom Borge Johannesen vid norska Kreftregistret, är det svårt att dra slutsatser utifrån cancerstatistiken eftersom trenderna kan påverkas av förändringar i diagnostik och inrapporteringsrutiner. I Norge infördes förbättrade inrapporteringsrutiner runt år 2000 vilket kan förklara en del av ökningen i Norge, men Johannesen utesluter inte en reell ökning av antalet fall i befolkningen* (Nilsson, 2011b).

Söderqvist og medarbeidere (2011) baserer seg på den nordiske kreftstatistikkdatabasen (NORDCAN) og viser tall fra Norge, Sverige og Danmark for krefttilfeller i hjernen og sentralnervesystemet hos barn i aldersgruppen 5–19 år. Tallene for Norge i perioden 1990–2008 viser en årlig økning på 3,3 % for gutter og 2,5 % for jenter. (Tilsvarende tall for Sverige og Danmark er annerledes, og tallene for de tre landene samlet vipper rundt 0.) Söderqvist og medarbeidere påpeker derfor at man må være forsiktig med å bruke forekomstdata til å avskrive resultater fra analytiske befolkningsstudier. Söderqvists artikkel er ikke omtalt i utvalgets rapport.

Utvalgets rapport viser til at tall for forekomsten av hjernesvulst kan følges til 2009 for Sverige, til 2008 for andre nordiske land og Australia, og til 2007 for England og USA (FHI s. 93). For Danmark er imidlertid utviklingen fram til og med 2010 presentert i rapporten *Cancerregisteret 2010: Tal og Analyse* fra Sundhetsstyrelsen i Danmark (Sundhedsstyrelsen 2011). Cancerregisteret gir tall for utviklingen i hjernesvulst og skiller ikke mellom såkalt ondartede og godartede svulster. (Dette er heller ikke praksis hos Kreftregisteret i Norge, som rimeligvis klassifiserer alle svulster i hjernen som ondartede på grunn av begrenset mulighet til inngrep.) I Danmark er det tegn til stigning i forekomst av svulst på hjernen og sentralnervesystemet. Cancerregisteret sier om utviklingen fra 2009 til 2010:

Der ses en markant stigning af svulster i hjerne og centralnervesystem hos mænd. Stigningen er på 16 pct. i incidensraten, svarene til en stigning i antal fra 638 til 748. Der ses ikke en tilsvarende stigning hos kvinderne. (Cancerregisteret 2010)



Forekomst av svulst på hjernen og sentralnervesystemet per 100 000 innbyggere, alderskorrigert, Danmark 2001-2010. Fra Cancerregisteret 2010

Offisielle tall fra Danmark viser altså tegn til en økning i forekomsten av svulst på hjernen.

En amerikansk studie har vurdert eventuelt samsvar mellom risikonivåer og forekomst av hjernesvulst i USA (Little et al. 2012). Den konkluderer med at kreftratene i USA for hjernesvulst i 1997–2008 stemmer godt med resultatene som ble presentert i INTERPHONE-rapportens vedlegg 2, når det gjelder de høyeste eksponeringsgruppene (se 6.4.5). Det vil si at INTERPHONEs alternative analyse, som gav 118 % risikoøkning (OR = 2,18) etter minst 10 års bruk, er bekreftet av trendene i det amerikanske kreftregistret. Analysen i vedlegg 2 gav langt høyere risiko enn INTERPHONEs hovedrapport, hvor resultatet var 40 prosent risikoøkning for "storbrukerne". Merk at ICNIRP-leiren har valgt å se bort fra INTERPHONEs vedlegg 2.

De fleste studiene som utvalget refererer til, viser ikke økning i kreftforekomst. Utvalget omtaler dem som oftest kort, med resultat og referanse. Den eneste studien i utvalgets portefølje som viser økt kreftforekomst, er studien til Dobes og medarbeidere (2011) for Australia. Det er uklart hvorfor utvalget bare nevner den på en summarisk måte (FHI s. 93), for studien gikk grundig til verks for å finne ut om forekomsten av svulst på hjernen øker eller ikke. Dobes og medarbeidere hadde tydeligvis bestemt seg for å ta innersvingen på etterslepet i statistikk fra kreftregistre, som ligger 3–5 år i etterkant av utviklingen. Forskerteamet hentet ut data direkte fra registre over svulstprøver ved 24 nevrokirurgiske sentra. Til sammen dekket disse sentrene to stater i Australia med om lag 7 millioner innbyggere i tidsrommet 2000–2008. De tok hensyn til alder, kjønn og om det var ondartet eller godartet svulst. Forekomstratene ble aldersstandardisert og analysert så forskerne kunne identifisere trender.

De fant ingen signifikante trender for godartet svulst for verken menn eller kvinner eller ulike aldersgrupper. Men de fant en generell signifikant økning i forekomsten av ondartet hjernesvulst –

for en stor del på grunn av en markant økning i forekomsten hos personer som var 65 år eller eldre[15]. Økningen var spesielt markert etter 2004, og var den samme for menn og kvinner. Spørsmålet reiser seg om økningen for aldersgruppen 65 år og eldre skyldes bedre diagnosemetoder. Forfatterne viser imidlertid til at da CT og MR ble innført i Australia tidlig på 1990-tallet, ble det ikke observert noen økning i kreftforekomst.

Utvalget hevder at befolkningsstudier av sammenheng mellom mobilbruk og svulst på hjernen har så mange metodeproblemer at nye studier neppe kan bidra med noen ny informasjon. Utvalget konkluderer med at det å følge med på utviklingen i forekomst av hjernesvulst blir viktig (FHI s. 96). Men kreftregistrene ligger typisk flere år etter i produksjon av statistikk over forekomsten. Dobes og medarbeidere tok oppgaven med å finne langt ferskere tall på alvor, og fikk tilgang til de nevrologiske klinikkenes data om svulstprøver. Dobes og medarbeidere anbefaler en satsning i stor skala for å overvåke utviklingen i hjernesvulst. Men utviklingen i hjernesvulst i befolkningen kan også påvirkes av andre forhold enn stråling fra mobilbruk, så ensidig fokusering på forekomst av hjernesvulst kan lett bli en kilde til evig tvil om en slik årsakssammenheng.

6.2 Kreftrisiko allerede etter sju års mobilbruk

6.2.1 Cardis beregnet eksponeringen

Elizabeth Cardis var leder for det store prosjektet INTERPHONE, som er utførlig omtalt i 6.4. Hovedkonklusjonen fra INTERPHONE ble publisert i 2010, ti år etter at prosjektet startet, og seks år etter at det formelt sett skulle ha vært avsluttet. Ut av INTERPHONE kom det masse tvil og få tydelige resultater. Men prosjektlederen selv publiserte året etter en artikkel med særdeles interessante resultater (Cardis et al. 2011). Sammen med sine medarbeidere gjorde Cardis en studie av risiko for hjernesvulst sett i forhold til hvor store "doser" den enkelte pasient hadde fått av radiofrekvente felt fra mobilbruk. Den enkeltes eksponering ble beregnet for ulike deler av hjernen. Studien brukte data fra fem av de landene som hadde vært med i INTERPHONE, og som derfor hadde samlet slike data.

Cardis' framgangsmåte er ny. I tidligere studier har forskere hentet inn opplysninger om hvor ofte og lenge personene har brukt mobiltelefon, enten ved spørreundersøkelse eller ved gjennomgang av mobilselskapenes samtaleregistreringer. Dette har man brukt direkte som mål på strålebelastningen hos den enkelte person. Cardis og medarbeidere forbedret metoden ved å beregne strålingsdosen på ulike steder i hjernen, spesielt der svulsten befant seg. En slik beregning gav forskerne en ny mulighet, nemlig å sammenlikne forekomst av svulst i den mest eksponerte delen av hjernen med forekomst av svulst i resten av hjernen. Cardis og medarbeidere gjorde nettopp dette og fant 2,8 ganger så høy risiko for svulst i den mest eksponerte delen av hjernen – for personer som hadde brukt mobil i 10 år eller mer. For personer som hadde brukt mobil i 7 år eller mer, fant de en signifikant trend, altså en dose-respons-sammenheng. For gruppen "7+ år" fant de dessuten en risikoøkning på 91 % for gliom og 101 % for meningiom, altså henholdsvis 1,91 ganger og 2,01 ganger så høy risiko som hos ikke-mobilbrukere.

Forfatterne sier selv at denne studien bør gjentas i et annet forskningsmiljø før en kan si noe sikkert om årsaksforholdet. Men det er uansett på det rene at resultatene til Cardis og medarbeidere er på linje med resultatene til Hardell-gruppen (se 6.3), som viser signifikant risikoøkning for dem som har brukt mobil regelmessig i mer enn 10 år.

[15] Utvalget omtaler ikke studien korrekt, de skriver "I Australia fant man en økt forekomst av ondartede hjernesvulster blant personer i alderen 65 år eller eldre".

6.2.2 *Hva sier utvalget om Cardis' funn?*

Utvalgets omtale av studien gjemmes bort i et underavsnitt som kalles *Svulstlokalisering*. Utvalget skriver (FHI s. 89):

> *Dersom RF-eksponering relatert til bruk av mobiltelefon øker risikoen for hjernesvulst, hadde man forventet at et bedre mål på eksponering (slik som total RF-eksponering) ville ha ført til høyere risikoestimater. Studien ga imidlertid ingen indikasjon på at resultatene endret seg, sammenlignet med når man brukte kun total samtaletid.*

Kommentaren ser ut til å skulle svekke Cardis' resultat, men utvalget overser to viktige ting: Når risikoestimatet fra tidligere studier består ved bruk av en bedre metode, slik som her, da blir både de nyeste og de tidligere resultatene styrket. Dessuten tyder Cardis' resultater på at total samtaletid kan være et brukbart mål på eksponering.

Samme sted omtaler utvalget en studie utført av Larjavaara og medarbeidere (2011). De har også sett på lokalisering av svulsten, men har brukt en annen metode enn Cardis. Utvalget påpeker at Larjavaara ikke fant noen sammenheng mellom bruk av mobiltelefon og svulstens nærhet til øret. Men Larjavaara fant likevel noe interessant, om enn ikke signifikant: en dobling av risiko for gliom (en type ondartet svulst) på det stedet i hjernen hvor det sannsynligvis har vært størst stråleeksponering – hos personer som har brukt mobiltelefon i mer enn 10 år (OR = 2,0; konfidensintervall = (0,68, 5,85)).

6.3 Hardell-gruppen

6.3.1 *Anerkjente studier viser risikoøkning etter langvarig mobilbruk*

Professor Lennart Hardell og medarbeidere ved Universitetssykehuset i Örebro har gjort seg bemerket i forskningsmiljøer verden over. For det første har Hardell-gruppen gjort konsistente funn som tyder på at mobilbruk kan være kreftfremkallende. For det andre berømmes Hardells studier for god forskningsmetode (av bl.a. Myung et al. 2009 og Levis et al. 2011), til forskjell fra en del andre studier av det samme temaet. Hardell-gruppen har utført en rekke befolknings-undersøkelser av mobilbruk, samt bruk av trådløs telefon, og mulig sammenheng med utvikling av svulster i hodet. Hardell hevder at bruk av trådløs telefon har like stor betydning for eksponering som bruk av mobiltelefon. Det er fordi trådløse telefoner av den tradisjonelle DECT-typen stråler kontinuerlig, også når de ikke er i bruk, og strålingen er av samme type som mobilstråling. Hardells forskergruppe tok for seg tilfeller av hjernesvulst, og svulst på hørselsnerven, som var diagnostisert i perioden 1997–2003. De fant økt risiko for hjernesvulst blant brukere av mobiltelefon og blant brukere av trådløs telefon, med størst risiko i den gruppen som hadde brukt slike telefoner i mer enn 10 år. Risikoøkningen var signifikant for den siden av hodet hvor pasienten pleide å holde telefonen; dvs. ved sammesidig *(ipsilateral)* bruk. Tilsvarende signifikant økning i risiko ble også funnet for svulst på hørselsnerven (akustikusnevrinom) (Hardell et al. 2002, 2005), men basert på få observasjoner. Senere studier med flere observasjoner har imidlertid bekreftet en slik sammenheng, se 6.6.

Det svenske strålevernet mente at Hardell-gruppens resultater var upålitelige siden mange pasienter hadde dødd av sin svulst før spørreundersøkelsen (Boice & McLaughlin 2002)[16]. Hardell-teamet utførte da en ny studie, der de intervjuet de pårørende til pasienter som hadde dødd. De pårørende kunne vanskelig si noe sikkert om sammesidig bruk av mobiltelefonen, så forskerne

[16] De to konsulentene som var innleid av det svenske strålevernet for å skrive den omtalte rapporten, Boice og McLaughlin, skal på den tiden ha vært ansatt i et firma som hadde oppdrag fra Motorola, ifølge Hardell og Hansson Mild (2006).

kunne nå ikke ta hensyn til hvilken side av hodet som pasienten hadde hatt for vane å holde telefonen. Likevel ble det også denne gang funnet en signifikant økt risiko for svulst ved mobilbruk. Dermed ble det opprinnelige funnet bekreftet når det gjaldt bruk av mobiltelefon. Det ble også funnet økt risiko ved bruk av trådløs telefon, men dette resultatet var ikke signifikant (Hardell et al. 2010a).

6.3.2 *Meta-analyser*

Hardell-gruppen har publisert en rekke analyser av dataene som de samlet inn, blant annet to meta-analyser der de slår sammen data fra tidligere studier. I den siste meta-analysen har Hardell-gruppen en atskillig større mengde data (Hardell et al. 2011). Forskerne tar nå ikke hensyn til sammesidig bruk, siden dataene for avdøde personer ikke gir noe godt svar på dette. I denne meta-analysen finner forskerne en rekke signifikante resultater som peker på økt risiko for kreft. Når det gjelder den vanligste svulsttypen, astrocytom, får de følgende resultater:

- De som har brukt mobil i mer enn 10 år, har 2,7 ganger så høy risiko som ikke-brukere av mobil. I gruppen med flest brukstimer (over 74) er risikoen 3,1 ganger så høy som hos ikke-brukere.[17]
- De som har brukt trådløs telefon i mer enn 10 år, har 1,8 ganger så høy risiko som ikke-brukere av trådløs telefon. I gruppen med flest brukstimer (over 243) er risikoen 2,6 ganger så høy som hos ikke-brukere av trådløs telefon.

Den aller høyeste risikoen for astrocytom finner forskerne i den gruppen personer som begynte å bruke mobil eller trådløs telefon før de var 20 år:

- 4,9 ganger så høy risiko for mobilbrukere, og
- 3,9 ganger så høy risiko for brukere av trådløs telefon.

Dataene i studien viser gjennomgående en dose-respons-sammenheng, altså høyere risiko jo flere år man har brukt mobiltelefon / trådløs telefon, og jo flere timer man har snakket i slik telefon.

6.3.3 *Utvalget kritiserer Hardell*

Utvalgets rapport omtaler Hardells studier flere steder, siden studiene hans omfatter flere typer svulster. Generelt skriver utvalget om Hardells studier: *"Risikoestimatene er imidlertid basert på eksponeringsvurderinger som har klare svakheter, og det er vanskelig å vurdere tallenes betydning"* (FHI s. 86). Det som er vanskelig, er å forstå hva utvalget mener. Skal det å ta med bruk av trådløs telefon, som er en opplagt styrke når det gjelder eksponeringsvurdering, tvert om forringe eksponeringsvurderingen? Utvalgets kritikk framstår som vag og dårlig begrunnet, noe som ofte går igjen når utvalget omtaler studier med signifikante resultater som viser skadelige effekter. På den annen side er utvalget mild i sin omtale av den danske kohort-studien, som foruten manglende kontroll med eksponeringen har grove metodefeil, og som derfor har fått det glatte lag av forskere i mange andre land (se 6.9.3).

[17] Kumulativ bruk ble inndelt i to kategorier basert på medianen av antall timer hos kontrollpersonene. Medianen var lav, 74 timer for mobiltelefonbruk og 243 timer for bruk av trådløs telefon. Dette har sin forklaring i tidsperioden for diagnose, 1997–2003. Før den tid var bruk av trådløs telefon mer vanlig enn bruk av mobiltelefon.

6.4 INTERPHONE – økt risiko ved langvarig bruk

6.4.1 "Verdens største mobilstudie"

INTERPHONE-prosjektet ble startet i 2000 som en gruppe nasjonale epidemiologiske kasus-kontroll-studier i 13 land verden over.[18] Målet var å fokusere på svulsttyper i vev som absorberer mest energi fra mobilbruk. Datainnsamlingen foregikk i perioden 2000–2004. Dataene omfatter omkring 2700 tilfeller av gliom,[19] 2400 tilfeller av meningiom,[20] 1100 tilfeller av kreft på hørselsnerven[21] og 100 tilfeller av ondartet kreft i ørespyttkjertelen[22]. Det ble gjort et tilfeldig utvalg av kontrollpersoner matchet etter alder, kjønn og region (omkring 7600). Kreftpanelet til WHO (IARC) ved professor Elisabeth Cardis[23] har ledet og koordinert studiene.

INTERPHONE har kostet circa 19,2 millioner euro hvorav 5,5 millioner er dekket av telekom-bransjen.[24] Øvrig finansiering har kommet fra EU ved European Commission (3,74 millioner euro) og fra nasjonale og lokale finansieringskilder i deltakende land (9,9 millioner euro).[25]

6.4.2 Publisering av resultatene

I de første årene etter datainnsamling ble det publisert en rekke nasjonale studier. I 2004 kom for eksempel en svensk studie av kreft på hørselsnerven, som vekket mye bekymring. Dataene viste en signifikant risikoøkning på 290 % etter 10 års mobilbruk, hvis man tok hensyn til hvilken side av hodet personen pleide å holde telefonen (Lönn et al. 2004). I 2008 kom en israelsk studie av kreft i ørespyttkjertelen, som blant annet fant 50–60 % økt risiko når man tok hensyn til den siden av hodet personen pleide å holde telefonen (Sadetzki et al. 2008).

Først i 2010 kom den internasjonale sluttrapporten ut (Cardis et al. 2010). Hoveddelen av rapporten avsluttes med en todelt konklusjon, som kan tolkes i akkurat den retningen man ønsker, alt avhengig av hvilken del man legger mest vekt på (vår oversettelse):

> *Dataene antyder en økt risiko for gliom, og en mye mindre økning i risiko for meningiom, ved de høyeste eksponeringsnivåene, på den siden av hodet man holder mobilen, og – når det gjelder gliom – en økt risiko for svulster i tinningslappen. Men slagsider og feil begrenser styrken i konklusjonen vi kan trekke av disse analysene, og hindrer oss i å tolke resultatene som årsak–virkning.*[26]

[18] Australia, Canada, Japan, New Zealand, Israel, Frankrike, Tyskland, Italia, Storbritannia, Norge, Sverige, Danmark og Finland
[19] kreft i en bestemt type celler rundt nerver
[20] en langsomt-voksende krefttype som dannes i vevet som beskytter hjernen og ryggmargen
[21] akustikusnevrinom
[22] *parotid gland* på engelsk
[23] Elisabeth Cardis er ansatt ved Centre for Research in Environmental Epidemiology (CREAL) i Barcelona.
[24] Av disse 5,5 millionene kom rundt 3,5 millioner fra MMF (Mobile Manufacturers' Forum) og GSM Association gjennom en "brannmurmekanisme" via UICC (International Union Against Cancer) for å garantere for forskernes uavhengighet. Resten av de 5,5 millionene kom indirekte til de ulike studiesentrene fra mobiloperatører og -fabrikanter, for eksempel via avgifter til statlige organer. Bare rundt 0,5 million euro (2,5 % av totalkostnadene) kom direkte fra bransjen, i Canada og Frankrike. I Storbritannia har det kommet ekstrafinansiering direkte fra mobiloperatører for å utvide studien til yngre og eldre grupper.
[25] kilde: Union for International Cancer Control, http://www.uicc.org/general-news/interphone-study-reports-mobile-phone-use-and-brain-cancer-risk
[26] *There were suggestions of an increased risk of glioma, and much less of meningioma, at the highest exposure levels, for ipsilateral exposures and, for glioma, for tumours in the temporal lobe. However, biases and errors limit the strength of the conclusion we can draw from these analyses and prevent a causal interpretation.*

6.4.3 *Feil og mangler ved INTERPHONEs design og datasett*

Lista over feil og mangler/svakheter inkluderer:

1. **Personer som brukte trådløs fasttelefon, ble ansett for å være "ikke-eksponerte"**. Dette til tross for at denne strålingen er av samme type som stråling fra mobiltelefoner, og til tross for at man i intervjuene faktisk også hadde innhentet opplysninger om bruk av andre mikrobølgeapparater enn mobil, bl.a. trådløs telefon.
2. **Analyseperioden var kort i forhold til latenstid for utvikling av kreft**. Studier har vist at kreftfremkallende stoffer som tobakk og røntgenstråler ikke resulterer i kreft før 10–20 år etter første eksponering – unntatt i sjeldne tilfeller.
3. **Definisjonen av "vanlig mobilbruker" var urealistisk**. En *vanlig mobilbruker* ble definert til å være en som ringte minst én gang i uken i minst 6 måneder. En *storbruker* var en som hadde brukt mobiltelefon i minst 1640 timer, tilsvarende en halvtime om dagen i 10 år – noe som høres ut som en forholdsvis normal bruk i dag.
4. **Barn og eldre ble utelukket fra undersøkelsene**. Studiene begrenset seg til voksne i alderen 30–59 år, altså den aldergruppen som er mest robust.
5. **Flere typer hjernesvulst ble utelukket**.
6. **Personer som hadde dødd, eller som var for syke til å bli intervjuet, ble utelukket.**
7. **Studien hadde deltaker-slagside** *(participation bias / selection bias)*. Dette handler bl.a. om atskillig lavere deltakelse i kontrollgruppen enn i testgruppen, og om lavere deltakelse blant dem som hadde brukt mobilen lite, enn blant dem som hadde brukt den mye. INTERPHONE-rapporten sier selv at prosjektet har deltaker-slagside, og at dette er uheldig fordi representasjonen blir skjev.

6.4.4 *INTERPHONEs sluttrapport refererer ikke til tidligere forskning*

INTERPHONEs sluttrapport oppsummerer ikke resultater fra tidligere forskning på området, slik det er skikk å gjøre. Det hadde vært naturlig å vise til bl.a. en meta-analyse fra 2009, som var basert på 23 undersøkelser og mange tusen kreftpasienter og kontrollpersoner (Myung et al. 2009), se 6.8.2. INTERPHONE-rapporten går på tvers av vitenskapelig publiseringspraksis ved ikke å omtale tidligere forskning.

6.4.5 *To datasett, to analyser – og to vidt forskjellige resultater*

Hovedfunnet blir i sluttrapporten presentert som "ingen sammenheng mellom mobilbruk og hjernesvulst blant 'normalbrukere' av mobiltelefon", men det kommer også fram at de såkalte "storbrukerne" av mobiltelefon har 40 % økt risiko for gliom. Vedlegg 2 til artikkelen forteller en litt annen historie.[27] Den inneholder en revidert analyse, som forfatterne her sier var påkrevd på grunn av design- og metodeproblemene i hovedundersøkelsen. Når man har en kontrollgruppe som er uryddig i den forstand at man ikke kan si at den er ueksponert, slik forfatterne innrømmer, anbefales det å gjøre risikoberegningene med en annen referansegruppe, nemlig den testgruppen som hadde brukt mobiltelefon minst. Dette ble gjort i den reviderte analysen i vedlegg 2. Mange av INTERPHONE-forskerne, blant andre lederen Elisabeth Cardis, har uttalt at den alternative analysemåten i vedlegg 2 er en fornuftig måte å betrakte dataene på (Microwave News 2010).

Vedlegg 2 viser 80 % økning i risiko for gliom hos de såkalte storbrukerne, istedenfor 40 % økning i sluttrapporten fra INTERPHONE. I den reviderte analysen finner man også en forhøyet risiko (68 %) for utvikling av gliom hos dem som hadde brukt mobil så lite som 2-4 år, og 118 %

[27] fritt tilgjengelig her: http://ije.oxfordjournals.org/content/suppl/2010/05/06/dyq079.DC1/Interphone_Appendix2.pdf

forhøyet risiko for dem som hadde brukt mobil i 10 år eller mer. Disse resultatene er statistisk signifikante. Tallene i vedlegg 2 virker troverdige fordi de viser at risikoen for gliom stiger forholdsvis jevnt med antall år man har brukt mobiltelefon. De fleste husker antakelig ganske godt hvilket år de begynte å bruke mobiltelefon, så dette kan være et bedre kriterium enn samtaletid oppsummert etter hukommelsen. Videre ser man også at risikoen stiger ganske jevnt med antall daglige telefonsamtaler.

Vedlegg 2 ble ikke sendt ut til pressen. De to vedleggene ble publisert i samme nummer av tidsskriftet, men atskilt fra hovedrapporten (en snodig publiseringsmåte), og de var ikke fritt tilgjengelige på elektronisk form – i motsetning til hovedrapporten. På hjemmesiden til Verdens helseorganisasjon (WHO) finnes en pressemelding som bare refererer til funnene i hovedrapporten. Det er verdt å spørre hvorfor. Vitenskapelig konvensjon tilsier at alle data og analyser skal være med i hovedrapportens diskusjon. INTERPHONE brøt den konvensjonen, og tillot seg dermed å konkludere uten å ta hensyn til tallene i vedlegg 2.

6.4.6 *Den interne kampen om INTERPHONE-resultatene*

Uthalingen av sluttrapporten skyldtes uenighet mellom to fraksjoner av INTERPHONE-gruppen. Dette lekket ut i offentligheten i forbindelse med et møte i Bioelectricmagnetics Society i San Diego sommeren 2008 (Microwave News 2008a). Skillet går mellom den gruppen som gjentar: "Det finnes ingen risiko", og den gruppen som uttaler at "Dataene viser økt kreftrisiko ved mobilbruk, og føre-var-tiltak er nødvendige". Det har vært kamp om den endelige publiseringen. Konsensus ble aldri nådd. Et kompromiss ble oppnådd i den todelte konklusjonen og i de to ulike analysene av dataene (Microwave News 2010). Spørsmålet er: Hvem skal vi tro på? Prosjektleder Elisabeth Cardis har vært tydelig i sine svar til pressen, hun mener at resultatene viser en risikoøkning, og at dette er bekymringsfullt (Living on Earth 2010, Lateline 2010).

6.4.7 *Re-analyse bekrefter INTERPHONEs metodefeil*

I desember 2010 publiserte Hardell, Carlberg og Mild en re-analyse av de svenske dataene som Hardell-gruppen hadde samlet inn tidligere. De brukte da det samme opplegget som forskerne i INTERPHONE-prosjektet hadde brukt (Hardell et al. 2010b). De begrenset seg derfor til gruppen 30–59 år med eksponeringstid på minst 1640 timer. Som i INTERPHONE-studien klassifiserte de bruk av trådløs telefon som "ingen eksponering". Resultatene til Hardell og medarbeiderne stemte da ganske bra med resultatene i vedlegg 2 til INTERPHONE-rapporten. Men dersom de svenske forskerne klassifiserte bruk av trådløs fasttelefon som eksponering (som det faktisk er), fant de en høyere risiko, og enda høyere risiko hvis de tok med aldersgruppen 20–29 år. Med dette har de svenske forskerne illustrert betydningen av svakhetene i INTERPHONEs forskningsmetode, som tilslører den risiko som INTERPHONE-forskerne skulle ha oppdaget. Så spørs det da hvilken risikoøkning INTERPHONE-forskerne hadde kommet fram til, hvis de hadde brukt Hardell-gruppens analyseopplegg. Kanskje den samme som Hardell-gruppen fant? (Se 6.3.)

6.4.8 *Utvalget diskrediterer INTERPHONEs vedlegg 2*

Da INTERPHONE-resultatene ble publisert i 2010, nøyde Statens strålevern seg med å gjengi WHOs pressemelding om INTERPHONE. De nevnte ikke den alternative analysen i vedlegg 2. Men utvalgets rapport omtaler vedlegg 2, eller rettere sagt, de bringer det i miskreditt. De skriver at man her sannsynligvis har introdusert nye systematiske feil siden analysen viser økt risiko, og de begrunner dette med at kreftregistrenes tall ikke har økt (FHI s. 87). Men denne innvendingen holder ikke, se 6.1. Utvalget underslår at tallene i vedlegg 2 faktisk viser en trend i risikoøkningen, og at denne trenden styrker resultatet.

6.4.9 *Utvalget bagatelliserer Hardells reanalyse*

Utvalget skriver at Hardells reanalyse av sine data i henhold til INTERPHONE-protokollen[28] (se 6.4.7) førte til "noe endret risikoestimat". Poenget med Hardells reanalyse må ha gått utvalget hus forbi. Hardell viser risikotallene for egne data etter tre justeringer: først snevret han inn aldersgruppen ved å fjerne personer over 59 år, deretter tok han ut personer under 30 år, og til slutt regnet han brukere av trådløs telefon som ueksponerte. For hver justering som Hardell gjorde, ble risikotallene redusert. Etter disse justeringene ble sluttresultatet for minst 10 års mobilbruk 79 % risikoøkning, altså noe lavere enn INTERPHONEs resultat i INTERPHONEs vedlegg 2, som var 118 % risikoøkning (OR = 2,18). Hardells risikotall for svulst ved sammesidig mobilbruk i minst 1640 timer, er 2,94 før reanalysen og 2,18 etter, mens INTERPHONEs hovedrapport viser 1,96, og vedlegg 2 mangler dessverre data for dette. På denne måten har Hardell sannsynliggjort at INTERPHONEs hovedrapport resulterte i langt lavere risikotall enn de sanne.

Utvalget anfører som et argument mot Hardells reanalyse at det er "usikkert om forskjellen mellom aldersgruppene er statistisk signifikant" (FHI s. 86). Vi kan ikke forstå at dette skulle være noen gyldig innvending. Utvalget trekker også fram at personer som ikke brukte mobil, men bare trådløs telefon, ble kategorisert som ueksponerte i INTERPHONE, "akkurat som i andre studier" (FHI s. 87). De avfeier altså at bruk av trådløs telefon øker stråleeksponeringen. Utvalget fortsetter: "Dette påvirket bare risikoestimatene marginalt". Vi anbefaler interesserte lesere å ta en titt på tabellen hos Hardell (2010b), som viser en tydelig i reduksjon i risikoestimatet når bruk av trådløs fasttelefon utelates. I den samme tabellen er også andre metodesvakheter fra INTERPHONE innført med hensikt, og resultatene er egnet til å forklare differansen mellom Hardells risikoestimater og INTERPHONEs.

6.5 *Minneslagside presentert med slagside*

En vanlig brukt metode for å studere sammenhengen mellom hjernesvulst og mobilbruk er såkalte kasus-kontroll-studier, som f.eks. INTERPHONE og Hardells analyser. Her blir personer med svulst på hjernen (kasus) intervjuet om sin bruk av mobiltelefon tilbake i tid og sammenliknet med friske personer (kontroller) som svarer på de samme spørsmålene. Statistiske metoder brukes så til å teste om mobilbruk og eventuelle andre faktorer kan forklare forskjell i forekomsten av hjernesvulst mellom kasus og kontroller.

Forskere fra ICNIRP har vært spesielt opptatt av minneslagside (engelsk: *recall bias),* og spesielt når det gjelder INTERPHONE-prosjektet. Det dreier seg om at deltakerne i studiene kan huske feil om hvor mye de har brukt mobilen (Swerdlow et al. 2011). Med utgangspunkt i to artikler av Vrijheid og medarbeidere (2006, 2009) hevder ICNIRP-forskerne at personer med svulst på hjernen sannsynligvis vil overrapportere sin egen mobilbruk. Slik overrapportering kan gi en falsk sammenheng mellom mobilbruk og kreft, mener de. Men slik kan man ikke uten videre konkludere, se rammen på side 44.

Utvalget omtaler minneslagside (rapporteringsfeil, *recall bias)* 21 ganger i løpet av de 15 sidene som handler om mobilbruk og svulst på hjernen (FHI s. 82–96). Muligheten for at rapporteringsfeil forekommer, brukes gjennomgående i utvalgets kritiske omtale av studier som viser økt risiko for svulst ved mobilbruk. Utvalget drøfter rapporteringsfeil på tre måter:

1. Husker deltakerne riktig når det gjelder på hvilken side av hodet de har holdt mobilen?
2. Er det systematiske forskjeller på dem som bruker mobilen mye, og dem som bruker den lite, når det gjelder hvor godt de husker sin mobilbruk?

[28] det opplegget som alle studiene i INTERPHONE skulle følge

3. Er det systematiske forskjeller på svulstpasientene og de friske når det gjelder hvor godt de husker sin mobilbruk?

Når det gjelder spørsmål 1, er det ingen mulighet for etterprøving, så her blir diskusjonen om minneslagside helt og holdent spekulativ. Dette illustreres godt ved utvalgets springende argumentasjon: Først og fremst bruker de minneslagside til å argumentere mot økt risiko for sammesidig svulst (i for eksempel INTERPHONE). Ikke desto mindre bruker de minneslagside til å argumentere mot økt risiko for motsattsidig svulst, og mot økt risiko i det hele tatt (se 6.9.2).

Svarene på spørsmål 2 og 3 kan finnes ved å sammenlikne rapportert mobilbruk med mobilselskapenes registreringer så langt de er tilgjengelige. Dette er gjort i to studier i INTERPHONE-prosjektet (Vrijheid 2006, 2009). Når det gjelder spørsmål 2, om hvor godt pasienter og friske husker sin mobilbruk, er det et viktig funn hos Vrijheid at både pasienter og friske over- og undervurderte sin mobilbruk i samme grad; det var altså ingen systematisk forskjell på dem. Begge gruppene undervurderte antall samtaler med knappe 20 prosent og overvurderte samtaletid med 40 prosent. Vrijheid (2009) skriver (vår oversettelse):

> *Sterke trender ble observert for forholdet mellom rapportert og registrert bruk i kategoriene kumulativt antall samtaler og samtaletid (hovedvariabler for eksponering i INTERPHONE), fra stor underrapportering i de lave brukskategoriene til stor overrapportering i de høye brukskategoriene. Trendene var de samme for kasus og kontroller.*

Det var altså tydelig underrapportering blant dem som brukte telefonen lite, og overrapportering blant dem som brukte den mye. Dette er svaret på spørsmål 2. Merk at disse trendene gjaldt både svulstpasientene (kasus) og de friske (kontroller). Svaret på spørsmål 3 er dermed nei. Men utvalget hevder at Vrijheid fant en tendens til at pasientene overrapporterte mer enn de friske, og skriver (FHI s. 83):

> *Da man sammenlignet dem som hadde hjernesvulst og de friske kontrollene med hensyn til hvor godt de kunne huske hvor mye de hadde snakket i mobiltelefon (Vrijheid et al.2009a), fant man at pasientene hadde en tendens til å overvurdere hvor lenge de snakket i mobiltelefon jo lenger tid tilbake man skulle huske. Denne tendensen fant man ikke blant kontrollpersonene.*

Faktum er at "denne tendensen" fant man bare i Italia. Kun to land hadde observasjoner hvor deltakerne både hadde rapportert og registrert mobilbruk fra intervjuet og 4–5 år bakover i tid, og det var Italia og Australia. (I Canada var det få observasjoner mer enn 2 år tilbake.) Dataene var fordelt på 4 tidsintervaller. For Italia var resultatet basert på tall for 15 pasienter og 31 kontroller. Vrijheid påpeker da også at dette resultatet bygget på få observasjoner. I Australia hadde de dobbelt så mange observasjoner, og der fant de ingen tendens. Likevel skriver Vrijheid og medarbeidere (2009) noe annet i sammendraget, nemlig at den overrapporteringen som viste seg hos pasienter lengre tilbake i tid, kunne skape skjevhet i risikoestimatene for sykdommen. Ingenting nevnes der om at overrapporteringen gjaldt kun Italia, at den bygget på få observasjoner, og at ingen tilsvarende tendens ble funnet i Australia, der man hadde dobbelt så mange observasjoner.

I artikkelens diskusjonsavsnitt skriver Vrijheid og medarbeidere at minneproblemer hos dem med svulst på hjernen ikke gir noen god forklaring på eventuell overrapportering av mobilbruk tilbake i tid. Grunnen er at minneproblemer trolig ville føre til økning i tilfeldige avvik og ikke systematisk overrapportering. Forfatterne ser det heller ikke som rimelig at de syke bevisst eller ubevisst ville

overrapportere bruk av mobil for å forklare sin kreft – det er i så fall uklart hvorfor dette bare skulle gjelde mobilbruk langt tilbake og ikke i senere tid.

I sine 21 omtaler av *recall bias* legger utvalget hovedvekten på hva man kan tenke seg av skjevheter, i stedet for å holde seg til hva de to INTERPHONE-studiene faktisk viser. Vrijheid og medarbeidere (2009) regnet ut at selv store systematiske rapporteringsfeil gjorde lite utslag dersom også de tilfeldige feilene var store – og det var de i deres undersøkelser. Dette gjaldt for eksempel akkumulert samtaletid, der beregnet risiko ikke ble påvirket selv om man antok systematiske forskjeller i rapportering fra pasienter og friske. Det er altså god grunn til å oppsummere Vrijheid som følger:

a) Det er ikke systematisk forskjell på svulstpasienter og friske når det gjelder rapportering av mobilbruk.
b) Overrapportering av mobilbruk tilbake i tid blant dem med svulst bygger på få observasjoner og er sannsynligvis et utslag av tilfeldige rapporteringsfeil.
c) Hvis det forekommer systematiske rapporteringsfeil, vil de trolig ha liten innflytelse på risikoestimatet.

Selv skriver forfatterne: “There is as yet no direct evidens of differential recall error in studies of mobile phone use and brain tumour”.



Minneslagside – *recall bias*

I befolkningsstudier om mobilbruk og svulst kartlegges mobilbruk tilbake i tid i intervjuer både av dem som har svulst (kasus), og av friske personer (kontroller) som svulsttilfellene sammenliknes med. Både INTERPHONE og Hardell-gruppens studier baserer seg på intervjuer om mobilbruk.

Hvis deltakerne husker feil om hvor mye de har brukt mobilen tilbake i tid, kan resultatene svekkes av feilrapportering (på engelsk: recall bias), som vi her velger å kalle *minneslagside*. Feilrapporteringen kan være systematisk, det vil si at deltakerne jevnt over undervurderer eller overvurderer sin mobilbruk. Men feilrapportering kan også bestå av tilfeldige avvik mellom faktisk og registrert mobilbruk hos deltakerne uten at det gir seg utslag i systematisk skjevhet i retning av over- eller underrapportering. De to typene feilrapportering har ulik betydning for kvaliteten på resultatene. Spesielt har det betydning om kasus og kontroller er systematisk forskjellige i sin feilrapportering.

I INTERPHONE-prosjektet ble det gjort såkalte valideringsstudier som analyserte forskjellen på rapportert og faktisk bruk av mobil basert på mobilselskapenes registreringer av samtalene (Vrijheid et al. 2006, 2009).

Studiene fant at både systematiske og tilfeldige variasjoner i forholdet mellom rapportert og faktisk bruk av mobil var de samme for kasus og kontroller. Vrijheid fant også store tilfeldige rapporteringsfeil hos deltakerne, både hos pasientene og de friske.

Skulle det vise seg å være systematisk forskjell i feilrapportering mellom pasienter og friske, for eksempel at pasientene overvurderer sin mobilbruk mer enn de friske, kan det statistiske grunnlaget for den økte risikoen som først ble funnet, falle bort. Men hvis sammenhengen består etter justering for feilrapportering, vil den da vise sterkere økning i risiko for svulst ved økt mobilbruk. (Kurven som viser økning i risiko ved økt stråling, stiger brattere.)

Alt i alt legger Vrijheid og medarbeidere (2009) vekt på at hvis det eksisterer en sammenheng mellom mobilbruk og svulst, så vil de store tilfeldige avvikene i rapportering fra både kasus og kontroller forventes å trekke risikoestimatene ned, dvs. at de viser lavere risiko enn den sanne.

Vrijheid og medarbeidere holder rede på flere aspekter ved minneslagside. Totalt sett kan virkningen være at en sammenheng styrkes eller svekkes, men forfatterne legger til at minneslagside sjelden reverserer en ekte sammenheng. Resultatene deres gir all grunn til å være på vakt når *recall bias* trekkes fram for å svekke resultatene av en studie.

6.6 Svulst på hørselsnerven

6.6.1 Signifikant risiko ved mer enn 10 års mobilbruk

Hørselsnerven er det vevet i hodet som er sterkest eksponert når man holder mobilen til øret. Hardell og medarbeidere var tidlig ute med å undersøke en mulig sammenheng mellom mobilbruk og svulst i hodet, deriblant svulst på hørselsnerven (akustikusnevrinom[29]) (Hardell et al. 2002, Hardell et al. 2005). Undersøkelsen fra 2002 bygger på tallmateriale for svulster som ble diagnostisert i perioden januar 1997– juni 2000. Det viste seg at bruk av analog mobiltelefon gav en statistisk signifikant risikoøkning for svulst uansett type, 30 % totalt sett, og 80 % ved mer enn 10 års mobilbruk (analoge mobiltelefoner var vanlige på den tiden). Ved sammesidig bruk var risikoen 2,5 ganger så høy som hos ikke-brukere av mobiltelefon. Når det gjelder type svulst, ble det funnet høyest risiko for akustikusnevrinom: Brukere av analog mobiltelefon hadde 3,5 ganger så høy risiko for å utvikle svulst på hørselsnerven etter mobilbruk, hvis man tok hensyn til den siden av hodet hvor pasienten pleide å holde telefonen. Hardells undersøkelse fra 2005 bygger på tallmateriale for svulster som ble diagnostisert i perioden 2000–2003. Her fant man at bruk av digitale mobiltelefoner doblet risikoen for å utvikle svulst på hørselsnerven. Også her er

[29] på engelsk: *acoustic neuroma*

resultatene statistisk signifikante. Hardells data omfatter ikke veldig mange krefttilfeller, men i senere studier har han utvidet datagrunnlaget og fått bekreftet de tidlige resultatene. Også andre studier har bekreftet Hardells resultater:

To INTERPHONE-studier fant signifikant forhøyet risiko for svulst på hørselsnerven hos folk som har brukt mobil i minst 10 år:

- Lönn og medarbeidere (2004) fant 3,9 ganger så høy risiko etter 10 års mobilbruk, hvis man tok hensyn til hvilken side av hodet personen pleide å holde telefonen. Resultatet er signifikant. Forfatterne hevder å ha unngått fallgruver som feilklassifisering og andre former for slagside. Dette er den svenske studien av mobilbruk og akustikusnevrinom som inngikk i INTERPHONE.
- Schoemaker og medarbeidere (2005) slo sammen dataene for mobilbruk og akustikusnevrinom for fem land (Sverige, Danmark, Norge, Finland og Storbritannia). De fant en risikoøkning på 80 % for sammesidig bruk i minst 10 år. Resultatet er signifikant.

Japanske forskere fulgte opp med en liknende undersøkelse (Sato et al. 2010). De fant 3 ganger så høy risiko for svulst på hørselsnerven etter mer enn 5 års mobilbruk med en gjennomsnittlig samtaletid på mer enn 20 minutter pr. dag. All de tre sistnevnte rapportene diskuterer minneslagside; med det menes her at pasientene kanskje ikke kunne huske på hvilken side av hodet de pleide å holde telefonen. Men forfatterne mener likevel at minneslagside ikke kan forklare den signifikante risikoøkningen. (Se også 6.5.)

6.6.2 *Hva sier utvalget om svulst på hørselsnerven?*

Utvalget har et eget underkapittel om akustikusnevrinom i sin rapport. Der skriver utvalget: *"For langvarig bruk av mobiltelefon er det kun to studier av Hardell og medarbeidere som rapporterer økt risiko (Hardell et al. 2005a, Hardell et al. 2002b), men ingen av dem viser statistisk signifikante endringer i risiko"*. Videre hevder utvalget at *"Interphone-studiene fant ingen tendens til økt risiko for akustikusnevrinom etter langvarig bruk av mobiltelefoner"* (FHI s. 85). Dette er feil. Som nevnt over, rapporterte Hardell om signifikant risikoøkning både i 2002 og 2005, og to av INTERPHONE-studiene rapporterte om signifikant risikoøkning etter 10 år, når man ser på sammesidig bruk.

6.7 *Svulst i ørespyttkjertelen*

6.7.1 *Signifikante funn i Israel*

Som en del av INTERPHONE-prosjektet studerte en forskergruppe i Israel en mulig sammenheng mellom mobilbruk og svulst i ørespyttkjertelen[30] (Sadetzki et al. 2008). Denne ble som nevnt publisert før hovedrapporten til INTERPHONE. Det var signifikante funn i de mest eksponerte gruppene som hadde brukt mobil i minst 5 år, når det gjelder sammesidig mobilbruk (dvs. at pasienten pleide å holde telefonen på samme side som der svulsten kom) og i tillegg uten bruk av håndfrisett. Storbrukerne, enten det gjaldt samtaletid eller antall samtaler, hadde signifikant forhøyet risiko (58 % og 49 %) for utvikling av svulst i ørespyttkjertelen. Disse resultatene understøttes av en dose-respons-trend, dvs. at jo mer mobilbruk, dess høyere risiko for utvikling av svulst i ørespyttkjertelen.

Goldwein og Aframian (2009) har gjort en undersøkelse av spyttsekresjonen fra ørespyttkjertelen hos mobilbrukere. Hensikten var å finne ut om mobilbruk setter i gang fysiologiske forandringer i

[30] på engelsk: *parotid gland*

ørespyttkjertelen på den "dominante siden" av hodet, dvs. på den siden personen vanligvis holder telefonen. Forskerne fant signifikant høyere spyttsekresjon på den dominante siden sammenliknet med den ikke-dominante siden. De fant også en lavere proteinkonsentrasjon i spyttet på den dominante siden. Forfatterne konkluderer med at ørespyttkjertlene som ligger nær en mobiltelefon i bruk, responderer med økt spyttsekresjon og redusert proteinsekresjon – som reflekterer "den kontinuerlige skaden på kjertlene". De skriver videre at "dette fenomenet bør gjøres kjent verden over", og at større studier over lengre tid er påkrevd. Goldwein og Aframians resultat er bekreftet av et indisk forskerteam (Bhargava et al. 2012). De fant at storbrukere av mobiltelefon (> 2 timer pr. dag i gjennomsnitt) hadde signifikant større spyttsekresjon på den dominante siden av hodet enn på den ikke-dominante siden ($p < 0{,}00001$). Slik forskjell fant de ikke i gruppen av moderate mobiltelefonbrukere (< 2 timer pr. dag i gjennomsnitt).

I et brev til tidsskriftet *Epidemiology* skrev tre israelske forskere at antall tilfeller av kreft i ørespyttkjertelen ble firedoblet fra 1970 til 2006 mens antall krefttilfeller i andre typer spyttkjertler var stabilt (Czerninski et al. 2011). Den sterkeste økningen kom etter 2001, i en periode da befolkningsveksten var lav og ikke kan forklare den store økningen.

6.7.2 *Hva sier utvalget om svulst i ørespyttkjertelen?*

Utvalget nevner Sadetzkis studie sammen med tre tidligere studier (fra andre forskningsmiljøer) som hadde svært sparsomme data for langtids mobilbruk, og som ikke fant noen skadelig effekt. Utvalget skjærer de fire studiene over én kam og skriver: *"Ingen av de fire studiene av spyttkjertelsvulster rapporterte noen økt risiko, verken for kortvarig eller langvarig bruk av mobiltelefon. ... alle rapporterte risikoestimater har store konfidensintervall"* (FHI s. 91). Dette er feil referert når det gjelder Sadetzkis studie, for her viser resultatene signifikant risikoøkning for storbrukerne, når man tar med hvilken side av hodet pasienten pleide å holde telefonen. Dessuten er det smale konfidensintervall for disse resultatene.

6.8 Samlestudier av svulster i hodet

6.8.1 *"Den samlede forskningen"*

Statens strålevern viser ofte til at "den samlede forskningen" ikke viser noen helserisiko ved radiofrekvente felt. Faktum er at flere forskergrupper har gått igjennom "den samlede forskningen" og kommet til stikk motsatt resultat. Da har de gjerne foretatt en såkalt meta-analyse, som innebærer å analysere dataene fra flere tidligere studier under ett; eller de har måttet nøye seg med en litteraturstudie (et *review)* dersom dataene ikke har latt seg analysere innenfor samme metode. I fortsettelsen omtaler vi noen relevante meta-analyser og litteraturstudier. Ingen av dem er nevnt i utvalgets rapport.

6.8.2 *Koreansk-amerikansk meta-analyse*

Myung og medarbeidere (2009) har gjort en meta-analyse basert på 23 undersøkelser med 12 344 kreftpasienter og rundt 25 500 kontrollpersoner. Studien fant en signifikant positiv samvariasjon mellom eksponering og kreft (altså skadelig effekt) ved å legge sammen resultatene fra 8 "høykvalitetsstudier" med blinding, hvorav de fleste også hadde lik deltakeroppslutning i test- og kontrollgruppen. Dette dreier seg om de 7 studiene til professor Lennart Hardell og medarbeidere ved Universitetet i Örebro, pluss en tidlig INTERPHONE-undersøkelse av melanom (en type hudkreft). Derimot viser de samlede resultatene fra 15 andre studier – av lavere kvalitet – en signifikant negativ samvariasjon. Dette dreier seg hovedsakelig om INTERPHONE-studier uten blinding og med større frafall i kontrollgruppen enn i testgruppen. Uttrykket "blinding" viser til at forskere som gjorde intervjuene om mobilbruk ikke visste hvem som hadde svulst, og hvem som ikke hadde det.

Myung fant at de studiene der forskerne ikke visste om intervjuobjektene hadde svulst eller ikke, påviste en sammenheng mellom mobilbruk og svulst. Der forskerne under intervjuene visste hvem som var pasienter og hvem som var kontrollgruppe, fant man det motsatte: at mobilbruk forebygger svulster i hoder. Meta-analysen nevner også at Hardell-gruppens forskning, som konkluderer med økt risiko for kreft, kjennetegnes av uhildede forskere. I motsetning til de 15 andre studiene hadde ikke Hardell-gruppen mottatt pengebidrag fra mobilbransjen, sier forfatterne.[31] [32]

6.8.3 *Andre samlestudier*

Levis og medarbeidere (2011) har publisert en meta-analyse med så alvorlige anklager om dårlig forskningsetikk at vi har valgt å omtale den særskilt i kapittel 6.8. Lennart Hardells meta-analyse har vi allerede omtalt (se 6.3.2). Yakymenko og medarbeidere (2010) konkluderer med at en rekke tidligere studier, både av mennesker, dyr og celler, viser kreftrisiko ved eksponering for svake mikrobølger. Forfatterne peker på virkningsmekanismer, spesielt oksidativt stress i celler som utsettes for ikke-termiske strålestyrker. Forfatterne mener bestemt at såpass svake mikrobølger dermed kan stimulere til dannelse av kreft. De kaller resultatene alarmerende og oppfordrer til revisjon av gjeldende grenseverdier. I konklusjonen skriver de blant annet (vår oversettelse):

> *Samlet sett fastslår vi her at det nå er tilstrekkelig av overbevisende data til å hevde, med god grunn, at langtids eksponering for elektromagnetiske mikrobølger med lav intensitet faktisk kan fremme utvikling av kreft.*

Kan og medarbeidere (2008) har gjort en meta-analyse av tidligere kasus-kontroll-studier av hjernesvulst og mobilbruk. Hardell-gruppens studier var ikke med blant disse. Det var nok fordi Kan og medarbeidere valgte å utelate studier som inkluderte eksponering fra andre strålekilder enn mobiltelefon, for eksempel trådløs telefon. Det var ni studier som oppfylte utvalgskriteriene. Noen av disse var INTERPHONE-studier. Fem av de ni studiene inkluderte personer som hadde brukt mobil i 10 år eller mer. Forskerne fant ingen generell sammenheng mellom mobilbruk og hjernesvulst. Men for dem som hadde brukt mobil i 10 år eller mer, var det en signifikant forhøyet risiko for hjernekreft.

6.9 *Etiske problemer i forskningsformidlingen*

6.9.1 *Italienske forskere peker på finansieringskilde og slagside*

Levis og medarbeidere (2011) har publisert en meta-analyse som finner at langvarig mobilbruk nesten dobler risikoen for svulst i hodet. Den finner stor forskjell i ulike studiers risikoberegninger for sammenhengen mellom mobilbruk og kreft i hodet (hjernekreft, kreft i ørespyttkjertelen og på hørselsnerven). Artikkelen slår fast at metodisk svake studier som er helt eller delvis finansiert av mobilbransjen (for eksempel INTERPHONE) finner liten eller ingen risikoøkning, mens metodisk gode studier uten finansielle bindinger finner vesentlig økt risiko for kreft i hodet ved mobilbruk.

Levis påpeker i artikkelen at toneangivende forskere, som Anders Ahlbom og Anna Lahkola (se 6.9.4), i sine meta-analyser ser bort fra data for gruppen som har brukt mobil i minst 10 år, eller "vanner ut" disse dataene ved å legge dem i en samlegruppe for personer som har brukt mobil i 5 år eller mer. De trengte ikke å sette grensen ved 5 års mobilbruk, skriver Levis. De kunne ha sett

[31] Se også intervjuer med to av metaundersøkelsens forfattere i *Los Angeles Times*: http://www.latimes.com/news/nationworld/nation/la-sci-cell-phones14-2009oct14,0,3949576.story
[32] Se oppslag i Digi.no: http://www.digi.no/826869/ja-man-kan-faa-kreft-av-aa-prate-i-mobil

nærmere på personer som har brukt mobiltelefon i 10 år eller mer, for slike data er tilgjengelige fra Hardells studier.

Etter en detaljert gjennomgang av INTERPHONEs resultater retter Levis og medarbeidere kraftig kritikk mot prosjektets hovedkonklusjon og hevder at den økte risikoen i vedlegg 2 ikke kan skyldes tilfeldigheter (se 6.4.5). Videre peker de på at INTERPHONEs leder, Elisabeth Cardis, sammen med Siegal Sadetzki, publiserte en oppsummerende lederartikkel etter INTERPHONE-prosjektets avslutning. I artikkelen uttrykker Cardis og Sadetzki bekymring for "indikasjoner på økt risiko hos storbrukere og langtidsbrukere, fra INTERPHONE og andre studier". De oppfordrer derfor til føre-var-praksis, spesielt blant unge mennesker (Cardis & Sadetzki 2011).

Vel orientert om andres medisinske forskningsresultater om mobilstråling lister Levis og medarbeidere opp en rekke biologiske forklaringer på hvordan mobilstrålingen kan medvirke til kreftdannelse (genetiske endringer, endringer av blod-hjerne-barrierens gjennomtrengelighet, nerveskade i hjernen, økning av frie radikaler m.m., se kapittel 5.2.2). De konkluderer med at det finnes tilstrekkelig epidemiologisk belegg til å berettige bruken av føre-var-prinsippet for (1) å redusere grenseverdiene og (2) å begrense spredningen av trådløs teknologi på skoler og på steder der mange mennesker ferdes (biblioteker, kontorer, sykehus).

6.9.2 *CEFALO-studien underslår signifikant forhøyet risiko hos barn og unge*

Statens strålevern deltok i CEFALO-studien (Aydin et al. 2011), en kasus-kontroll-studie om mobilbruk og hjernesvulst hos barn og unge, basert på data fra Norge, Sverige, Danmark og Sveits. I årene mellom 2004 og 2008 ble 352 pasienter i alderen 7–19 år intervjuet om sin mobilbruk. Også brukerstatistikk fra mobiloperatørene ble trukket inn i studien, i den grad slik informasjon var tilgjengelig. Forskerne konkluderer med at mobilbruk ikke er kreftfremkallende. Det gjør de på tross av viktige funn: Da de analyserte samtaledata innhentet fra telefonoperatørene, fant de en sammenheng mellom kreftrisiko og antall år brukerne hadde hatt mobilabonnement. Jo lengre det var siden brukeren hadde tegnet sitt første mobilabonnement, jo større var risikoen. Disse oppsiktsvekkende resultatene er signifikante, men refereres ikke i sammendraget. Tvert imot argumenteres det i sammendraget mot en årsakssammenheng mellom mobilbruk og hjernekreft hos barn og unge. Forskere fra flere land har rettet skarp kritikk mot denne artikkelen, og en av kritikkene er publisert (Söderqvist et al. 2011). Kritikerne påpeker blant annet at resultatene viser en 2- til 5-dobling av risikoen hos barn og unge for å få hjernesvulst på siden av hodet – allerede før fem års mobilbruk, altså etter mye kortere tid enn hos voksne.

Hvordan kan forfatterne av CEFALO-rapporten konkludere på tvers av dataene? De trekker fram at det var flere hjernesvulster på "feil" side av hodet, enn på den siden hvor pasientene pleide å holde mobiltelefonen. Ikke desto mindre påpeker forfatterne at det er stor tvil om pasientene husker riktig når de blir spurt om hvilken side de pleide å holde telefonen. Dette kaller vi minneslagside *(recall bias)*. INTERPHONE-rapportens forfattere brukte minneslagside som argument for å bortforklare overhyppigheten av sammesidig svulst, se 6.5. Nå bruker CEFALO-forfatterne minneslagside til å forklare overhyppighet av motsattsidig svulst, og til å bortforklare overhyppighet av svulst i det hele tatt. Når usikkerheten er så stor om hvilken side pasienten pleier å holde telefonen, burde forfatterne heller ha konsentrert seg om hjernesvulst uansett på hvilken side. Tallene viser at det var liten forekomst av svulster midt i hodet, og liten forekomst av svulster med ukjent lokasjon.

Hvem er forfatterne, og hvem har betalt studien?

Tre av utvalgets medlemmer, Maria Feychting, Lars Klæboe og Tore Tynes, er blant forfatterne av CEFALO-rapporten. Flere mobilselskaper har bidratt til å finansiere studien, se avsnittene *Funding* og *Notes* bakerst i artikkelen (Aydin et al. 2011).

6.9.3 *Dansk studie "frikjenner mobilen", men har ikke gyldighet*

En artikkel av Frei og medarbeidere (2011) er den siste av fire publikasjoner om undersøkelser av en dansk kohort, som bestod av hele Danmarks befolkning i 1995. Forskerne definerte alle personer i Danmark som hadde mobilabonnement i 1995, som eksponerte, mens alle andre ble regnet som ueksponerte. Frei konkluderer med at det ikke er noen økt risiko for svulst ved bruk av mobiltelefon, og det samme gjør de tre foregående publikasjonene om den samme kohorten (gruppen personer).

Kohortstudien lider av store metodefeil. For det første består "kontrollgruppen" av alle dansker som ikke hadde mobilabonnement i 1995. Alle med mobilabonnement fra 1996 og senere ble altså klassifisert som "ikke-brukere" av mobiltelefon. Da har man ingen informasjon om mobilbruk i kontrollgruppen, der mange kan være storbrukere. Særlig gjelder dette de senere år, da utbredelsen av mobiltelefoner har økt voldsomt, og mobilen brukes i alle sammenhenger. Ved å sammenlikne kreftforekomst i til-og-med-1995-gruppen med kreftforekomst i "kontrollgruppen" finner forskerne ingen forskjell. Merk også at bedriftsabonnentene, det vil si de tyngste mobilbrukerne som var tidligst ute med mobiltelefon, ikke er inkludert i mobilbrukergruppen, men i kontrollgruppen. Det er fordi bedriftsabonnementene ikke inneholdt navn på personer, slik at det var vanskelig å finne ut hvem som var brukerne. I tillegg til bedriftsabonnentene var det også en del andre ikke-identifiserbare mobilbrukere. Av de 700 000 opprinnelige mobilabonnentene ble derfor 300 000 plassert i kontrollgruppen, og 200 000 av disse var bedriftsabonnenter. Da bør noen spørre etter gyldigheten (validiteten): Måler forskerne det de hadde tenkt å måle, i denne studien?

Studien til Frei har ikke kontrollert for bruk av trådløs fasttelefon, til tross for at hovedforfatteren har publisert en annen artikkel der det går fram at gjennomsnittlig 23 % av en persons eksponering for mikrobølger kommer fra bruk av trådløs fasttelefon, ca. 29 % fra mobiltelefon og ca. 32 % fra basestasjoner (Frei et al. 2009).

Hele forskningsrapporten er tilgjengelig på hjemmesiden til tidsskriftet BMJ (British Medical Journal). Der ligger også mange kritiske leserbrev til tidsskriftets redaktør (fanen *Read responses*). Kritikerne er meget forbauset over at studien slapp igjennom fagfellevurderingen og ble publisert. Tre forskere i Hardell-gruppen har publisert en review-artikkel med skarp kritikk av de fire artiklene om den danske kohorten (Söderqvist et al. 2012). Der skriver de bl.a. at kohortstudien "har alvorlige begrensninger relatert til eksponeringsvurdering", og at de fire rapportene er "mildt sagt uinformative".

Hva sier utvalget om den danske kohortstudien? Utvalget gjør rede for at opptil 200 000 bedriftsabonnementer og 100 000 andre langtidsbrukere av mobiltelefoner ikke kunne identifiseres som eksponerte, og derfor er med i kontrollgruppen (FHI s. 90). Intet er nevnt om at alle som tegnet personlig mobilabonnement etter 1995, også er med i kontrollgruppen. Istedenfor å kritiserere de åpenbare metodefeilene, slik mange andre forskere har gjort, argumenterer utvalget for at kohortstudiens konklusjon om "ingen risiko" er troverdig. Argumentene deres er vanskelige å forstå og bidrar ikke til å underbygge utvalgets konklusjon.

6.9.4 *Hardell-gruppens resultater neglisjeres*

De samlerapportene som utvalget legger til grunn for sitt arbeid og sine konklusjoner, velger å se bort fra resultatene til Lennart Hardells forskningsgruppe. Dermed ser de bort fra en rekke befolkningsstudier som påviser signifikant forhøyet risiko for hjernesvulst etter langvarig mobilbruk – hvis man tar i betraktning at svulsten utviklet seg på den siden av hodet der pasienten pleide å holde telefonen (se 6.3). Det er underlig at en rekke samlerapporter velger å se bort fra Hardells funn – særlig fordi flere uavhengige forskere betrakter Hardell-gruppens studier som de beste på området. Et eksempel på en slik samlerapport er den som ble utgitt av det finske strålevernet i 2010, og som dessuten var forfatterens doktorgradsavhandling (Lahkola 2010). Under er et utdrag fra side 56 (vår oversettelse):

> *Hardells forskningsgruppe ser ut til å finne positive assosiasjoner i nesten alle (sine) studier, men det har imidlertid ikke vært mulig å finne feilkilder i deres rapporter som kunne forklare de positive resultatene.*

Lahkola er altså overrasket over at det ikke er noe "å pirke på" i Hardell-teamets undersøkelser om mobilbruk og svulster i hodet, og registrerer at Hardell og medarbeidere likevel har funnet sammenhenger ("positive assosiasjoner") mellom mobilbruk og hjernesvulst. Hun dveler ikke lenge ved dette, men tar isteden for seg de mange samlerapportene som toner ned funnene. Hun viser også til Kan et al. (2008) (omtalt i 6.8.3), men ser bort fra hans konklusjon om forhøyet risiko ved mer enn 10 års mobilbruk (vår oversettelse):

> *I kontrast til studiene som er presentert over, har flere forskningsgjennomganger og komitérapporter om helseeffekter av mobiltelefonbruk, tidligere konkludert ned at det ikke finnes noe overbevisende evidens for at mobiltelefonbruk kan forårsake hjernesvulst (Valberg 1997; IEGMP 2000; AGNIR 2003; Ahlbom et al. 2004; Feychting et al. 2005; SCENIHR 2007; SSI Report 2007; Kan et al. 2008; SSI Report 2008; SCENIHR 2009). De siste oppsummeringene tyder på at mobiltelefonbruk i mindre enn 10 år ikke øker risikoen for hjernesvulst, men når det gjelder langvarig bruk, er dataene ennå sparsomme og konklusjonene tentative (SSI Report 2008; SCENIHR 2009).*

I sammendraget trekker hun følgende konklusjon:

> *Konklusjonen er at de nåværende studiene ikke tyder på mobiltelefonbruk som en årsak til hjernesvulst. Siden det var reduserte risikoer i case-kontroll-studiene, må mulighetene for at resultatene er utsatt for slagside, bli nøye vurdert i tolkningen.*

Lahkolas konklusjon føyer seg altså inn i rekken av alle de samlerapportene der forfatterne har valgt å ta gjennomsnittet over alle undersøkelser, slik at urovekkende funn og resultater fra de gode undersøkelsene blir "vannet ut". I konklusjonen antyder hun slagside i dataene ettersom resultatene viste redusert risiko for hjernesvulst hos "normalbrukere" av mobiltelefon. Men hun er ikke inne på tanken at slagsiden også kan skjule en reell forhøyet risiko. Utvalget velger samme framgangsmåte: De veier Hardell-gruppens funn mot en rekke dårlige studier, blant dem INTERPHONEs hovedrapport og den danske kohortstudien.

6.10 Utvalgets vurdering av kreftrisiko

6.10.1 *"Samlet sett"*

Utvalgets konklusjon er at studier av mobilbruk og kreft har svakheter/metodeproblemer. *Recall bias* (minneslagside, rapporteringsfeil) framholdes som hovedproblemet. Utvalget mener at det

samlet sett ikke finnes noen overbevisende resultater som støtter at mobiltelefonbruk i inntil 15 år kan øke risikoen for gliom, meningiom eller svulst på hørselsnerven. Utvalget skriver at flere studier av typen kasus-kontroll bare vil bidra med begrenset ny informasjon. De hevder at de få resultatene som indikerer økt risiko for hjernesvulst, framstår som mindre sannsynlige fordi forekomsten av hjernesvulst i befolkningen ikke har vist tilsvarende økning. Utvalget konkluderer nærmest med at det eneste som kan avklare situasjonen, er om forekomsten av hjernesvulst i befolkningen øker eller ikke, og sier at hittil er det ingen tegn som peker i den retning. Når det gjelder meningiom og svulst på hørselsnerven, så er dette svulsttyper som utvikler seg langsommere, og utvalget åpner dermed for at en økning av slike tilfeller eventuelt kan vise seg senere.

6.10.2 *Våre kommentarer*

Utvalget bruker minneslagside/rapporteringsfeil som hovedargument for å svekke funn, men det empiriske grunnlaget for å gjøre dette, er særdeles svakt og gir ikke rom for mer enn spekulasjoner (se 6.5). Når det gjelder kreftforekomst, må vi gjøre oppmerksom på at det er registrert en økning i gliom (ondartet hjernesvulst) i Australia, og en økning i hjernesvulster generelt i Danmark, i USA og blant jenter og gutter (15–19 år) i Norge (se 6.1). Utvalget rapporterer ikke disse økningene. Videre underslår utvalget signifikante funn, for eksempel når det gjelder økt risiko for svulst på hørselsnerven (se 6.6.2). Utvalget framsetter mye og til dels helt uberettiget kritikk av studier som har funnet skadelige effekter av stråling. Samtidig unnlater de å kritisere helt åpenbare og grove metodefeil i studier som ikke finner noen sammenhenger, og bruker slike studier som motvekt til studier som viser helseskader. Sist, men ikke minst, må vi påpeke at utvalget slår sammen alle studier, både gode og dårlige, eller resultater for alle latenstider, og lander på et slags gjennomsnitt av dem, stikk i strid med vitenskapelig tankegang. I vitenskap gjelder ikke noe vektskålprinsipp, men falsifikasjon (se 3.5.3).



7 Eloverfølsomhet

7.1 Et økende problem

Fenomenet eloverfølsomhet (EOF) rammer stadig flere mennesker og forekommer i etablerte industriland og i utviklingsland i rask modernisering. En spørreundersøkelse i Sverige i 2007 fant at 3,2 prosent av befolkningen definerte seg som eloverfølsomme (Socialstyrelsen 2009). Det er ikke gjort noen tilsvarende undersøkelse i Norge. Vanlige symptomer er svie/brenning i huden, hodepine, kvalme, ledd- og muskelsmerter, kramper, utmattelse, svimmelhet, søvnproblemer, hjerterytmeforstyrrelser, depresjon, konsentrasjonssvikt, synsforstyrrelser og kribling/prikking (FELO 2010). Selv om eloverfølsomhet er utbredt internasjonalt og har vært kjent i flere tiår, er det ennå ikke anerkjent som en tilstand forårsaket av stråling. Men noen forskere ser sammenhengen, bl.a. Stephen Genuis ved Universitetet i Alberta, Canada, som redegjør for elektromagnetiske felt som folkehelseproblem (Genuis 2008). Videre gir Genuis & Lipp (2012) en god oversikt over forskningshistorien på området eloverfølsomhet. Her drøfter de også forhold som de fleste forskere på feltet hittil har oversett, og som kan ha bidratt til at forskningen i mange tilfeller ikke har klart å påvise eloverfølsomhet i tester.

7.2 Eloverfølsomhet påvist – McCarty og medarbeidere

Som et friskt pust kom et arbeid av McCarty og medarbeidere (2011) inn i utvalgets portefølje høsten 2011. Denne særdeles viktige artikkelen beskriver en provokasjonsstudie utført ved Louisiana State University.

7.2.1 Funn og metode

Forskerne fant at en forsøksperson reagerte konsekvent med smerter (hodepine, muskelkramper), synsforstyrrelser og/eller urytmiske hjerteslag etter å ha blitt utsatt for et pulset elektrisk felt. Hun fikk også slike reaksjoner etter å ha blitt utsatt for et kontinuerlig elektrisk felt, men ikke hver gang. Personen, som er lege og selverklært eloverfølsom, meldte seg frivillig til en rekke forsøk, og disse ble utført dobbeltblindt, dvs. at verken forsøkspersonen eller intervjueren visste når det elektriske feltet var på eller av. Forsøkspersonen signaliserte symptomer så konsekvent at det med svært liten sannsynlighet (< 5 %) kan skyldes tilfeldigheter. Men hun var ikke i stand til å si om det elektriske feltet var på eller av, og forskerne sier derfor at psykologiske prosesser kan utelukkes som årsak til symptomene. Forskerne kritiserer tidligere provokasjonstudier for ikke å ta høyde for at responser på elektromagnetiske felt varierer mellom eloverfølsomme personer, men isteden beregne gjennomsnitt på tvers av grupper av forsøkspersoner. De mener at tidligere studier med slike metoder dermed kan skjule reelle effekter.

Feltstyrken som ble brukt i denne studien, var i gjennomsnitt på 300 V/m med maksimumsverdi på 800 V/m. Det tilsvarer strålingsnivåer rundt ujordet elektrisk utstyr, for eksempel husholdningsapparater og TV-er som er tilkoblet ujordede stikkontakter, og rundt vanlige transformatorer til spot-belysning. Tidligere studier har prøvd å finne ut om forsøkspersoner i blindforsøk kunne si om et elektromagnetisk felt var på eller av, og disse studiene har ikke klart å konkludere. Men studien til McCarty og medarbeidere har etter alt å dømme en forskningsdesign som egner seg til å påvise eloverfølsomhet. Forfatterne konkluderer med at eloverfølsomhet er et nevrologisk syndrom som kan framkalles ved ytre påvirkning, og slår fast at årsaken ikke er å finne i psykologiske prosesser. Merk at forsøkspersonen hevder å reagere ikke bare på elektriske felt, men også på felt fra bl.a. mobiltelefoner og kraftlinjer.

I motsetning til andre studier på området har denne studien benyttet kun én forsøksperson og sett på mange sekvenser av (A) feltet er av – (B) feltet er på. Å gjøre repetisjoner av forsøk A–B…–A–B–A på ett individ er en anerkjent framgangsmåte og et brukbart alternativ når det er vanskelig og/eller dyrt å etablere riktig sammensatte grupper av individer. I en slik "single case"-design er resultatene representative for den ene forsøkspersonen. I dette tilfellet er eloverfølsomhet påvist hos denne ene forsøkspersonen, og dermed kan vi ikke utelukke at det finnes flere personer, kanskje mange, som reagerer på liknende måte på elektromagnetiske felt.

7.2.2 *Utvalgets fortolkning og innvendinger*

Forskere har lenge vært på leting etter personer – om enn bare én person – som kan bekrefte i en dobbeltblind studie at eloverfølsomhet finnes, og at symptomene faktisk framkalles av elektromagnetiske felt under grenseverdiene. McCarty og medarbeidere fant en slik person, der sammenhengen mellom eksponering og plager var signifikant. Studien var godt lagt opp og gjennomført, og testene ble utført dobbeltblindt. Forsøkspersonen var en "svart svane" (se 3.5.3) som motbeviste hypotesen om at eloverfølsomhet ikke finnes. Da skulle vi forvente at det norske utvalget ville åpne for at eloverfølsomhet er påvist. Men det gjør de ikke. Isteden omformulerer de hovedfunnet slik at det ikke er til å kjenne igjen. McCarty og medarbeidere skriver:

> *The subject developed symptoms in association with the presentation of a pulsed electric field significantly ($p < .05$) more often than could reasonably be explained on the basis of chance (Table 3).*

Slik gjengir utvalget denne konklusjonen (FHI s. 126):

> *Analysene viste sterkere symptomer etter de pulsede eksponeringene enn etter liksom-eksponeringene.*

Istedenfor å skrive at forsøkspersonen hadde symptomer, skriver utvalget at "analysene viste ... ". Med denne reformuleringen antyder utvalget at forskernes "analyser" har vridd på resultatene. Videre unnlater utvalget å fortelle leseren at funnet var signifikant ($p < 0{,}05$). I tillegg leter utvalget etter mulige svakheter og framsetter bl.a. følgende innvendinger (FHI s. 126):

1) Det er "uklart hva som var grunnlaget forskerne benyttet for å kategorisere symptomene ved 12 av de totalt 35 testene. I disse tilfellene var ikke styrken på symptomene oppgitt, men bare hvilket symptom det gjaldt".
2) "Det er heller ikke redegjort for om grupperingen av symptomenes styrke med tanke på statistiske analyser ble gjort blindet for hvilken eksponering som var brukt i hvert tilfelle."
3) "Imidlertid, i seriene med pulset eksponering trodde forsøkspersonen oftere at hun ble eksponert mens feltet var på enn mens det var av".

7.2.3 *Våre kommentarer til utvalgets innvendinger*

Til punkt 1: Bare hvilket symptom det gjaldt?
Innvendingen er ikke relevant. Forsøkspersonen rapporterte sin tilstand med egne ord, i form av formuleringer hun hadde bestemt på forhånd. De 12 "symptomnavnene" er formuleringer som beskriver en plage. De andre responsene er så definert gjennom reduserende eller forsterkende tillegg slik at rapporteringen kan følge en stigende skala. Tilsvarende metode er brukt av Wallace og medarbeidere (2010) uten at utvalget satte metoden under tvil av den grunn; her viste forsøkspersonene selv hvor sterkt utslaget for hvert symptom var, ved å markere det langs en linje. (Wallace og medarbeidere konkluderte med at eloverfølsomhet ikke kunne påvises i deres studie, se 7.5.2.)

Til punkt 2: Ikke blindet kategorisering av responser?
Testresultatene ble registrert dobbeltblindt. Forskerne har inndelt symptomene i tre kategorier som gjenspeiler tre nivåer av symptom/smerte:

- intet symptom
- mildt symptom ("mild")
- symptom(er) ("more than mild")

I den siste kategorien står symptomnavnet uten "mild" foran, f.eks. "hodepine". Merk at den siste kategorien også inkluderer "uttalte" symptomer. Med "uttalt" ("pronounced") mener McCarty at det enten var to symptomer, eller at testpersonen presiserte at symptomet var sterkt (f.eks. "sterk hodepine").

Til punkt 3: Kunne forsøkspersonen føle det pulsede feltet?
Utvalget passer seg for å si direkte at forsøkspersonen kunne føle det pulsede feltet og dermed kunne påvirke svarene i en bestemt retning. Men utvalget trekker i tvil det resultatet som viser at forsøkspersonen *ikke* kunne føle feltet. De skriver (FHI s. 126):

> *Imidlertid, i seriene med pulset eksponering trodde forsøkspersonen oftere at hun ble eksponert mens feltet var på enn mens det var av, dvs. resultatet indikerte at hun vurderte riktig at hun var eksponert, bedre enn det man skulle forvente ved tilfeldige gjetninger.*

For det første unnlater utvalget å skrive at antall riktige ja-svar ved pulset eksponering var kun 32 av til sammen 293 tilfeller, altså 11 %. McCarty og medarbeidere syntes ikke 11 % treff ga noe grunnlag for å hevde at forsøkspersonen kunne føle feltet.

For det andre har utvalget forvillet seg ut på glattisen. For nettopp det å kunne føle et såpass svakt felt har i andre studier vært brukt som kriterium for eloverfølsomhet. ICNIRP skriver at en liten minoritet personer kan føle et elektrisk felt svakere enn 5 kV/m (ICNIRP 1998, s. 500). Vi har ikke funnet noen forskningsartikkel som antyder at ikke-eloverfølsomme personer kan føle et elektrisk felt svakere enn 1000 V/m. Heller ikke utvalget viser til noe forskningslitteratur om dette. Allikevel reiser de tvil om at forsøkspersonen var eloverfølsom – med den begrunnelse at hun sannsynligvis var eloverfølsom!

Det er også feil i utvalgets gjengivelse av forsøket: Utvalget skriver at ulike eksponeringer alltid kom i samme rekkefølge. Men forsøket besto av to serier med tester, og i den ene serien var rekkefølgen på de ulike eksponeringssituasjonene tilfeldig.

Utvalget konkluderer med at det ikke kan utelukkes at McCartys testperson virkelig reagerte på pulsede felt, "på tross av enkelte svake resonnement i artikkelen og potensielle feilkilder i studien". Påstanden om svake resonnementer får stå for utvalgets regning. Med "potensielle feilkilder" mener utvalget trolig de tre som er nevnt over, og som det ikke er hold i. Utvalget hevder at forsøket må gjentas på samme testperson. Det er merkelig at de hevder dette, for det er helt uvanlig at de samme personene må delta i gjentakelse av studier.[33] Tvert imot er det viktig at andre forskningsmiljøer gjentar studiene – med andre personer. Dét er allerede gjort, se 7.3.

[33] Utvalget viser til en eldre studie der en person kunne si om et elektromagnetisk felt var på eller av. Da denne undersøkelsen ble forsøkt gjentatt med samme person, var personen ikke i stand til å kjenne feltet. Dette bekrefter at eloverfølsomhet kan forandre seg over tid. Etter grundig skjerming avtar symptomene, og vanligvis avtar da også evnen til å kjenne om et felt er på eller av.

Skarp kritikk av tidligere provokasjonsstudier

McCarty og medarbeidere leverte et viktig bidrag til forskningen om eloverfølsomhet i form av en velbegrunnet kritikk av de fleste tidligere provokasjonsstudier. Vanlig praksis i andre studier har vært å ta responsen hos eloverfølsomme individer inn i gjennomsnittet for hele sensitiv-gruppen av forsøkspersoner. Slik utvanning har hindret utsagnskraftige resultater som kunne ha bekreftet at eloverfølsomhet eksisterer. Genuis & Lipp (2012) skriver at eloverfølsomme har ulike reaksjonstider og er sensitive for ulike frekvensområder. Utvalget framhever, i likhet med Hillert og medforfattere (2002), at gruppen av eloverfølsomme er svært heterogen, og at dette gjelder symptomer så vel som utløsende faktorer. Men utvalget etterlyser ikke forskning som tar hensyn til dette, og de deltakende forskerne i utvalget har heller ikke tatt høyde for dette i egne arbeider. Metodekritikken fra McCarty og medarbeidere rammer kjernen i den forskningen som utvalget legger vekt på. Utvalget kommenterer ikke denne kritikken. Det gjør heller ikke G. James Rubin, se under.

7.2.4 *Usaklig kritikk fra Rubin*

G. James Rubin og medforfattere (2012) har kritisert McCartys studie i et leserinnlegg til tidsskriftredaktøren. Rubin fant ikke ut av kriteriene som McCartys team brukte til å gruppere svarene til testpersonen. Men det er ganske enkelt å lese svaret ut av forskningsrapporten: McCarty grupperte testresultatene i tre nivåer: intet symptom, mildt symptom og symptom(er) ("more than mild"). I teksten forklarer McCarthy at forsøkspersonen rapporterte "uttalte" ("pronounced") symptomer i noen av testene, og at dette skjedde kun i tester der det elektriske feltet var slått på. Med "uttalt" mener han at det enten var to symptomer, eller at symptomet var sterkt. De "uttalte" symptomene inngår i gruppen "more than mild".

Rubin kunne ha reist et saklig spørsmål om hvordan grupperingen ble gjort. I stedet for å komme med konstruktiv kritikk, insinuerer han at det er fusk inne i bildet. Rubin har mye å forsvare, han har publisert flere forskningsartikler som konkluderer med at eloverfølsomhet ikke finnes. Det er verdt å merke seg at Rubin ikke kommenterer McCartys kritikk av tidligere provokasjonsstudier.

McCarty-studiens seniorforsker, Andrew Marino, benyttet anledningen til å skrive et svar der han poengterer hva som er hovedbudskapet i forskningsrapporten (vår oversettelse; EHS = electrohypersensitivity, eloverfølsomhet):

> *Det viktigste … er ikke om EMF kan produsere symptomer (vi demonstrerte empirisk at de kan), men heller hvorfor denne effekten har vært vanskelig å oppdage tidligere. Det forekom oss at EHS hadde vært vanskelig å identifisere på grunn av undersøkelsesmåten. Eksperimentene som var blitt designet for å oppdage EHS, var basert på den antakelsen at hvis det eksisterte, så var det et lineært fenomen, mens EHS faktisk er et ikke-lineært fenomen. For eksempel har alle eksperimenter som er utført eller gjennomgått av forfatterne [av Rubins leserbrev, vår merknad], tatt i bruk lineære eksperimentelle og statistiske design, som er kjent for å være ineffektive til å oppdage ikke-lineær deterministisk aktivitet.*

Med *ikke-lineært fenomen* mener Marino her at det varierer hvor i kroppen EHS-symptomene kommer, at de kan henge igjen etter at eksponeringen er slått av, at de avhenger ikke bare av feltstyrken, men også av endringer i feltet (pulset vs. kontinuerlig), og at de sannsynligvis forsterkes av andre faktorer, deriblant personens følesesmessige reaksjon på smerten (Marino et al. 2012). Marino avslutter sitt svar med å peke på meningsmotstandernes finansieringskilder, som sammen med deres ustanselige "jakt på forutsigbare negative resultater … gir inntrykk av en viktig økonomisk interessekonflikt".

7.3 Flere studier som har påvist eloverfølsomhet

7.3.1 William Rea fant objektive symptomer allerede i 1991

McCartys studie kan betraktes som en bekreftelse av tidligere resultater. Den første vi vil nevne, er en provokasjonsstudie som ble utført 20 år tidligere av William Rea (1991). Utgangspunktet var 100 selverklært eloverfølsomme personer. Forsøket omfattet svært mange provokasjonstester med mange forskjellige frekvenser fra 0,1 Hz til 5 MHz. Testmiljøet ble kontrollert med hensyn til stråling, partikler og forurensende stoffer. Det ble etablert en personlig "baseline", der man registrerte bl.a. blodtrykk, puls, åndedrett, temperatur samt synlige symptomer (bl.a. rødme, ødem) og selvrapporterte symptomer (bl.a. hodepine, svimmelhet, kvalme). Funksjonen til det autonome nervesystemet ble testet ved hjelp av en såkalt *iriscorder*, et apparat som måler bevegelse i pupillene.

Første runde med provokasjonstester ble utført enkeltblindt og fungerte som en første utsiling. De personene som skåret høyere enn 20 % over sin personlige baseline på enten antall symptomer eller intensitet i symptomene, ble plassert i gruppen "positiv reaksjon". Fra denne gruppen plukket man ut 25 personer som ikke hadde mer enn én placebo-reaksjon i første testrunde, til å gå videre til neste testrunde. (Med "placebo" mener forfatterne *symptom under liksom-eksponering*.)

Andre testrunde ble kjørt dobbeltblindt med en sensitiv-gruppe bestående av de 25 utvalgte personene fra første runde, og en kontrollgruppe av 25 ikke-sensitive personer. Begge gruppene ble utsatt for både ekte eksponering og liksom-eksponering. 16 av de 25 personene i sensitiv-gruppen reagerte på ekte eksponering. De viktigste symptomene var nevrologiske: kribling/prikking, trøtthet, hodepine, og svimmelhet. Ingen i kontrollgruppen reagerte på verken ekte eksponering eller liksom-eksponering.

De 16 personene ble så med i en siste runde, der hver av dem ble eksponert for den ene frekvensen som vedkommende hadde reagert sterkest på. Også denne runden ble utført dobbeltblindt og med både eksponering og liksom-eksponering. Alle reagerte på eksponeringen, og ingen reagerte på liksom-eksponeringen. Eksempler på endringer var 20 % reduksjon i lungefunksjonen og 40 % økning i hjerterytmen. Symptomene varte fra 5 timer til 3 dager. Forfatteren konkluderer med at eloverfølsomhet er et reelt fenomen hos noen miljøsensitive pasienter. Disse hadde konsistente reaksjoner, men ingen av kontrollpersonene hadde det.

Studien til Rea har det til felles med McCartys studie at den tar utgangspunkt i individuelle reaksjonsmønstre. De fleste andre provokasjonsforsøk har gjort det stikk motsatte, de har valgt en metode som forutsetter at alle eloverfølsomme reagerer likt.

7.3.2 Olle Johansson, mastcellehypotesen og annen forskning på hud

Olle Johansson har i en pilotstudie påvist at en forsøksperson i dobbeltblindtester har reagert konsekvent på stråling fra mobiltelefon (Johansson 1995a). Johanssons grundige forskning på hudreaksjoner resulterte i den såkalte mastcellehypotesen. Det er en teoretisk modell som kan forklare ikke bare hudsymptomer, men et bredt sett av symptomer som eloverfølsomme har, og der psykologiske prosesser er utelukket som årsaksfaktor (Gangi & Johansson 2000). Et par år senere fant en japansk forsker at stråling fra mobiltelefoner og videospillmaskiner kunne forverre atopisk eksem (Kimata 2002, 2003).

7.3.3 Ingen ny vurdering av eldre studier

Disse eldre studiene ble igjen relevante da McCartys studie ble publisert. Det er fordi McCartys studie kan betraktes som en gjentakelse av disse, og en bekreftelse av deres funn. Likevel har

utvalget unnlatt å hente fram disse eldre studiene til ny vurdering. Dette er et eksempel på at utvalget har "fredet" konklusjoner fra tidligere samlerapporter som de har valgt å bygge på. Dessuten har forfatterne til kapitlet om eloverfølsomhet i sin egen forskning konkludert med at eloverfølsomhet har psykiske årsaker. De ønsker tydeligvis å holde fast ved denne forklaringen.

7.4 Eksempel på feilslutning i forskning – Oftedal og Stovner

I 2007 utførte Gunnhild Oftedal og Lars Jacob Stovner et eksperiment som bestod av flere provokasjonsforsøk med personer som mente at de fikk vondt i hodet av å snakke i mobiltelefon (Oftedal et al. 2007, Stovner et al. 2008). Hensikten var å undersøke om det å snakke i mobiltelefon kan gi hodepine. Deltakerne ble rekruttert gjennom annonser i aviser, ikke via de eloverfølsommes forening, for forskerne ville ikke ha med eloverfølsomme i eksperimentet. I flere runder ble forsøkspersonene utsatt for stråling eller liksom-stråling (sham) i et laboratorium. Oftedal og Stovners arbeid har det til felles med flere utenlandske studier at de startet ut med en god del frivillige deltakere, men etter hvert trakk flere seg, noen av helsemessige grunner (ble de syke av strålingen?).

Oftedal og Stovners eksperiment ble kjørt dobbeltblindt, dvs. at verken deltaker eller forsker visste når strålingen var av, og når den var på. Resultat: Deltakerne fikk mer hodepine og/eller annet ubehag uansett om strålingen var på eller av. Derfor mener forskerne at nocebo-effekten (forventningen om å få vondt) slo til i dette eksperimentet. I tillegg trekker forskerne den slutningen at all hodepine som folk mener skyldes mobilbruk, høyst sannsynlig skyldes nocebo-effekt og ikke stråling. "Studien demonstrerer at eksponering for høyfrekvente felt fra GSM 900 mobiltelefoner ikke forårsaker smerte eller ubehag i hodet eller andre symptomer, selv hos individer nøye utvalgt i henhold til kriteriet om spesifikk sensitivitet for mobiltelefonbruk" (Oftedal et al. 2007).

Konklusjonen som Oftedal og Stovner trekker, er den logisk? Forskerne fant følgende: *Deltakerne fikk hodepine uansett om strålingen var på eller av*. Forskerne konkluderte: *Altså får ingen vondt i hodet av høyfrekvent stråling fra mobiltelefon*.

Hvis forskerne hadde funnet at forsøkspersonene *ikke* fikk hodepine uansett om strålingen var på eller av, da hadde det vært rimelig å konkludere med at ingen av dem får hodepine av den høyfrekvente strålingen fra mobiltelefon. Men det var ikke dette forskerne fant. Den eneste logiske konklusjonen man kan trekke av Oftedal og Stovners eksperiment, er: *Nocebo-effekten gjorde dette eksperimentet uegnet til å vise om folk kan få vondt i hodet av den høyfrekvente strålingen fra mobiltelefon*. Det er slik Oftedal og Stovner burde ha konkludert.[34]

[34] Professor Dariusz Leszczynski, som er medlem av det finske strålevernet (STUK), har en interessant kommentar til Oftedal og Stovners konklusjon. På sin vitenskapsblogg skriver han at nocebo-effekt må forventes i en slik laboratorietest, som i seg selv er en stressende situasjon for deltakerne. Nocebo-effekten kan dermed ikke brukes til å avfeie en sammenheng mellom eloverfølsomhet og EMF. http://betweenrockandhardplace.files.wordpress.com/2012/09/19-electromagnetic-hypersensitivity-in-limelight-in-norway-brought-by-an-unlikely-adversary.pdf

"Høyfrekvent" er ikke bare høyfrekvent

Den trådløse kommunikasjonen som er mest vanlig nå for tiden (mobiltelefoni, trådløst nettverk, TETRA/nødnett etc.) har to komponenter: en høyfrekvent, kontinuerlig bærebølge, som måles i MHz eller GHz, og en lavfrekvent modulasjonsbølge (pulsing), som måles i Hz. Informasjonen sendes som pulsede (modulerte) signaler på den høyfrekvente, kontinuerlige bølgen.

Når man skal undersøke mulige helseeffekter av elektromagnetiske felt fra trådløs kommunikasjon, må man også ta den lavfrekvente komponenten i betraktning. Schmid og medarbeidere (2012) viser dette tydelig i sin forskningsrapport om mobilstrålingens påvirkning på hjernebølgene under søvn. I sine eksperimenter målte de søvn-EEG og fant at en 14 Hz (lavfrekvent) pulsing på toppen av en 900 MHz kontinuerlig bølge gav signifikant endring i hjernens fysiologi. Forsøkspersonene ble bestrålt 30 minutter før de skulle sove, og forandringene viste seg mens de sov, 2–3 timer etter innsovning. Det samme mønsteret viste seg med 217 Hz pulsmodulering, men ikke signifikant. Forfatterne henviser til en rekke tidligere studier (i årene 1999–2007) som har funnet det samme, nemlig at pulsmodulering i tillegg til et kontinuerlig høyfrekvent felt gir andre biologiske effekter enn kun det kontinuerlige høyfrekvente feltet.

7.5 Påviser eloverfølsomhet, men tas til inntekt for det motsatte

7.5.1 Stråling fra det nye nødnettet

Det nye mobilsambandet for nødetatene, TETRA, har en høyfrekvent bærebølge i underkant av 400 MHz pluss en lavfrekvent pulsing på 17,6 Hz, en frekvens som ligger meget nær hjernens egne frekvenser. England var tidlig ute med å ta i bruk TETRA. Snart meldte flere engelske politifolk om redusert helse pga. strålingen. De ble ikke trodd, og protestene ble dysset ned av myndighetene (Mysterud 2009). I Norge har brannmenn meldt om helseplager ved bruk av TETRA-telefoner (Fagbladet 2010). I tillegg har beboere med TETRA-antenner vis-a-vis sin leilighet meldt om kraftig svekket helse etter at antennene ble tatt i bruk (Ditt Oslo 2012).

På Folkehelseinstituttets nettsted ligger en lysbildepresentasjon som tar for seg mulige negative helseeffekter av radiofrekvent stråling generelt, og fra det nye nødnettet, TETRA, spesielt (Brunborg 2011). Gunnar Brunborg slår her fast at vi vet nok til *ikke* å være bekymret for helseskader fra TETRA:



Gunnar Brunborg har sittet i utvalget. Denne lysbildepresentasjonen laget han i starten av utvalgets arbeid. I presentasjonen viser han til to studier som tas til inntekt for at stråling fra trådløs kommunikasjon ikke innebærer noen helserisiko for brukere og/eller publikum (Wallace og medarbeidere 2010; Nieto-Hernandez og medarbeidere 2010). Nå skal vi se nærmere på de to studiene.

7.5.2 *Wallace fant økt hjerterytme*

Denise Wallace og medarbeidere (2010) eksponerte frivillige forsøkspersoner for TETRA-liknende stråling i et laboratorium. Det var to grupper forsøkspersoner: den ene bestod av selverklært eloverfølsomme (sensitive), og den andre bestod av ikke-sensitive personer. Strålingen skulle tilsvare det man tenker seg at personer kan bli eksponert for fra en TETRA-basestasjon (TETRA-mast). SAR-verdien[35] i forsøkene var 271 µW/kg – som forfatterne beregnet skulle tilsvare en effekttetthet på 10 000 µW/m^2 ved standardmål for voksen kroppsoverflate og kroppsvekt. Wallace og medarbeidere gjorde tre fysiologiske tester, av blodvolumpuls, hjerterytme og hudens ledningsevne. De gjorde også seks tester av virkningen på selvrapportert velvære, nærmere bestemt av engstelse, spenning, uro, avslapning, ubehag og utmattelse. Forskerne konkluderte med at de ikke fant noen forskjeller på symptomer mellom de to gruppene av forsøkspersoner når testene ble gjort dobbeltblindt, dvs. når verken forsøkspersonene eller forskerne visste når strålingen var på eller av. Men ser vi nærmere etter, leser vi at de fant én signifikant forskjell mellom de to deltakergruppene: Hjerterytmen økte hos de sensitive da de ble bestrålt dobbeltblindt. Dette resultatet valgte forskerne å feie vekk med en Bonferroni-korreksjon, se 7.5.5.

7.5.3 *Flere har funnet hjerterytmeforstyrrelser*

Denise Wallace's resultat støtter Magda Havas' funn om at radiofrekvent stråling får hjerterytmen hos noen personer til å øke umiddelbart og dramatisk (Havas 2010). Utvalget avfeier studien til Havas ved å vise til en upublisert kritikk som hevder at apparatet som ble brukt, kan påvirke hjerterytmen (FHI s. 125). Utvalget har funnet denne kritikken på et nettsted av typen "skeptikerblogg" med formål å diskreditere forskningsresultater som viser helserisiko av EMF[36]. At utvalget velger å referere til dette er én sak. En annen sak er at kritikken er tynn: Det gjenstår å forklare at bare noen av forsøkspersonene reagerte med hjerterytmeforstyrrelser; alle ble jo målt med det samme apparatet.

William Rea fant også økt hjerterytme, se 7.3.1. En studie fra Egypt rapporterer om signifikant økt hjerterytme hos fostre mens moren snakket i mobiltelefon og like etterpå. Det samme ble observert hos nyfødte barn som lå i morens fang mens moren snakket i mobil (Rezk 2008). Resultatene til Wallace, Rea, Havas og Rezk tilsier at man bør forske mer på hvordan stråling påvirker hjertet. Hjerterytmeforstyrrelse er ofte rapportert blant eloverfølsomme, og det har generelt fått oppmerksomhet som et utbredt helseproblem.

7.5.4 *Vår konklusjon om Wallace-studien*

Wallace-studien gjør den klassiske feilen å sammenlikne gjennomsnittet i en heterogen gruppe som ble kalt sensitive, med en gruppe ikke-sensitive – nettopp den framgangsmåten som McCarty og medarbeidere kritiserer så sterkt. Likevel finner Wallace-studien signifikant ulikhet mellom de to gruppene når det gjelder hjerterytmeforstyrrelse. Wallace-studien kan altså ikke brukes til å avfeie at TETRA-stråling eller andre typer radiofrekvent stråling kan gi negative helseeffekter.

7.5.5 *Bonferroni og andre korreksjoner på sett av tester*

Man kan gjøre Bonferroni-korreksjon på *et sett av tester* for å undersøke om p-verdien for hele settet blir så lav som det er skikk å kreve av enkeltresultater, typisk <= 0,05[37]. Istedenfor

[35] *Specific absorption rate,* antatt absorpsjon av stråling i kroppsvev, gitt i W/kg
[36] Interesserte lesere kan slå opp og lese selv på http://www.emfandhealth.com/ og danne seg en mening om initiativtakernes akademiske bakgrunn på feltet EMF og helse. Der ligger også et svarbrev fra Magda Havas.
[37] P-verdi er et mål for statistisk signifikans. I hypotesetesting der statistikk inngår, bør p være så lav som mulig, vanligvis er kravet p <= 0,05.

signifikansnivå 0,05 krever man da 0,05 dividert på antall enkelttester. Hensikten er å gardere seg mot å forkaste nullhypotesen (gjengs oppfatning[38]) på feil grunnlag. Bonferroni-korreksjonen er imidlertid svært konservativ; det skal svært mye til å forkaste nullhypotesen (den gjengse oppfatningen) når kravet er en så lav p-verdi. I mange situasjoner anbefales derfor mykere varianter av Bonferroni-korreksjonen, slik at man ikke skal gå glipp av viktige funn.

Når det gjelder testing av mulige symptomer av stråling, mener vi det er irrelevant å utføre Bonferroni eller liknende korreksjoner, uansett hvor "snill" en slik korreksjon måtte være. Det er nemlig ikke slik at det finnes "et sett" av symptomer som må komme til uttrykk dersom man skal kunne konstatere eloverfølsomhet. Når en og samme studie tester hodepine, kvalme, konsentrasjonssvikt osv., er det tilstrekkelig at ett av disse symptomene viser seg å bli påvirket av strålingen. Selv om mange eloverfølsomme får flere symptomer, er det store individuelle variasjoner. Derfor er det intet behov for å kreve lavere p-verdi når man tester flere symptomer. I så fall skulle man jo ikke kunne teste kun hodepine i én studie, kun hudreaksjoner i en annen, og kun hjerterytmeforstyrrelser i en tredje, uten å høyne kravet til signifikans med en viss faktor – og i så fall hvilken?

Wallace og medarbeidere brukte Bonferroni-korreksjon til å avfeie et signifikant resultat som gjaldt hjerterytmeforstyrrelse. Studien til Nieto-Hernandez og medarbeidere, som omtales under, har en mer saklig tilnærming til korreksjon.

7.5.6 *Nieto-Hernandez påviser eloverfølsomhet*

Den andre studien som trekkes fram i Folkehelseinstituttets lysbildepresentasjon, tar for seg stråling fra TETRA-telefonen (håndsettet), som folk i nødetatene er pålagt å bruke på jobb (Nieto-Hernandez et al. 2010). Brunborg (2011) hevder at studien har god design og er godt utført. To grupper av personer deltok i studien, som ble utført dobbeltblindt. Den ene gruppen bestod av selverklært eloverfølsomme (sensitive), og den andre bestod av ikke-eloverfølsomme (ikke-sensitive). TETRA-stråling har to komponenter: en høyfrekvent kontinuerlig bærebølge (i underkant av 400 MHz) samt lavfrekvent pulset stråling (17,6 Hz). Forskerne laget et TETRA-liknende elektromagnetisk felt av en kontinuerlig bølge på 385,25 MHz kombinert med et pulset signal på 16 Hz. Forskerne ville studere virkningen av TETRA-signaler på selvrapporterte symptomer og utsatte de to gruppene forsøkspersoner for tre ulike tilstander:

- liksom-stråling/sham (ingen stråling)
- kontinuerlig bølge (385,25 MHz)
- "TETRA", kontinuerlig bølge (385,25 MHz) pluss pulsing (16 Hz)

Forskerne fant at den kontinuerlige bølgen medførte økt hodepine hos alle deltakerne, økt utmattelse hos ikke-sensitive deltakere og økte konsentrasjonsvansker hos sensitive deltakere. Men ifølge figurene i rapporten skjedde noe mer: De sensitive fikk en økning i alle tre symptomene ved "TETRA", altså når den lavfrekvente, pulsede komponenten kom på toppen av den kontinuerlige bølgen. Et fjerde symptom, kløe, økte ikke for noen av strålingstypene eller deltakerne, men den kontinuerlige bølgen reduserte kløe hos de sensitive.

Det påfallende her er at de sensitive reagerte både på liksom-stråling og ordentlig stråling; de fikk økte symptomer uansett (unntatt økt kløe). Dét kan ha vært grunnen til at forfatterne ikke brydde seg om de sensitives reaksjoner på "TETRA". Men finleser man artikkelen, vil man se at liksom-strålingen slett ikke var "på liksom"; Nieto-Hernandez nevner i farten en mindre strålingslekkasje

[38] i vårt tilfelle: ingen effekt av stråling

fra utstyret under liksom-stråling (sham), tilsvarende 0,002 W/kg[39]. Forfatterne omtaler denne strålestyrken som ubetydelig, men det er den så langt ifra. For den er 7 ganger så stor som den strålestyrken Wallace og medarbeidere brukte som eksponering i sin studie (se 7.5.2 og 7.5.8). Dermed var det ikke rart at de sensitive reagerte, for eloverfølsomme tåler ikke så sterk stråling.

Nieto-Hernandez og medarbeidere utførte en Simes-korreksjon på sine resultater. Simes-korreksjonen er ikke fullt så konservativ som Bonferroni-korreksjonen, men vi mener likevel at den ikke har noe her å gjøre (jamfør argumentasjonen i 7.5.5). Uansett, i motsetning til Wallace og medarbeidere virker Nieto-Hernandez og medarbeidere ryddige, for først viser de fram originaldataene, og deretter viser de resultatene etter Simes-korreksjon. Og så overlater de til leseren å vurdere om korreksjonen er på sin plass eller ikke. Men det forfatterne bommer grovt på, er strålingslekkasjen i sham-testene.

7.5.7 *Vår konklusjon om Nieto-Hernandez-studien*

Vår konklusjon om Nieto-Hernandez' undersøkelse er at den påviser eloverfølsomhet, i dette tilfellet for stråling av den typen som kommer fra TETRA-telefoner. Den viser også at noen personer får helseskader (hodepine, utmattelse) av kontinuerlige bølger. Undersøkelsen kan altså ikke tas til inntekt for at TETRA-stråling, eller stråling fra annen trådløs kommunikasjon, er uten helserisiko.

7.5.8 *Eksponering og lekkasje hos Wallace og Nieto-Hernandez*

Tabellen under viser tallene for eksponering og liksom-stråling (sham) i forsøkene til Wallace og Nieto-Hernandez, slik at leseren kan sammenlikne.

Sammenlikning av Wallace og Nieto-Hernandez, provokasjonsforsøk med TETRA-stråling

		Effekttetthet		SAR		
Uthevede tall er hentet direkte fra teksten		mW/m²	µW/m²	mW/kg	µW/kg	W/kg
Wallace	**Eksponering:** The signal was emitted at a power flux density of **10 mW/m²** (uncertainty estimate, 1 dB) over the area in which the participant was seated. We used assumed values for body surface area and body weight; thus, for a person with a body surface area of 1.9 m² and a body weight of 70 kg, the approximate corresponding SAR for this power level is **271 µW/kg** (1.9 × 10mW/70 kg).	**10**	10 000	0,271	**271**	0,000271
Nieto-Hernandez	**Lekkasje**: Minor leakage of the signal occurred through the antenna in the **sham** condition, producing a mean SAR of approximately **0,002 W/kg**.	74	74 000	2	2000	**0,002000**
Nieto-Hernandez	**Eksponering**	11 053	11 053 000	300	300 000	**0,300000**

[39] SAR = specific absorption rate, et mål på hvor mye av strålingen fra en mobiltelefon som absorberes i hodet. Den norske grenseverdien for SAR fra mobiltelefon er 2 W/kg.

De uthevede tallene er hentet direkte fra teksten i rapportene, de andre er regnet ut. Funksjonen for beregning av SAR ut fra effekttetthet er hentet fra Wallace (sitert i tabellen). Den inverse av denne funksjonen er brukt til å regne ut (fra SAR) den effekttettheten som var til stede i testene til Nieto-Hernandez. Vi ser at lekkasjen under liksom-stråling hos Nieto-Hernandez tilsvarer 7 ganger effekttettheten i testene til Wallace (som framkalte økt hjerterytme i sensitiv-gruppen). Altså var det ikke liksom-stråling, men eksponering.

7.6 Utfordringer med provokasjonsforsøk

7.6.1 Hypotesetesting og forutsetninger

Flere forskere har forsøkt å påvise, eller avvise, fenomenet eloverfølsomhet – det at enkelte personer reagerer med sykdom og/eller smerte på svake elektromagnetiske felt. Det som skal testes, altså hypotesen, er: "Eloverfølsomhet er et reelt fenomen".

At et forsøk er dobbeltblindt betyr at verken forskeren eller forsøkspersonen vet når forsøkspersonen blir utsatt for den påvirkningen som skal testes (i vårt tilfelle et elektromagnetisk felt), og når vedkommende utsettes for "ingenting" (i vårt tilfelle liksom-stråling). Det har etter hvert blitt en utbredt tro på at dobbeltblinde forsøk er eneste farbare vei for å teste om eloverfølsomhet er et reelt fenomen. De aller fleste av disse studiene tar utgangspunkt i følgende to forutsetninger:

- Hvis en person kan avgjøre – i et dobbeltblindt forsøk – om et svakt elektromagnetisk felt er av eller på, da er eloverfølsomhet et reelt fenomen.
- Hvis personer som kaller seg eloverfølsomme, ikke kan avgjøre – i et dobbeltblindt forsøk – om et svakt elektromagnetisk felt er av eller på, da må personenes helseplager skyldes noe annet enn elektromagnetiske felt.

7.6.2 Utvalgsmetode og gyldighet

Med utgangspunkt i forutsetningene over er det utført en rekke provokasjonsstudier på personer som mener seg sensitive for mobilstråling. De langt fleste av disse studiene konkluderer med at gruppen av forsøkspersoner ikke greide å avgjøre om et elektromagnetisk felt var på eller av. Et norsk eksperiment av denne typen er omtalt i 7.4. Om eksperimentene generelt må vi bemerke at de eloverfølsommes organisasjoner sjelden har blitt spurt om å delta med sin kompetanse til utforming av forsøk eller skaffe frivillige forsøkspersoner blant sine medlemmer. Isteden har rekrutteringen skjedd via avertissement, som annonser i lokalaviser, brosjyrer utlagt hos frisører etc. Dette er en tvilsom metode når sterke økonomiske interesser er involvert. Erfaringer fra tobakksindustrien og legemiddelindustrien tilsier at hvem som helst kan melde seg til forsøk. Man har altså ingen garanti for å få tak i de riktige forsøkspersonene. Oppleggene for testene viser at testutformingen er lite tilpasset forskjeller i reaksjonsmønster, som er så velkjent blant eloverfølsomme. Vanlige feilkilder er:

- reduksjon av deltakergruppen etter at flere har trukket seg etter en innledende runde
- forsinkede reaksjoner
- dagsform – reaksjonene er mindre uttalte hvis personen har vært skjermet for elektromagnetiske felt over en lengre periode
- nocebo-effekt – det er ikke uvanlig å føle seg dårlig hvis man forventer å bli dårlig

Genuis og Lipp (2012) peker på utfordringer som mye av forskningen ikke har hatt tilstrekkelig grep om:

- Individer kan være følsomme for ulike frekvenser. Å teste for en enkelt frekvens er som å teste matallergi med kun én matvare.
- Intoleranse kan endre seg over tid, for eksempel etter lengre tid med skjerming mot stråling.
- Noen symptomer har forsinket reaksjon via inflammatoriske mekanismer.

Den viktigste kritikken av disse studiene gjelder gyldigheten (validiteten) – måler de det de er tenkt å måle? Stemmer det at eloverfølsomhet eksisterer bare hvis eloverfølsomme personer konsekvent kan føle at et svakt elektromagnetisk felt er slått på? Forskningsrapporten til McCarty og medarbeidere (2011) viser med all tydelighet at denne antakelsen er feil, fordi helseplager fra et svakt felt kan framprovoseres konsekvent, uten at forsøkspersonen er i stand til å kjenne selve feltet.

I studier som ikke har klart å påvise fenomentet eloverfølsomhet, kan man ofte finne resultater som forskerne burde ha gått videre med. Det er når et fåtall av forsøkpersonene, i et blindet forsøk, har svart gjennomgående korrekt på spørsmålet om det elektromagnetiske feltet var på eller av. Disse få personene burde forskerne ha invitert til nærmere undersøkelser. Isteden har deres korrekte svar blitt vannet ut i et gjennomsnitt for forsøksgruppen som sådan, og studien sett under ett har ikke vist resultater vedrørende eloverfølsomhet. Det er slik praksis McCarty og medarbeidere (2011) slår ned på i sin skarpe kritikk av andre forskere som ikke tar høyde for variable responser på elektromagnetiske felt. Rea (1991) er den eneste som har gjennomført en slik screening og fokusert på dem som viste mest følsomhet for EMF (se 7.3.1).

7.7 Konklusjon om eloverfølsomhet

Sett i sammenheng med tidligere resultater og empirisk kunnskap (f.eks. Solberg & Tilset 2010), må konsekvensen av studiene til Rea, Johansson, Kimata, McCarty, Wallace og Nieto-Hernandez være at eloverfølsomhet anerkjennes som en effekt som kan framkalles når miljøet inneholder for mye elektromagnetisk stråling. McCartys kritikk om eksponeringstid, reaksjonsforsinkelser etc. rammer Wallace og Nieto-Hernandez, Oftedal og Stovner, og en lang rekke andre provokasjonsforsøk, med full tyngde.

Utvalgets rapport avviser at elektromagnetiske felt er årsak til de plagene som eloverfølsomme har. Vi har i dette kapitlet dokumentert at denne avvisningen ikke er gjort på et saklig grunnlag. Utvalget har gitt en svært skjev fortolkning av McCarty-studien, og underslår overfor leseren at McCartys funn er signifikant. Videre unnlater de å se McCarty-studiens funn i sammenheng med tidligere forskningsresultater som styrker McCarty-studiens konklusjoner.



8 Ekspertveldet

8.1 Et demokratisk problem

Det er en utfordring at studier av stråling og helse i høyeste grad er tverrfaglig og stiller krav til både medisinsk og strålingsteknisk kompetanse, samt spesiallaboratorier. Nysgjerrighet er dermed langt fra nok til å sikre at temaet blir tilstrekkelig utforsket fra et samfunnsmessig og helsemessig perspektiv. Det norske utvalget er tverrfaglig og skulle således tilfredsstille ett av de krav som må stilles til et slikt utvalg. Et annet krav burde ha vært at ulike syn var representert. Dette kravet er ikke ivaretatt. Når den ene leiren i den vitenskapelige kontroversen er så overrepresentert som i dette tilfellet, kan vi snakke om et meningsmonopol. I tillegg har utvalgets rapport en språkdrakt som bidrar til dette. Språket er fortettet og stedvis både tungt og uklart. Dette gjør det vanskelig for leserne å se hvordan utvalget har kommet fram til konklusjonene. Å grave i originallitteraturen er ikke uten videre fristende for en leser; det krever kunnskap og tar tid. Faren er dermed stor for at politikere og andre beslutningstakere godtar utvalgets konklusjoner, siden konklusjonene framstilles som objektive. Derfor har vi her et demokratisk problem. Konsekvensen for befolkningen er stor dersom politiske beslutninger tas på grunnlag av utvalgets rapport: Utviklingen fortsetter som før, og sårbare grupper som barn og unge blir ikke beskyttet mot skadelig stråling. Eloverfølsomme må fortsatt tåle den uverdige situasjonen det er å bli mistrodd og latterliggjort, og for manges vedkommende, utstengt fra arbeidsliv og vanlig sosialt liv.

8.2 Hvordan utvalget sår tvil

Utvalgets rapport har mange eksempler på upresise, selektive og feilaktige gjengivelser av forskningsresultater. I noen tilfeller er teksten direkte villedende. Vi har selv lest en rekke av forskningsartiklene og forbauses over utvalgets konklusjoner. I tidligere kapitler har vi påpekt dette ved flere tilfeller. I tabellen under oppsummerer vi noen eksempler.

Tema	***Forfatter(e)***	***Forskningsfunn*** *(kapittelhenv. til vår rapport)*	***Utvalgets fortolkning*** *(med sidehenv.)* ***og vår kommentar***
Forekomst av hjernesvulst i USA	Little et al. 2012	Kreftraten i USA de siste årene stemmer godt overens med INTERPHONEs vedlegg 2, som viser 118 % risikoøkning etter mobilbruk i 10+ år (6.1).	Kreftraten i USA er "mer i samsvar med kreftrisikoen som ble rapportert i Interphone-studien" (s. 94). Her viser utvalget til hovedkonklusjonens 40 % risikoøkning for "storbrukere". Men Little snakker om noe annet, nemlig vedlegg 2, som viser 118 % økning i risiko etter mobilbruk i 10+ år.
Risiko for hjernesvulst	Cardis et al. 2011	Beregnet eksponering viste dobbelt risiko for svulst etter mobilbruk i 7+ år, og 2,8 ganger så høy risiko i den mest eksponerte del av hjernen etter 10+ år (6.2).	Risikoøkning er nevnt, men bare doblingen etter 7+ år, ikke 2,8 ganger etter 10+ år. Siden eksponerings-beregningen ikke gav høyere risiko enn analyser av samtaletid, mener utvalget at studiens resultater ikke teller (s. 89). Vi mener dette er en unnamanøvrering. Det er mer naturlig å konkludere at samtaletid kan være en god indikator på eksponering, siden analysen ut fra samtaletid gav likt resultat som analysen ut fra beregnet eksponering der svulsten befant seg.

Risiko for svulst på hørselsnerven (akustikus-nevrinom)	Hardell et al. 2002 Hardell et al. 2005 INTERPHONE -studier: Lönn et al. 2004 Schoemaker et al. 2005	Hardell: Signifikant risikoøkning etter sammesidig bruk av analog mobiltelefon i 10+ år, 3,5 ganger så høy (2002) og 4 ganger så høy risiko (2005) Lönn: Signifikant 3,9 ganger så høy risiko etter sammesidig bruk i 10+ år Schoemaker: Signifikant 80 % risikoøkning etter sammesidig bruk i 10+ år (6.6)	"For langvarig bruk av mobiltelefon er det kun to studier av Hardell og medarbeidere som rapporterer økt risiko, men ingen av dem viser statistisk signifikante endringer i risiko. ... Interphone-studiene fant ingen tendens til økt risiko for akustikus-nevrinom etter langvarig bruk av mobiltelefoner" (s. 85). Begge påstandene er feilinformasjon.
Risiko for svulst i øre-spyttkjertelen	Sadetzki et al. 2008	For sammesidig bruk: Gruppene med flest samtaler og lengst kumulativ samtaletid hadde hhv. 58 og 49 % risikoøkning, signifikant.	Utvalget skriver at det ikke ble rapportert noen risiko, verken for kortvarig eller langvarig bruk av mobiltelefon (s. 91).
Minneslagside/ *recall bias*	Vrijheid et al. 2006, 2009	Under- og overrapportering av mobilbruk forekom i samme grad hos pasienter og friske (6.5). Forfatterne: "There is as yet no direct evidens of differential recall error in studies of mobile phone use and brain tumour".	Utvalget skriver at man fant en tendens blant de syke (og ikke de friske) til å overrapportere sin mobilbruk tilbake i tid. Utvalget gir inntrykk av at funnet var solid (s. 83). Dette er villedende, for funnet bygger på rapporter fra kun 15 personer i Italia og bekreftes ikke av en mye større undersøkelse i Australia.
El-overfølsomhet	McCarty et al. 2011	Konsekvent reaksjon på pulset elektrisk felt i dobbeltblind studie (7.2).	Utvalget underslår at resultatet var signifikant. Videre antyder de at forsøkspersonen kunne kjenne feltet, dvs. jukse (s. 126). Men dermed bruker de eloverfølsomhet som et argument mot at eloverfølsomhet eksisterer.
	Nieto-Hernandez 2010	Lekkasje fra antenne under liksom-stråling (sham), ga et langt sterkere felt enn hva eloverfølsomme tåler (7.5.8).	Utvalget kommenterer ikke dette (s. 125), til tross for at det er en alvorlig feil som forkludrer testresultatene.
Skade på DNA	Phillips et al. 2009	Resultatene til Lai & Singh er reprodusert i mange studier. Bruk av ulike metoder kan forklare at noen andre studier ikke har funnet effekt (5.2.2).	Utvalget avviserer resultatene til Lai & Singh med følgende begrunnelse: "Resultatene har ikke har latt seg reprodusere" (s. 77).
Hjerterytme-forstyrrelser	Havas 2010	Noen personer får spontant økt hjerterytme i nærheten av en høyfrekvent strålekilde (7.5.4)	Utvalget avviser resultatet med litteraturhenvisning til en skeptikerblogg (s. 125).

8.3 Liknende rapport kritiseres av finsk professor

Det britiske helsedirektoratet (Health Protection Agency, HPA) publiserte nylig en rapport om helsevirkninger av radiofrekvente (RF) elektromagnetiske felt (AGNIR 2012). Det britiske utvalget som forfattet rapporten, ble ledet av Anthony Swerdlow. Han er en av ICNIRP-forskerne som står bak avvisningen av INTERPHONEs resultater med henvisning til minneslagside (se 6.5), og hans standpunkt om "ingen risiko" har vært velkjent i årevis. AGNIR-rapporten konkluderer slik (vår oversettelse):

> *Ingen konsistent replikerbare virkninger er blitt funnet av RF-felt på nivåer under dem som produserer målbar oppvarming. Spesielt er det ikke kommet overbevisende dokumentasjon på at RF-felt forårsaker genetisk skade eller øker sannsynligheten for at celler blir ondartede. … Det har ikke vært noen konsistent dokumentasjon på virkninger på hjernen, nervesystemet eller blod-hjerne-barrieren, på hørselsfunksjonen, eller på fruktbarhet og reproduksjon.*

Den finske forskeren Dariusz Leszczynski, som er ansatt i det finske strålevernet (STUK) går langt i sin kritikk av den britiske rapporten, som han mener har kraftig slagside.



Fra *The Washington Times Communities* 3. mai 2012

I et innlegg i sin spalte i *The Washington Times Communities* begrunner han dette ved å vise til påfallende mangler (Leszczynski 2012): Den britiske rapporten hevder å være den best oppdaterte siden 2003 (da den forrige AGNIR-rapporten ble utgitt). I årene 2004–2007 publiserte Leszczynski og hans forskerteam sju originalartikler om stressrespons, proteinuttryk og genuttrykk målt i laboratorieceller og i frivillige personer. Leszczynski skriver at disse studiene er velkjente, at de ble publisert i velkjente tidsskrifter, og at hvem som helst kan finne dem på Pubmed (et bibliotek for vitenskapelige artikler, søkbart fra Internett). Ingen av disse sju studiene er nevnt i AGNIR-rapporten. Leszczynski kaller dette en bevisst utelatelse. Han formulerer sitt generelle inntrykk av rapporten slik (vår oversettelse):

> *Å lese den føles uvirkelig. Som om forfatterne enten ikke ville forstå studiene de leste, eller hadde konkludert på forhånd? Det er som å lese en ønskeliste av noen som hevder at det ikke er, og aldri vil være, noen problemer relatert til mobiltelefoneksponering.*

De studiene Leszczynski savner i den britiske rapporten, er heller ikke nevnt i den norske rapporten.

8.4 "Ingen overbevisende dokumentasjon"

Vi merker oss ordlyden i AGNIR-rapportens sammendrag: "ingen overbevisende dokumentasjon" og "ingen konsistent dokumentasjon". Denne konklusjonen er typisk for samlerapporter som er bestilt av myndigheter. Hvem er det som mener at dokumentasjonen ikke overbevisende? Det er først og fremst de som sitter med meningsmonopolet og har mye prestisje å forsvare fra tidligere uttalelser og konklusjoner. ICNIRP-medlem Swerdlow er én av dem, og ICNIRP-medlem Maria Feychting er en annen. Og det er de som har åpenbare interessekonflikter, som Anders Ahlbom og Alexander Lerchl (se 3.3).

At dokumentasjonen ikke er konsistent, bør ikke tillegges vekt. For det første er ikke alle forskere like flinke, eller like heldige, med sine undersøkelser. Når næringsinteresser er berørt, hender det også at forskere blir betalt for å produsere resultater som gagner industrien, og for å diskreditere forskning som viser skadevirkninger, jamfør tobakksaken. For det andre har det vist seg at finansieringskilden utgjør en stor forskjell; nøytralt finansierte studier har funnet mange flere skadevirkninger enn studier betalt av telekom-bransjen (Huss et al. 2007). For det tredje må vi nok en gang komme tilbake til falsifikasjonsprinsippet som rettsnor for forskningen. Det ulne uttrykket "weight of evidence", som ofte føres i marken for å avskrive ubehagelige resultater, har ikke noe med vitenskap å gjøre.

9 Konklusjon

I denne rapporten har vi omtalt forskning på blod-hjerne-barrieren, på eloverfølsomhet, og på sammenhengen mellom mobilbruk og svulster i hodet. Vi har også vist til en rekke virkningsmekanismer som forskere har funnet, og som kan medføre helseskade etter eksponering for elektromagnetiske felt. På denne bakgrunn blir det klart at det utvalget som Folkehelseinstituttet oppnevnte, har offentliggjort en rapport med betydelig slagside. Vi har sett at utvalgets rapport:

- neglisjerer nyere metodekritikk av forskning på eloverfølsomhet. Denne metodekritikken krever en omfattende revurdering av kunnskapsgrunnlaget når det gjelder sammenhengen mellom eksponering for elektromagnetiske felt og symptomer som rapporteres av eloverfølsomme;
- unnlater å påpeke alvorlige metodefeil i forskning som, etter utvalgets mening, gir belegg for at mobilbruk *ikke* øker risikoen for svulst i hodet;
- underrapporterer funn som viser at stråling fra mobiltelefoni og annen trådløs kommunikasjon utgjør en helserisiko, blant annet risiko for atferdsproblemer hos barn;
- tier om tilfeller der forskere selv underrapporterer sine funn av helseskade i sammendrag og konklusjoner; og
- viser en uvitenskapelig tilnærming ved å bruke et slags vektskålprinsipp istedenfor å legge vekt på falsifisering.

På grunn av den enorme økningen av radiofrekvent stråling fra mobiltelefoner, basestasjoner og trådløse nett vil vi sterkt anbefale at det innføres en mye lavere grenseverdi, i første omgang 1000 $\mu W/m^2$ slik det er gjort i 16 franske prøvekommuner. Befolkningen i Norge må få rett til et bedre strålingsmiljø på linje med innbyggere i flere land, regioner og byer i Europa. Norske leger må bli klar over hva kolleger i andre europeiske land mener om stråle-eksponering (appendiks D). Eloverfølsomhet må bli anerkjent som en funksjonsnedsettelse, slik det er i Sverige (appendiks F). Som EU-parlamentet to ganger har vedtatt, er det et stort behov for informasjonskampanjer, spesielt rettet mot barn og unge. Vi ber innstendig norske myndigheter om å ta i bruk føre-var-prinsippet, slik det kommer til uttrykk bl.a. i Europarådets resolusjon av mai 2011 om de potensielle farene ved elektromagnetiske felt og deres virkning på miljøet (appendiks E).



Appendiks A: Mer om den franske ekspertgruppens rapport

Uttalelser fra Afsset, direktoratet for helsesikkerhet og arbeidsmiljø i Frankrike

Kilde: http://www.robindestoits.org/L-AFSSET-recommande-de-reduire-les-expositions-du-public-Novethic-16-10-2009_a1014.html

Bryter med tidligere anbefalinger

Rapporten fra ekspertgruppen nedsatt av Afsset, er resultatet av to år med arbeid og høringer, og gjennomgang av 2500 studier. Rapporten bryter med tidligere anbefalinger og tilrår å redusere eksponeringen for befolkningen så snart som mulig.

Udiskutable funn

Afssets konklusjoner, som ble offentliggjort 15. oktober 2009, er entydige. Afsset anerkjenner uten tvil eksistensen av ikke-termiske effekter fra radiobølger og mobiltelefoni. Av de 226 biologiske studiene som oppfylte alle ekspertgruppens fastsatte kriterier, viste bare 11 'positive' effekter, mot 89 studier med 'negative' funn. "Antallet betyr lite," sier Martin Guespereau, direktør i Afsset. "Det viktige er at vi har identifisert udiskutable, positive funn." "Disse biologiske effektene er knyttet til cellenes funksjon (apoptose, endocytose) og kommunikasjonsmekanismer inni cellene, de har innvirkning på celledelingen, og forårsaker stressrespons i form av bestemte proteiner, og noen ganger også oksidativt stress," forklarer Gerard Lasfargues, vitenskapelig direktør ved Afsset.

Det er første gang et offentlig organ uttrykker seg så utvetydig på dette feltet. På spørsmålet om helseeffekter ønsker direktoratet imidlertid å svare mer nyansert. "Bevisene er ikke tilstrekkelige til at vi kan betrakte de helseskadelige effektene som definitivt fastslåtte. Likevel mener Afsset at bevisene utgjør ubestridelige signaler. Man kan ikke lenger fortsette å gjøre ingenting," fastslår Martin Guespereau.

Anbefalinger

Til tross for vitenskapelig eller statistisk usikkerhet, finner Afsset det hensiktsmessig å handle "uten å miste tid". Anbefalingene deres er organisert i fire hovedpilarer, og er kraftige i motsetning til tidligere uttalelser. Første tiltak, som må iverksettes omgående, er å redusere befolkningens eksponering for radiofrekvenser. Her vektlegges i særdeleshet mobiltelefoni, som anses å være den primære kilden til publikums eksponering. Reduksjonen skal gjennomføres ved å fremme bruken av mobiltelefoner som avgir mindre stråling. "Mobiltelefoners strålingsnivå måles i SAR, som går fra 1 til 10. Vi vet hvordan vi kan fremme bruken av de mobiltelefonene som har lavest SAR-verdier. Så hvorfor ikke gjøre det, det er jo så enkelt," sier direktøren for Afsset. Anbefalingene retter seg også mot områdene rundt basestasjoner, der strålingen er mer konsentrert og eksponeringsnivået vesentlig høyere enn gjennomsnittlig. "Vi er overbevist om at det er teknisk gjennomførbart å redusere eksponeringen," sier Martin Guespereau.

Andre pilar: Å utvikle måling. Dette gjelder både måling av individuell eksponering (også langsiktig) og kollektiv eksponering fra antenner og annet utstyr som forårsaker stråling i omgivelsene. Utvikling av dosimetri eller "en bedre måte å fange opp frekvensbåndene Wi-Fi og WiMax på" er et nødvendig tiltak for å oppnå en mer pålitelig måling av "den faktiske

eksponeringen for elektromagnetiske felt som folk utsettes for, forårsaket av den totale mengden av kilder." Dette er også nødvendig for å komme fram til en tilfredsstillende beskrivelse av "den mer omfattende eksponeringen for RF-felt, spesielt i urbane områder." Det er 70 000 antenner i landet vårt, sier Martin Guespereau, og 2000 målinger blir gjort hvert år. "Det vil ta tid å ta den runden. Vi krever en moderne måleplan, en kartografi. Ifølge vår vurdering er dagens system foreldet."

Tredje pilar: Forskning. Afsset har satt opp en prioritert liste for den videre forskningen på feltet. Når det gjelder el-overfølsomhet, anerkjenner rapporten at symptomene er reelle, og mener at "harmoniseringen av metoder som er i bruk, gir håp om å utvikle et brukbart diagnostisk verktøy".

Et spørsmål om prinsipper

"I dag bryter vi med status quo," sier Martin Guespereau. "Diskusjonen om radiofrekvensene har presset oss ut av våre forsvarsstillinger og fått oss til å vurdere om det er behov for fornying av den vitenskapelige ekspertisen. I komiteen har også samfunnsfagene vært representert, og en observatør utpekt av interesseorganisasjonene har vært til stede i alle debatter og høringer. Det har vi aldri gjort tidligere," konstaterer Afssets direktør. Noe annet som var helt nytt i denne saken, var bruken av miljøbegrepet i et helsespørsmål. "Det er et prinsipp for meg, at når eksponeringen kan reduseres i miljøet, så bør denne reduksjonen foretas. Når jeg appellerer til dette prinsippet, er det selvfølgelig fordi jeg har indikasjoner," sier direktøren ved Afsset. "Det betyr lite om indikasjonene i dag er sterke, middels eller svake. De holder for meg," fortsetter direktøren, som også refererer til prinsippet om proporsjonalitet. "Om jeg har veldig sterke indikasjoner, behøves en meget sterk reduksjon. Med svakere indikasjoner, kan jeg ikke rettferdiggjøre en veldig drastisk handling."

Begrepet "så lavt som praktisk mulig" eller "den beste tilgjengelige teknologien med økonomisk akseptabel kostnad", kommer fra miljøvernet, men "er bemerkelsesverdig lite brukt i helsesektoren, der vi er," sier Martin Guespereau. Han fortsetter: "Vi mener det er riktig nå å ta i bruk disse instrumentene. Og det er det som er grunnlaget for vår viktigste anbefaling om å redusere stråleeksponeringen fra mobiltelefoni."

Metodekrav i Afsset-rapporten

Lesere som ønsker å studere den franske ekspertgruppens metodekrav, henvises til *Groupe de Travail Radiofréquences: Mise à jour de l'expertise relative aux radiofréquences. Rapport d'expertise collective*. Saisine n2007/007. Rapport på fransk kan lastes ned som pdf (Rapport_RF_20_151009_1.pdf) fra www.afsset.fr.

De 11 studiene som Afsset bygger sin konklusjon på

Kilde: Det franske folkehelseinstituttet, Société Francaise de Santé Publique, www.sfsp.fr/flash_email/EtudesNotesTech.doc.

Mahrour N, Pologea-Moraru R, Moisescu MG, Orlowski S, Levêque P, Mir LM. In vitro increase of the fluid-phase endocytosis induced by pulsed radiofrequency electromagnetic fields: importance of the electric field component. Biochim Biophys Acta. 2005 Feb 1;1668(1):126-137

Moisescu MG, Leveque P, Verjus MA, Kovacs E, Mir LM. 900 MHz modulated electromagnetic fields accelerate the clathrin-mediated endocytosis pathway. Bioelectromagnetics. 2009 Apr;30(3):222-30

Miyakoshi J, Takemasa K, Takashima Y, Ding GR, Hirose H, Koyama S. Effects of exposure to a 1950 MHz radio frequency field on expression of Hsp70 and Hsp27 in human glioma cells. Bioelectromagnetics. 2005 May;26(4):251-7.

Ammari M, Brillaud E, Gamez C, Lecomte A, Sakly M, Abdelmelek H, de Seze R. Effect of a chronic GSM 900 MHz exposure on glia in the rat brain. Biomed Pharmacother. 2008 Apr-May;62(4):273-81.

Joubert V, Bourthoumieu S, Leveque P, Yardin C. Apoptosis is induced by radiofrequency fields through the caspase-independent mitochondrial pathway in cortical neurons. Radiat Res. 2008 Jan;169(1):38-45.

Del Vecchio G, Giuliani A, Fernandez M, Mesirca P, Bersani F, Pinto R, Ardoino L, Lovisolo GA, Giardino L, Calzà L. Effect of radiofrequency electromagnetic field exposure on in vitro models of neurodegenerative disease. Bioelectromagnetics. 2009 Oct;30(7):564-72.

Kumlin T, Ivonen, Miettinen P, Juvonen A, van Groen T, Puranen L, Pitkäaho R, Juutilainen J, Tanila H. Mobile phone radiation and the developing brain: behavioral and morphological effects in juvenile rats. Radiat Res. 2007 Oct;168(4):471-9.

Palumbo R, Brescia F, Capasso D, Sannino A, Sarti M, Capri M, Grassilli E, Scarfì MR. Exposure to 900 MHz radiofrequency radiation induces caspase 3 activation in proliferating human lymphocytes. Radiat Res. 2008 Sep;170(3):327-34.

Buttiglione M, Roca L, Montemurno E, Vitiello F, Capozzi V, Cibelli G. Radiofrequency radiation (900 MHz) induces Egr-1 gene expression and affects cell-cycle control in human neuroblastoma cells. J Cell Physiol. 2007 Dec;213(3):759-67.

Huber R, Treyer V, Schuderer J, Berthold T, Buck A, Kuster N, Landolt HP, Achermann P. Exposure to pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields affects regional cerebral blood flow. Eur J Neurosci. 2005 Feb;21(4):1000-6.

Aalto S, Haarala C, Brück A, Sipilä H, Hämäläinen H, Rinne JO. Mobile phone affects cerebral blood flow in humans. J Cereb Blood Flow Metab. 2006 Jul;26(7):885-90.

Appendiks B: WHOs avvisning av Alexander Lerchl

International Agency for Research on Cancer

World Health Organization

150 cours Albert Thomas
69372 Lyon cedex 08, France

Section of IARC Monographs
Tel.: +33 4 72 73 85 07
Fax: +33 4 72 73 83 19
E-mail: imo@iarc.fr
http://monographs.iarc.fr

Dr Alexander Lerchl
School of Engineering and Science
Jacobs University Bremen gGmbH
Campus Ring 6
D-28759 Bremen
Germany

Ref.:

26 October 2010

Dear Dr Lerchl,

Thank you for your letter of October 20th, explaining in detail again your arguments against our decision to refrain from inviting you to join the IARC Monographs Working Group to evaluate the carcinogenic hazards from exposure to radio-frequency electromagnetic radiation. We note that you omitted to mention in your letter our e-mail response of September 3rd, in which we indicated the critical importance of a perceived conflict of interests in making our decision over participation.

We accept your explanation about the nature of your consultancy for the German Informationszentrum Mobilfunk (IZMF) and thank you for this additional clarification. We appreciate, given your distinguished position on the German Radiation Protection Board, the important implication that would have come with concluding a real conflict of interests.

Your argument about being on a WHO committee - as a technical consultant - to prepare a Research Agenda for Radiofrequency Fields attempts to compare two activities that are fundamentally different. An IARC Monograph is an evaluation exercise that demands complete independence from all commercial interests and from advocates who might be perceived as advancing a pre-conceived position.

In this connection, leaving aside the interests you mention in your Declaration, about half of your recent publications on radiofrequency radiation are not original research papers but criticisms of studies that suggest a harmful effect of exposure to radiation emitted by mobile telephones. In addition, some of your statements on the web pages of the "IZgMF" and "Next-Up" follow a similarly strong stance.

Taking the above points into account, we feel that your participation would not contribute to a balanced search for consensus within the forthcoming Working Group. Given this and the fact that we had many more qualified applicants than we can invite for the meeting, our final decision remains unchanged.

Sincerely yours,

Dr Robert Baan, Responsible officer for Vol. 102
IARC Monographs Section

Dr Vincent Cogliano
Head, IARC Monographs Section

c.c.: Drs C.P. Wild, J. Schüz, E. van Deventer (by e-mail)

Appendiks C: Svertekampanjen mot det medisinske universitetet i Wien

REFLEX var et stort prosjekt finansiert av EUs sjette rammeprogram og ble utført i perioden 2000–2004. Den tyske professoren Franz Adlkofer var ansvarlig for utførelsen av prosjektet. To forskningsteam, ett i Berlin og og ett i Wien, fant at både lavfrekvente og radiofrekvente felt har potensial for å skade menneskelige gener – ved effekttetthet langt under gjeldende grenseverdier for slike felt.

Fire år etter at prosjektet var avsluttet, sendte Adlkofer inn en søknad til EU om penger for å forske videre på dette området. Kort etter ble han oppringt av professor Hugo Rüdiger, som hadde ledet Wien-teamet i REFLEX. Rüdiger fortalte at Alexander Lerchl, en professor ved et universitet som mottar økonomisk støtte fra mobilbransjen[40], hevdet at REFLEX-dataene måtte være fabrikkerte.

Bruduljene som fulgte, varte flere år, og er behørig beskrevet i et foredrag som Franz Adlkofer holdt ved Harvard Law School i november 2011 (Harvard Law School 2011). Foredraget er oversatt til norsk og kan lastes ned fra Folkets Stråleverns nettsted (Folkets Strålevern 2012). Enden på visa ble ikke slik Lerchl ønsket. Han var spesielt ute etter å få annulert to forskningsrapporter, men forlaget nektet å trekke utgivelsene tilbake. Påstandene om juks ble aldri bevist, og forskningsteamet stod fast ved at de ikke hadde gjort noe uhederlig.

Men Lerchl fikk en ripe i lakken. Da han mot slutten av 2010 søkte IARC, WHOs kreftpanel, om å få delta som ekspert i deres arbeidsgruppe våren 2011, ble han avvist. Begrunnelsen var først at han ikke hadde tilstrekkelig kompetanse (Diagnose-Funk Schweiz 2011). Han klaget på begrunnelsen og fikk en ny: Lerchl hadde brukt alt for mye av sin tid til å diskreditere andre forskere; han hadde altså bestemt seg på forhånd, og IARC trengte ham derfor ikke (IARC 2011a). IARC møttes i mai 2011, og etter lange møter erklærte de – nesten enstemmig – radiofrekvente felt som mulig kreftfremkallende for mennesker (IARC 2011b).

[40] nærmere bestemt The Vodafone Foundation

Appendiks D: Hva sier legene?

Appeller

De fleste leger i Norge kjenner lite eller intet til eloverfølsomhet eller andre skader fra radiofrekvente felt. I en del andre land er det annerledes. I løpet av de siste ti årene har en lang rekke leger og forskere formulert appeller og samlet underskrifter til disse. Den mest kjente er Freiburg-appellen (2002), som innen samme år ble undertegnet av mer enn 180 leger. Senere har flere tusen leger og andre helsearbeidere undertegnet denne appellen. Her er noe av innholdet (vår oversettelse fra engelsk):

I de senere år har vi observert en dramatisk økning i alvorlige og kroniske sykdommer blant våre pasienter, spesielt:

- *Lærevansker, konsentrasjonsvansker og atferdsvansker (f.eks. attention deficit disorder, ADD)*
- *ekstreme svigninger i blodtrykk, vanskelig å påvirke med medisin*
- *hjerterytmeforstyrrelser*
- *hjerteinfarkt og slag blant en stadig yngre del av befolkningen*
- *hjerne-degenerative sykdommer og epilepsi*
- *kreftsykdommer: leukemi, hjernesvulster*

Dessuten har vi observert en stadig økende forekomst av ulike plager, ofte feildiagnostiserte som psykosomatiske:

- *hodepine, migrene*
- *kronisk utmattelse*
- *uro*
- *søvnløshet, søvnighet på dagtid*
- *tinnitus*
- *stadige infeksjoner*
- *smerter i nervevev og bindevev, der selv ikke de mest påfallende symptomene kan forklares ut fra vanlige årsaker*

Siden våre pasienters livsstil og miljø er kjent for oss, kan vi se, spesielt etter nøye gjennomført spørreundersøkelse, en klar korrelasjon i tid og rom mellom frambruddet av sykdom og eksponering for pulset høyfrekvent mikrobølgestråling (HFMR), slik som:

- *installasjon av basestasjon for mobiltelefoni i nærheten*
- *intensiv mobiltelefonbruk*
- *installasjon av trådløs (DECT-) telefon hjemme eller i nabolaget*

Vi kan ikke lenger tro at dette er tilfeldige sammentreff, for:
altfor ofte observerer vi en markert konsentrasjon av spesielle sykdommer i tilsvarende HFMR-forurensede områder eller leiligheter;
altfor ofte skjer det at en langvarig sykdom eller lidelse bedrer seg eller forsvinner relativt kort tid *etter reduksjon eller eliminering av HFMR-forurensning i pasientens miljø;*
altfor ofte er våre observasjoner bekreftet av stedlige målinger av HFMR av uvanlig intensitet.

[Oversetters merknad: Appellen stiller bl.a.følgende krav:]

- *strengere genseverdier og vesentlig reduksjon av senderutslipp og HFMR-forurensning i forsvarlig omfang, spesielt i områder der man sover eller har rekonvalesens*
- *lokale innbyggeres rett til å være med å bestemme plassering av antenner (noe som i et demokrati burde tas for gitt)*
- *opplæring av befolkningen, spesielt mobiltelefonbrukere, i helserisiko forbundet med elektromagnetiske felt*
- *forbud mot små barns bruk av mobiltelefon, og restriksjoner på ungdommers bruk*
- *forbud mot bruk av mobiltelefon og trådløs telefon (DECT) i barnehager, skoler, sykehus, sykehjem, forsamlingssaler, offentlige bygninger og kjøretøy (som med røykeforbud)*
- *mobiltelefonfrie og HFMR-frie soner (som med bilfrie soner)*

En annen appell er Bamberg-appellen (2004). Den ser slik ut i norsk oversettelse:

> *Som leger er vi betenkt over den videre utbyggingen av mobiltelefonnettet og appellerer til politikere, vitenskapsmenn og ansvarlige i helsevesenet, om å gjeninnføre den tilbørlige, prinsipielt garanterte verdien for beskyttelse av liv og helse for oss alle, og om å handle umiddelbart. Vi stiller følgende krav:*
>
> - *Ingen videre utbygging av mobiltelefonteknologien, for det handler om risiko som inngås ufrivillig og som sannsynligvis gir varige belastninger.*
> - *Betydelig reduksjon av grenseverdier, sendeeffekt og -belastninger.*
> - *Opplysning av befolkningen og spesielt mobilbrukere om den helserisikoen som elektromagnetiske felter medfører.*
> - *Krav om bevisst bruk av mobiltelefoner og begrenset bruk for barn og ungdommer.*
> - *Gjennomgang av DECT-standarden for trådløs-telefoner i den hensikt å redusere strålingsintensiteten og begrense reell brukstid, samt unngå pulsering som er biologisk kritisk.*

Dessuten har en lang rekke forskere og leger gitt sine underskrifter til Catania-resolusjonen (2002), Benevento-resolusjonen (2006), Venezia-resolusjonen (2008) og London-resolusjonen (Johansson 2009b). Det finnes også flere, og budskapet er i store trekk det samme.

Distriktslegen i Luleå legger fram dokumentasjon om risiko for barn og unge

Distriktslegen i Luleå, Lena Hedendahl, har skrevet en omfattende rapport om risiko for barn og ungdommer når det gjelder bruk av mobiltelefoni og annen trådløs teknikk (Hedendahl 2011). Her presenterer hun et stort antall forskningsrapporter og forklarer hva de inneholder, og hvilke resultater de viser til. Siste kapittel er en flere siders diskusjon som slutter slik:

> *Barn är mer känsliga i sin egenskap av att växa och mogna, både på cellnivå och individnivå. Därför är det viktigt att redan idag börja begränsa exponeringen av mikrovågsstrålningen på våra barn genom*
>
> - *att verka för sänkta gränsvärden både från mobilmaster och från all annan trådlös teknik*
> - *att rekommendera barn under 16 år och gravida att helt avstå från att använda mobiltelefon och annan trådlös teknik.*
> - *att installera kabelbunden uppkoppling till Internet i skolor, bibliotek, bostäder, och alla offentliga byggnader.*
> - *att undervisa våra barn och ungdomar om ett sunt förhållningssätt till vår trådlösa teknik.*
> - *att använda kabelbunden fast telefon när det går och om kontakt är nödvändig och mobilen är det enda tillgängliga, använda SMS, handsfree eller högtalarfunktion och hålla ut telefonen från kroppen.*
> - *att liksom vid rökning förbjuda mobiler i bussar, tåg, tunnelbanor och andra utrymmen där medmänniskor ofrivilligt utsätts för den högre strålningen.*
>
> *Våra barn och ungdomar är vår framtid. Låt oss välja försiktighetsprincipen. Låt oss redan nu beakta de studier som visar på risker med mobiltelefonin och trådlös teknik och med dem som grund skydda våra barn. Låt oss satsa på kabelbunden teknik och låt oss forska fram en teknik som är säker för alla.*

Paracelsus-klinikken inkluderer skjerming i behandlingen

I et intervju i USA forteller Thomas Rau, den medisinske lederen for Paracelsus-klinikken i Sveits, at han legger vekt på å redusere elektromagnetiske felt som ledd i behandlingen av både kreftpasienter og eloverfølsomme (ElectromagneticHealth.org 2009). Han er overbevist om at elektromagnetisk belastning kan føre til kreft, konsentrasjonsproblemer, ADD, tinnitus, migrene, søvnvansker, hjerterytmeforstyrrelser m.m. For eloverfølsomme er det spesielt viktig å fjerne kvikksøvholdige tannfyllinger, siden disse fungerer som antenner for radiofrekvente felt, sier Rau. Han kaller det uetisk å eksponere barn for stråling på skolen, fordi deres hjerner tar skade av det.

Irske leger mener grenseverdiene er utilstrekkelige

Irske legers miljøforening, Irish Doctors' Environmental Association (IDEA) har følgende erklæring liggende på nettstedet sitt (vår oversettelse)[41]:

Irske Legers Miljøforening mener at en undergruppe av befolkningen er spesielt sensitive for eksponering for ulike typer elektromagnetisk stråling. Sikkerhetsnivåene som for tiden er i bruk for eksponering for denne ikke-ioniserende strålingen er basert utelukkende på termiske effekter. Imidlertid er det klart at denne strålingen også har ikke-termiske effekter, som trenger å bli tatt i betraktning når man skal sette sikkerhetsnivåer. Elfølsomheten som noen mennesker erfarer, resulterer i en rekke plagsomme symptomer som også må tas i betraktning når man skal sette sikkerhetsnivåer for eksponering for ikke-ioniserende stråling, og når man skal planlegge plassering av master og sendere.

1. *Et økende antall personer i Irland klager over symptomer som tydelig og demonstrerbart kan relateres til eksponering for elektromagnetisk stråling (EMR), skjønt de kan variere i type, intensitet og varighet.*
2. *Internasjonale studier av dyr i løpet av de siste 30 år har vist potensielt skadelige effekter av eksponering for elektromagnetisk stråling. I observasjonsstudier har dyr vist konsistent ubehag når de er blitt eksponert for EMR. Eksperimenter på cellevev-kulturer og rotter har vist økning av sykdom etter eksponering for stråling fra mobiltelefoni.*
3. *Studier av mobiltelefonbrukere har vist signifikante nivåer av ubehag hos visse personer etter utstrakt bruk eller til og med, i noen tilfeller, etter vanlig korttidsbruk.*
4. *De nåværende sikkerhetsnivåene for eksponering for mikrobølgestråling ble bestemt utelukkende basert på de termiske virkningene av denne strålingen. Det er nå en stor mengde evidens som klart viser at dette ikke er riktig, ettersom mange effekter av denne typen stråling ikke er relatert til disse termiske virkningene.*

Irske Legers Miljøforening mener at den irske regjeringen så snart som mulig bør revurdere den informasjonen som nå er internasjonalt tilgjengelig om temaet termiske og ikke-termiske effekter av eksponering for elektromagnetisk stråling – med det siktemålet å øyeblikkelig sette i gang relevant forskning på de negative helseeffektene av eksponering for alle former for ikke-ioniserende stråling i dette landet, og på behandlingsmåter som måtte være tilgjengelige andre steder. Før resultatene av denne forskningen er tilgjengelige, bør det opprettes en epidemiologisk database over personer som lider av symptomer som antas å være relatert til eksponering for ikke-ioniserende stråling. De som hevder å lide av effektene av eksponering for elektromagnetisk stråling bør få sine påstander undersøkt på en sensitiv og fullstendig måte, og staten bør skaffe dem egnet behandling.

De strengest mulige sikkerhetsreguleringer bør etableres når det gjelder installasjon av master og sendere, og når det gjelder akseptable nivåer av potensiell eksponering av personer for elektromagnetisk stråling.

Sykehus i Canada diagnostiserer eloverfølsomhet

Miljøhelseklinikken ved Women's College Hospital (2012) i Toronto har spesialister som forstår eloverfølsomhet, og som arbeider for å videreutvikle og utbre denne forståelsen og ta seg av pasienter. Symptomene inkluderer søvnproblemer, utmattelse, hodepine, kvalme, svimmelhet, hjerterytmeforstyrrelser, svekket hukommelse og hudutslett.

Østerrikske leger advarer mot langtidsfølger

Ifølge en spørreundersøkelse mener omtrent 96 % av østerrikske allmennpraktiserende leger at elektromagnetiske felt, i det minste delvis, kan forårsake helseproblemer (Leitgeb et al. 2005). I 2005 skrev Den østerrikske legeforeningen en advarsel mot langtidsfølger av bruk av mobiltelefoner, trådløse nett og annen trådløs kommunikasjon. Advarselen lå ute på foreningens nettsted i mange år.

[41] http://www.ideaireland.org/emr.htm, sist lastet ned 2012-05-14

Handy, Schnurlos&Co: Ärzte warnen vor Langzeitfolgen

Österreichische Ärztekammer sieht Handlungsbedarf zum Schutz von Handy- und Schnurlostelefonnutzern, aber auch von Anrainern von Mobilfunksendeanlagen



Wien (OTS).--- Die weite Verbreitung von Technologien zur mobilen Kommunikation bringt unbestrittene Vorteile. Sie bringt aber auch eine Reihe von Nachteilen, die in Anbetracht der Tragweite für die Gesundheit des Einzelnen und der Gesellschaft noch viel zu wenig beachtet werden. Darauf hat heute die Österreichische Ärztekammer (ÖÄK) hingewiesen. Die bisher vorliegenden wissenschaftlichen Daten und Beobachtungen zahlreicher medizinischer Experten zeigten ein deutliches Bild, heißt es in einer Aussendung, mit der die Österreichische Ärztekammer die von der Wiener Ärztekammer vor kurzem ausgesprochene Empfehlung zu mehr Sorgfalt im Umgang mit mobilen Kommunikationsmitteln bekräftigt.

Østerrikske leger har fra 2008 kunnet sette opp en iøyefallende plakat på sine venterom. Plakaten, som er utgitt av legeforeningen i Wien, advarer kraftig mot mobiltelefonbruk (Ärztekammer für Wien). Leseren får en rekke råd om hvordan redusere sin personlige risiko. Her brukes altså ordet *risiko*, et ord som Statens strålevern ikke vil bruke i denne sammenhengen. I tillegg til de vanlige rådene om å holde samtalene korte, bruke SMS istedenfor å ringe, og liknende, står det også (uthevinger og utropstegn er som i originalteksten):

- *Barn under 16 år bør bruke mobil bare i nødsfall!*
- ***Ikke bruk mobilen i kjøretøy** (bil, buss eller på tog), for da stråler den mer!*
- *Hold mobilen så langt som mulig **vekk fra kroppen** når du sender **SMS**!*
- ***Ikke ha mobilen i bukselomma** – strålingen kan muligens redusere menns fruktbarhet!*
- ***Sjalt ut mobilen** når du er hjemme, bruk **fastnettet** isteden!*
- ***Ikke bruk mobilen til spill**!*
- *Spesielt **trådløst nett** og **UMTS** fører til **kontinuerlig belastning**!*

Og til slutt: *Skru av mobilen på venterommet, den stråler og forstyrrer!*

Den østerrikske legeforeningen (ÖAK) har utarbeidet retningslinjer for diagnose og behandling av EMF-relaterte helseproblemer og sykdom (EMF-syndromet) (Österreichische Ärztekammer 2012). Retningslinjene, som bygger på både forskning og erfaring, framholder en sannsynlig virkningsmekanisme på cellenivå, nemlig dannelsen av frie radikaler og reaksjoner som skader vesentlige metabolske prosesser og cellekomponenter. Dette kan være en plausibel forklaring på mange av de helseproblemene og symptomene som observeres i sammenheng med eksponering for EMF, mener ÖAK. I deres flytskjema for diagnostisering av EMF-relaterte helseproblemer står måling og reduksjon av elektromagnetiske felt sentralt.

Gerd Oberfeld er fylkeslege i Salzburg (Østerrike) og har selv forsket på skadelige effekter av radiofrekvent stråling. Salzburg-regionen har for mange år siden innført en føre-var-strategi med oppsiktsvekkende lav grenseverdi for radiofrekvent stråling, tilsvarende omtrent en milliondel av Norges grenseverdi. Salzburg har en føre-var-grense på 1 $\mu W/m^2$ innendørs, og enda mindre, 0,1 $\mu W/m^2$, for stråling fra trådløse telefoner av DECT-typen (Oberfeld 2008). For det andre har helseetaten i Salzburg-regionen sendt ut et åpent brev med råd om *ikke* å installere trådløse nett i barnehager eller skoler (se rammen).

Land Salzburg

Für unser Land!

GESUNDHEIT, HYGIENE
UND
UMWELTMEDIZIN

To whom it may concern

ZAHL
9/11-62603-743/2005

DATUM
December, 5th 2005

PFEIFERGASSE 3
POSTFACH 527, 5010 SALZBURG
TEL (0662) 8042 -2969
FAX (0662) 8042 - 3056
geshyg@salzburg.gv.at

BETREFF
WLAN and DECT in Schools and Kindergardens

Dear Governor/Head Teacher/Concerned Parent,

I was kindly asked by some parents to inform you about health effects from WLAN Networks in schools. I will do this in a very short summary.

WLAN antennas are emitting microwave radiation in the frequency range 2400-2485 MHz - it is the same as used by microwave ovens. The pulses change their amplitude 10 times per second in stand by (10 Hz) with a very sharp rise. The exposure depends on the distance to the antenna which could be very small in the case of antennas build in the notebook. Despite the widespread use of WLAN there are no studies available on short- or long-term effects from WLAN exposures. Based on first empirical evidence from sensitive people the signal seems to be very "biologically active". The symptoms seen so far are the same seen in base station studies: headaches, concentration difficulty, restlessness, memory problems etc.

The official advice of the Public Health Department of the Salzburg Region is not to use WLAN and DECT in Schools or Kindergardens.

Best regards

Dr. Gerd Oberfeld MD
Salzburg Region
Public Health Department

Appendiks E: Begrunnelsen for Europarådets resolusjon

Europarådets resolusjon *De potensielle farene ved elektromagnetiske felt og deres virkning på miljøet* ble vedtatt den 27. mai 2011 (Council of Europe 2011b). Resolusjonen bygger på en rapport fra *Komité for miljø, landbruk og lokale og regionale saker* (Council of Europe 2011a). De viktigste delene av denne rapporten er oversatt til norsk av Folkets Strålevern og er gjengitt med tillatelse under. Hele kapittel 8 ble inkludert i resolusjonsvedtaket, men punkt 8.3.2 ble modifisert i ettertid. Endelig versjon av resolusjonen finnes her: http://assembly.coe.int/Mainf.asp?link=/Documents/AdoptedText/ta11/ERES1815.htm.

Doc. 12608
6 mai 2011

De potensielle farene ved elektromagnetiske felt og deres virkning på miljøet

Rapport
Komité for miljø, landbruk og lokale og regionale saker
Rapportør: Hr. Jean HUSS, Luxembourg, Sosialistgruppen

Sammendrag

De potensielle virkningene på helsen av lavfrekvente elektromagnetiske felt som omgir kraftlinjer og elektrisk utstyr er gjenstand for pågående forskning og betydelig offentlig debatt. Mens elektriske og elektromagnetiske felt i visse frekvensbånd har gunstige effekter som anvendes innen medisin, viser det seg at andre ikke-ioniserende frekvenser, det være seg fra lavfrekvente kilder som kraftlinjer eller visse høyfrekvente bølger som brukes i radar, telekommunikasjon og mobiltelefoni, har mer eller mindre potensielt skadelige, ikke-termiske biologiske virkninger på planter, insekter og dyr, så vel som på menneskekroppen når den utsettes for nivåer som er under de offisielle grenseverdiene.

Man må respektere føre-var-prinsippet og revidere de nåværende grenseverdiene; å vente på høyere nivåer av vitenskapelig og klinisk bevis kan føre til meget høye helsekostnader og økonomiske kostnader, slik som var tilfellet med asbest, blyholdig bensin og tobakk.

A. Resolusjonsutkast

8. I lys av de ovennevnte betraktninger anbefaler Parlamentsforsamlingen at Europarådets medlemsstater:

8.1. generelt:

8.1.1. tar alle rimelige forholdsregler for å redusere eksponeringen for elektromagnetiske felt, spesielt for radiofrekvenser fra mobiltelefoner, og særlig eksponeringen av barn og unge, som synes å ha størst risiko for svulster i hodet;

8.1.2. revurderer det vitenskapelige grunnlaget for de nåværende standardene for eksponering for elektromagnetiske felt som er fastsatt av Den internasjonale kommisjonen for ikke-ioniserende strålevern (ICNIRP), som har alvorlige begrensninger; og anvender «så lavt som mulig»-prinsipper der man dekker både termiske effekter og de ikke-termiske eller biologiske effektene av elektromagnetisk stråling;

8.1.3. setter i gang informasjons- og bevisstgjøringskampanjer vedrørende risikoene for potensielt skadelige biologiske langtidseffekter på miljøet og på menneskers helse, spesielt rettet mot barn, tenåringer og unge i reproduktiv alder;

8.1.4. er spesielt oppmerksomme på «elektrosensitive» personer som lider av et syndrom av intoleranse for elektromagnetiske felt, og innfører spesielle tiltak for å beskytte dem, inkludert opprettelse av strålefrie områder som ikke dekkes av det trådløse nettverket;

8.1.5. for å redusere kostnader, spare energi og beskytte miljøet og menneskers helse, trapper opp forskning på nye typer antenner og mobiltelefoner og innretninger av DECT-typen, og oppmuntrer til forskning for å utvikle telekommunikasjon basert på andre teknologier som er like effektive, men som har færre negative effekter på miljø og helse;

8.2. når det gjelder privat bruk av mobiltelefoner, DECT-telefoner, WiFi, WLAN og WIMAX for datamaskiner og annet trådløst utstyr som babycalls:

8.2.1. setter forebyggende terskler for nivåer av langvarig eksponering for mikrobølger i alle innendørs områder, i samsvar med føre-var-prinsippet, og som ikke overstiger 0,6 volt per meter, og på mellomlang sikt reduserer den til 0,2 volt per meter;

8.2.2. gjennomfører hensiktsmessige prosedyrer for risikovurdering av alle nye typer utstyr før lisensiering;

8.2.3. innfører klar merking som indikerer tilstedeværelse av mikrobølger eller elektromagnetiske felt, sendestyrken eller den spesifikke absorbsjonsraten (SAR) til enheten og enhver helserisiko forbundet med dens bruk;

8.2.4. høyner bevisstheten om potensielle helserisikoer ved DECT-typen av trådløse telefoner, babycalls og andre husholdningsapparater som avgir kontinuerlige pulsede bølger, hvis alt elektrisk utstyr står permanent på standby, og anbefaler bruk av kablede fasttelefoner hjemme, eller, dersom dette ikke lar seg gjennomføre, anbefaler modeller som ikke permanent avgir pulsede bølger;

8.3. vedrørende beskyttelse av barn:

8.3.1. utvikler innenfor ulike departementer (utdanning, miljø og helse) målrettede informasjonskampanjer rettet mot lærere, foreldre og barn for å varsle dem om spesifikke risikoer knyttet til tidlig, lite gjennomtenkt og langvarig bruk av mobiltelefon og annet utstyr som sender ut mikrobølger;

8.3.2. forbyr alle mobiltelefoner, DECT-telefoner og WiFi- eller WLAN-systemer i klasserom og skoler, som fremmet av noen regionale myndigheter, legeforeninger og borgerrettsorganisasjoner;

8.4. **med hensyn til planleggingen av elektriske kraftlinjer og basestasjoner for mobiltelefoni:**

8.4.1. innfører byplanleggingstiltak for å holde høyspentlinjer og andre elektriske installasjoner i trygg avstand fra boliger;

8.4.2. anvender strenge sikkerhetsstandarder for trygge elektriske systemer i nye boliger;

8.4.3. reduserer grenseverdier for senderantenner i samsvar med ALARA -prinsippet og installerer systemer for omfattende og kontinuerlig overvåking av alle antenner;

8.4.4. bestemmer plasseringen av alle nye GSM-, UMTS-, WiFi- eller WIMAX-antenner ikke bare i samsvar med operatørenes interesser, men i samråd med lokale og regionale myndigheter, lokale innbyggere og sammenslutninger av berørte borgere;

8.5. **med hensyn til risikovurdering og forholdsregler:**

8.5.1. gjør risikovurdering mer forebyggingsorientert;

8.5.2. forbedrer standarder for og kvaliteten på risikovurdering ved å opprette en standard risiko-skala, noe som vil gjøre det obligatorisk å indikere risikonivået, oppfordre til flere risikohypoteser og vurdere kompatibilitet med virkelige forhold;

8.5.3. lytter til og beskytter "early warning"-forskere;

8.5.4. formulerer en menneskerettighets-orientert definisjon av føre-var-prinsippet og ALARA- prinsippet;

8.5.5. øker offentlig finansiering av uavhengig forskning, blant annet gjennom tilskudd fra industri og beskatning av produkter som er gjenstand for offentlige forskningprosjekter for å evaluere helserisiko;

8.5.6. oppretter uavhengige kommisjoner for tildeling av offentlige midler;

8.5.7. gjør lobbygruppers transparens obligatorisk;

8.5.8. fremmer pluralistiske og motstridende debatter mellom alle interessenter, inkludert det sivile samfunn (Århus-konvensjonen).

Utdrag fra Del B – Forklaringsnotat av hr. Huss, rapportør

Fra kapittel 4: Virkninger på miljøet: planter, insekter, dyr

21. Representanten for Det europeiske miljøbyrået (EEA) i København, et offisielt rådgivende organ for EU, understreket viktigheten av føre-var-prinsippet som er skrevet inn i europeiske traktater, og pekte på behovet for effektive forebyggende tiltak for å beskytte menneskers helse og unngå smertefulle helsemessige problemer eller skandaler av typen allerede erfart som resultat av asbest, tobakksrøyking, bly og PCB (polyklorobifenyler), for å nevne noen få. Han presenterte en overbevisende analyse av de vitenskapelige vurderingsmetodene som i dag brukes, og av de ulike nivåene av evidens for så å konkludere - på grunnlag av "Bioinitiative"-rapporten og andre nyere studier ved Ramazzini-instituttet i Bologna - at indisiene eller bevisnivåene var tilstrekkelige på dette stadiet til å framkalle handling hos regjeringer og internasjonale organer.

22. Til slutt bekreftet en annen ekspert, som spesialiserer seg på klinisk medisin og onkologi, på grunnlag av resultatene av biologiske og kliniske analyser av flere hundre franske pasienter som beskriver seg selv som "elektrosensitive", at et syndrom av intoleranse for elektromagnetiske felt (SIEMF) faktisk eksisterer, og at disse menneskene ikke simulerer sykdom eller lider av psykiske forstyrrelser.

Fra kapittel 7: Teknologisk fremgang og økonomisk vekst på bekostning av miljø og helse

27. Det bør bemerkes at problemet med elektromagnetiske felt eller bølger og mulige konsekvenser for miljø og helse har klare paralleller med andre aktuelle saker, slik som lisensiering av kjemikalier, sprøytemidler, tungmetaller eller genmodifiserte organismer (GMO), for å nevne bare de mest kjente eksemplene. Det er sikkert at én årsak til befolkningens bekymring og manglende tillit til kommunikasjonsinnsatsen fra offentlige sikkerhetsorganer og regjeringer ligger i det faktum at en rekke tidligere helsekriser eller skandaler, for eksempel de som involverer asbest, infisert blod, PCB eller dioksiner, bly, tobakksrøyking og H1N1-influensa, kunne finne sted til tross for arbeidet til, eller endatil med medvirkning fra, nasjonale eller internasjonale organer som i navnet er ansvarlige for miljø- eller helsesikkerhet.

28. Det er med utgangspunkt i dette at Komitéen for miljø, landbruk og lokale og regionale saker nå arbeider med spørsmålet om interessekonflikter og det akutte behovet for reell uavhengighet hos forskere som er involvert i offentlige etater som har som oppgave å evaluere risiko knyttet til produkter før lisensiering.

29. Rapportøren understreker i denne sammenheng at det er svært underlig, for å si det mildt, at gjeldende offisielle grenseverdier for å begrense de helsemessige konsekvensene av ekstremt lavfrekvente elektromagnetiske felt og høyfrekvente bølger ble utarbeidet og foreslått for internasjonale politiske institusjoner (WHO, EU-kommisjonen, regjeringer) av ICNIRP, en NGO med en opprinnelse og struktur som overhodet ikke er tydelig, og som videre er mistenkt for å ha ganske nære forbindelser med næringer hvis vekst er avhengig av anbefalinger om maksimale grenseverdier for ulike frekvenser av elektromagnetiske felt.

30. Når de fleste regjeringer og offentlige organer har nøyd seg med å kopiere og vedta de sikkerhetsanbefalinger som er fremmet av ICNIRP, har dette i hovedsak vært av to grunner:

- for ikke å hindre utbygging av disse nye teknologiene med deres løfte om økonomisk vekst, teknologiske fremskritt og jobbskaping;

- og også fordi de politiske beslutningstakerne dessverre fortsatt er lite involvert i spørsmål om vurdering av teknologisk risiko for miljø og helse.

31. Med hensyn til de ofte ikke-konkluderende, om ikke motstridende, funn i vitenskapelig forskning og studier på mulige risikoer ved produkter, legemidler eller i dette tilfellet elektromagnetiske felt, synes en rekke komparative studier å kunne vise en ganske sterk sammenheng mellom finansieringens opprinnelse – privat eller offentlig – og resultatene av risikovurderinger, en åpenbart uakseptabel situasjon som peker mot interessekonflikter som undergraver den vitenskapelige forskningens integritet, objektivitet og reell uavhengighet.

32. Når det gjelder vurdering av helserisiko som følge av mobiltelefonenes radiofrekvenser, presenterte for eksempel sveitsiske forskere fra Bern-universitetet i 2006 resultatene av en systematisk analyse av alle forskningsresultater, og konkluderte med at det var sterk korrelasjon mellom hvordan forskningen ble finansiert, og resultatene som ble oppnådd: 33 % av studier finansiert av industribedrifter konkluderer med at eksponering for de radiofrekvensene som anvendes av mobiltelefoner, har en effekt på vår organisme. Dette tallet stiger til over 80 % i studier utført for offentlige midler.

33. Følgelig bør man, både her og på andre områder, etterlyse en reell uavhengighet hos sakkyndig vurderende etater og bruk av uavhengige, tverrfaglige og velbalanserte ekspertuttalelser. Det må ikke lenger oppstå situasjoner der varslere diskrimineres, og anerkjente vitenskapsfolk med kritiske meninger utelukkes, når eksperter velges til å sitte i ekspertutvalg eller ikke lenger mottar finansiering til sin forskning.

Fra kapittel 9: Vitenskapelige studier og argumenter framført av foreninger og frivillige organisasjoner, av grupper av vitenskapsfolk, av Det europeiske miljøbyrået og av Europaparlamentet

41. Rapportøren minner om de påviste positive biologiske effekter av visse medisinske anvendelser (elektroterapi) av elektromagnetiske felt og mikrobølger ved svært lav intensitet. Hvis det er slike gunstige effekter i enkelte frekvensbånd, så bør negative biologiske effekter på menneskekroppen kunne antas å være like sannsynlige eller mulige.

44. Et betydelig antall fremstående vitenskapsfolk og forskere har slått seg sammen i et eget internasjonalt organ med tittelen ICEMS, " International Commission for Electromagnetic Safety", for å gjennomføre uavhengig forskning og anbefale at føre-var-prinsippet brukes på dette området. I 2006 (Benevento-resolusjonen) og 2008 (Venezia-resolusjonen) publiserte disse forskerne instruerende resolusjoner som oppfordrer til å ta i bruk nye og langt strengere sikkerhetsstandarder og -regler.

45. Vitenskapelige studier avdekker ikke-termiske eller biologiske effekter av elektromagnetiske felt eller bølger på celler, nervesystemet, gener etc., som i hovedsak faller i tre kategorier: biologiske effekter som påvirker stoffskiftet, søvn, elektrokardiogram-profilen; effekter observert i forsøk på dyr eller i cellekulturer (in vitro); effekter som viser seg i epidemiologiske studier av langvarig bruk av mobiltelefon eller av personer som bor nær høyspentledninger eller basestasjoner for senderantenner.

46. Begrepet "biologisk effekt" refererer til en fysiologisk, biokjemisk eller atferdsmessig endring som oppstår i vev eller en celle som reaksjon på en ekstern stimulus. Ikke enhver biologisk effekt utgjør nødvendigvis en alvorlig helsetrussel; den kan simpelthen vise cellens, vevets eller organismens normale respons på den aktuelle stimulus.

47. En medisinsk eller patologisk biologisk effekt er derimot en effekt som kan utsette organismens normale funksjon for fare ved å forårsake mer eller mindre alvorlige symptomer eller patologier. Mer presist uttrykt, et økende antall vitenskapelige undersøkelser utført av team med akademiske forskere på høyt nivå påviser eksistensen av potensielt eller definitivt patologiske biologiske effekter.

48. Rapportøren erkjenner at det ikke er mulig innenfor rammen av denne rapporten å analysere og oppsummere resultatene av alle disse studiene. Et sammendrag av et større antall av dem (rundt 2 000) ble presentert i "Bioinitiative"-rapporten, en rapport utarbeidet av 14 vitenskapsmenn av internasjonal rang som fant, med hensyn til mobiltelefoni og andre radiofrekvenser, en unormalt høy forekomst av hjernesvulster og akustiske nevromer, effekter på nervesystemet og hjernens funksjoner, og effekter på gener, stressproteiner i celler, og immunsystemet. I denne sammenheng har det vært observert for eksempel at radiofrekvens-eksponering kan forårsake inflammatoriske og allergiske reaksjoner og svekke immunforsvaret selv ved nivåer godt under gjeldende normer for eksponering av befolkningen.

49. Det ble satt i gang et stort forskningsprogram for å se nærmere på særtrekk ved disse effektene, som for eksempel bølgenes gentoksisitet (REFLEX-programmet). Programmet ble finansiert av EU-kommisjonen, og 12 europeiske forskergrupper var involvert. Resultatene ble offentliggjort i desember 2004. Konklusjonene i rapporten var urovekkende på flere punkter i og med at resultatene viste gentoksiske effekter av mobiltelefonbølger, og særlig et hyppigere tap av kromosomdeler og brudd på DNA-molekyler i ulike typer av dyrkede menneske- og dyreceller. I tillegg økte stressproteinsyntesen kraftig, og gen-uttrykket ble endret i ulike typer celler.

50. Når det gjelder Interphone-studien, den største epidemiologiske undersøkelsen utført på mobiltelefonbrukere og deres utsatthet for gliom, meningiom, akustisk nevrom og svulster i spyttkjertelen etter langvarig bruk av mobiltelefon, så peker de tidlige delresultatene publisert som ble den 18. mai 2010 av IARC mer enn ti år etter oppstart av studien, på dyp uenighet mellom de ulike forskerteamene (16 team fra 13 land) om tolkningen av disse resultatene. Studiens koordinator, Elisabeth Cardis, oppsummerte et slags kompromiss ved å si at studien ikke viste en økt risiko, men man kunne ikke konkludere at det ikke var noen risiko fordi det var tilstrekkelig med resultater som antydet en mulig risiko. Faktisk viser noen resultater at vedvarende intensiv mobilbruk gir en meget signifikant økning i risikoen for gliom (40 % og til og med 96 % ved sammesidig bruk, det vil si hvor gliom har vist seg på den siden av hodet hvor telefonen ble holdt) og meningiom (15 %; 45 % for sammesidig bruk).

51. Rapportøren mener at en av denne epidemiologiske studiens hovedsvakheter ligger i det faktum at perioden med mobilbruk som er analysert, som strekker seg over mindre enn 10 år og kun frem til de tidlige årene av det 21. århundre, trolig er for kort til å oppnå helt konkluderende resultater gitt latensperioden for vekst av hjernesvulster. Faktisk er ioniserende stråling (radioaktivitet) anerkjent som en årsak til kreft i hjernen, men tilfeller som skyldes radioaktivitet viser seg sjelden før 10 eller 20 års eksponering.

52. Interphone-studien, som er utført utelukkende på voksne, reiser likevel alvorlige spekulasjoner om hva som vil skje, etter 15 eller 20 år med intensiv bruk, med unge voksne, tenåringer eller barn som i dag er de største brukerne, og hos hvem absorpsjonen av strålingen er større og mer problematisk.

53. Rapportøren ønsker å understreke en annen side av den potensielle risikoen: Mens oppmerksomheten i dag er fokusert på stråling fra mobiltelefoner, og mens man appellerer for en klokest mulig bruk av denne innretningen, av barn og unge spesielt, er det ikke til å komme fra at det i flere år har vært mange andre kilder til elektromagnetiske felt og radiofrekvenser.

54. Enten vi er utendørs eller inne i kontorer og boliger, er vi nå utsatt for en hel rekke elektromagnetiske frekvenser på toppen av kjemiske forurensninger i luften som vi puster inn, eller som er akkumulert i næringskjeden. Både utendørs og innendørs møter vi elektromagnetiske felt eller radiofrekvenser fra (nærliggende) elektriske kraftlinjer og fra basestasjoner for GSM, UMTS og WiFi-senderantenner eller fra for eksempel radio- eller radarstasjoner. I tillegg til disse er det inne i kontorer eller private boliger svært ofte stråling fra trådløse telefoner (DECT), babycalls og andre enheter med trådløs teknologi.

55. Hva mer er, industriledere arbeider for en ytterligere ekspansjon i infrastrukturer for mobiltelefoni for å kunne etablere "fjerde generasjons" mobilnett (4G) med sikte på å levere et sikkert, omfattende mobilt bredbåndssystem for bærbare datamaskiners trådløse modemer, "smarte" mobiltelefoner og andre bærbare enheter for tilgang til mobilt bredbånds-Internett, spilltjenester osv.

56. I Israel baserer de berørte departementer (miljø, helse, kommunikasjon) seg på anvendelsen av føre-var-prinsippet som motsvar til innføringen av disse nye infrastrukturene ved å vise til at virkningene av strålingen bør verifiseres før man godkjenner nye systemer.

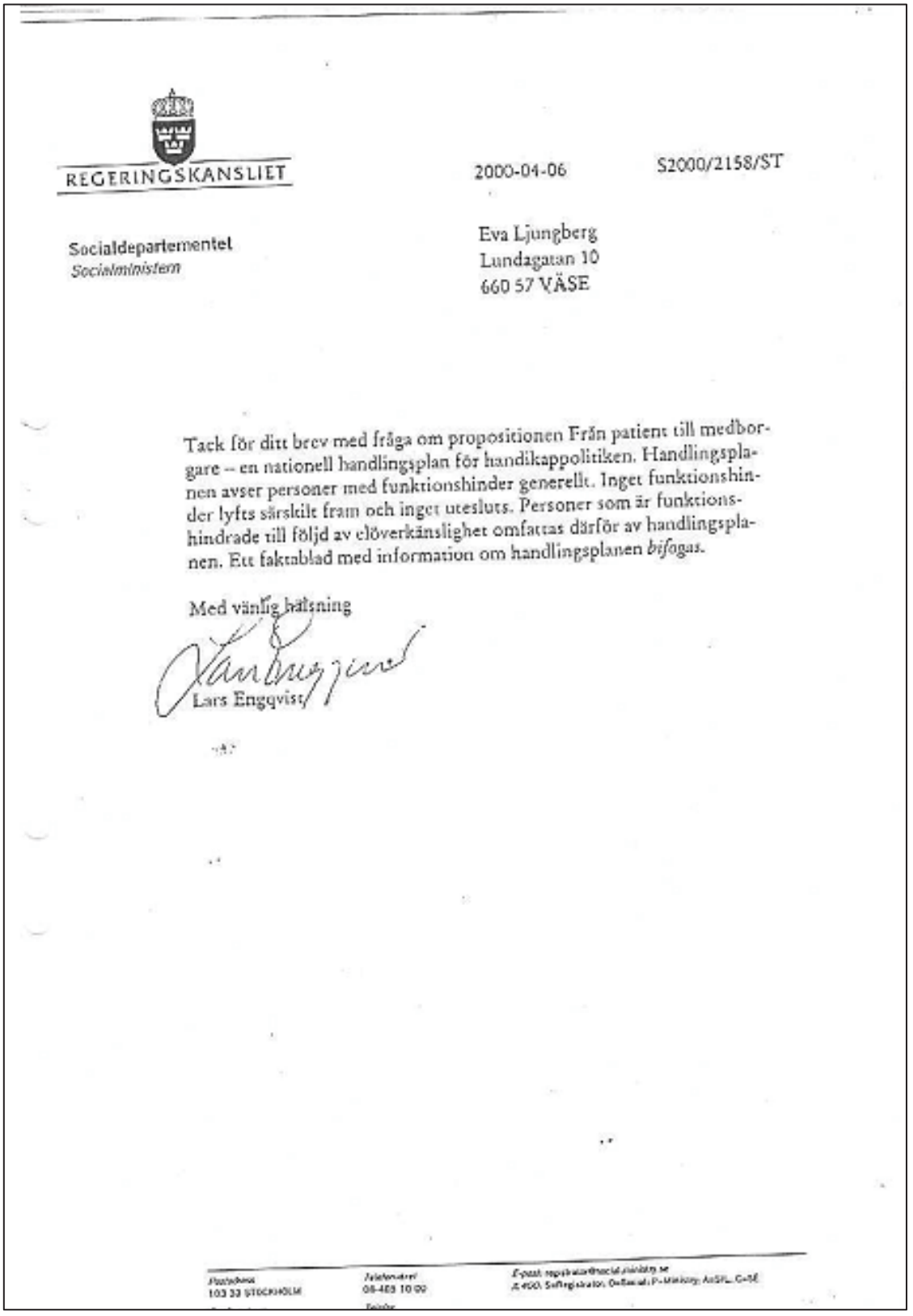
57. En sak som alltid oppildner den europeiske befolkning er spørsmålet om hvor basestasjoner og senderantenner er plassert. Parallelt med enkelte lokale og regionale studier (hovedsakelig sveitsiske og tyske) som beskriver framveksten av helseproblemer hos husdyr etter utplassering av senderantenner for mobiltelefoni i nærheten av bondegårder, og som beskriver uforklarlige problemer med fruktbarhet, deformasjon, grå stær, etc., har enkelte lokale eller regionale epidemiologiske studier utført av grupper av forskere og leger, også lykkes i å vise bestemte sykdomssymptomer hos personer bosatt i distrikter eller landsbyer nær senderantenner som er blitt utplassert noen måneder eller år tidligere. Disse lokale studiene er blitt gjennomført i Frankrike, Tyskland, Sveits, Østerrike osv.

58. Ifølge disse epidemiologiske og delvis også kliniske studiene, var det en økning av søvnproblemer, hodepine, blodtrykksproblemer, svimmelhet, hudproblemer og allergier en tid etter at senderantenner ble utplassert eller etter at strålingen ble forsterket ved å øke antennenes antall eller sendestyrke. Den vitenskapelige verdien av slike lokale undersøkelser trekkes jevnlig i tvil av operatørene og svært ofte også av offentlige organer for sikkerhet og regulering. En nyere studie publisert tidlig i 2011 i en tysk medisinsk publikasjon (Umwelt-Medizin-Gesellschaft 1/2011) er likevel verdifull og avslørende, selv om antall deltakere i studien (60 personer) er ganske lite. Disse personene, fra området Rimbach i Bayern, gjennomgikk en analyse før en ny basestasjon for senderantenner kom i drift i januar 2004, og deretter i juli 2004, januar 2005 og juli 2005. I denne studien, som i lignende epidemiologiske studier, er søvnforstyrrelser, hodepine, allergier, svimmelhet og konsentrasjonsvansker de symptomene som har økt eller blitt forverret etter at basestasjonen ble tatt i bruk.

59. Verdien av denne studien som spenner over ett og et halvt år er at leger og vitenskapsfolk kunne måle og avgjøre signifikante endringer i konsentrasjoner av enkelte stress-relaterte eller andre hormoner i urinprøver. For å summere opp resultatene, er det en signifikant økning av adrenalin og noradrenalin over flere måneder og en signifikant reduksjon av dopamin og fenyletylamin (PEA), endringer som indikerer en tilstand av kronisk stress som, ifølge forfatterne av studien, forårsaket økningen av de ovenfor nevnte symptomene. Forfatterne sammenholder senkede PEA-nivåer med nedsatt oppmerksomhet og hyperaktivitet hos barn, tilstander som har økt enormt i Tyskland i perioden 1990-2004.

Appendiks F: Eloverfølsomhet anerkjent i Sverige

I Sverige er eloverfølsomhet anerkjent som et funksjonshinder, se nedenstående faksimile. Elöverkänsligas Riksförbund gjør rede for historikken på sitt nettsted www.feb.nu.



REGERINGSKANSLIET

2000-04-06 S2000/2158/ST

Socialdepartementet
Socialministern

Eva Ljungberg
Lundagatan 10
660 57 VÄSE

Tack för ditt brev med fråga om propositionen Från patient till medborgare – en nationell handlingsplan för handikappolitiken. Handlingsplanen avser personer med funktionshinder generellt. Inget funktionshinder lyfts särskilt fram och inget utesluts. Personer som är funktionshindrade till följd av elöverkänslighet omfattas därför av handlingsplanen. Ett faktablad med information om handlingsplanen *bifogas*.

Med vänlig hälsning

Lars Engqvist

Referanser

Abdel-Rassoul G et al. 2006. Neurobehavioral effects among inhabitants around mobil phone base stations. *NeuroToxicology,* Volume 28, Issue 2, March 2007, 434-440

Adlkofer F (2007) *Mobilfunk – eine Technik ohne Risiko für die Gesundheit der Menschen?* Foredrag 1.10.2007 ved Det åpne universitet i Gelsenkirchen, s. 6, http://www.mobilfunkstudien.de/downloads/adlkoferoadokumentation2007.pdf, sist lastet ned 2012-07-31

Afsset (2009a) *Opinion of the French Agency for Environmental and Occupational Health Safety concerning the update of the expert appraisal relating to radiofrequencies*, s. 17–19, http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/838965561866129504705299558421/09_10_ED_Radiofrequences_Avis_EV.pdf, sist lastet ned 2012-07-31

Afsset (2009b) *RADIOFREQUENCIES : Afsset recommends reducing exposure,* http://www.afsset.fr/index.php?pageid=436&newsid=502&MDLCODE=news, sist lastet ned 2001-11-24

AGNIR (2012) *Health Effects from Radiofrequency Electromagnetic Fields. Report of the independent Advisory Group on Non-ionizing Radiation,* Documents of the Health Protection Agency, Series B: Radiation, Chemical and Environmental Hazards, RCE-20, http://www.hpa.org.uk/webc/HPAwebFile/HPAweb_C/1317133827077, sist lastet ned 2012-05-20

Aldad T, Gan G, Gao XB, Taylor HS (2012) Fetal Radiofrequency Radiation Exposure From 800-1900 Mhz-Rated Cellular Telephones Affects Neurodevelopment and Behavior in Mice, *Scientific Reports* 2:312

Ärztekammer für Wien*, Strahlende Informationen,* http://www.aekwien.at/media/plakat_handy.pdf, sist lastet ned 2012-04-15

Aydin D, Feychting M, Schüz J, Tynes T, Andersen TV, Schmidt LS, Poulsen AH, Johansen C, Prochazka M, Lannering B, Klaeboe L, Eggen T, Jenni D, Grotzer M, Von der Weid N, Kuehni C, Röösli M (2011) Mobile Phone Use and Brain Tumors in Children and Adolescents: A Multicenter Case-Control Study. *J Natl Cancer Inst.* 2011; 103(16):1–13, http://www.oxfordjournals.org/our_journals/jnci/press_releases/rooslidjr244.pdf, sist lastet ned 2012-06-17

Baan et al. (2011) Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields, *The Lancet Oncology,* Volume 12, Issue 7, Pages 624 - 626, July 2011

Balode Z (1996) Assessment of radio-frequency electromagnetic radiation bythe micronucleus test in bovine peripheral erythrocytes. *Sci Total Environ* 1996, 180:81-85

Bamberg-appellen (2004) http://www.milieuziektes.nl/Rapporten/Appell_AerzteBamberg230704.pdf, sist lastet ned 2012-04-15

Bhargava et al. (2012) Effect of handheld mobile phone use on parotid gland salivary flow rate and volume, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2012 Aug;114(2):200-6

Becker RO & Selden G (1985) *The Body Electric: Electromagnetism And The Foundation Of Life,* New York, ISBN-10: 0688069711, ISBN-13: 978-0688069711

Belyaev I (2005) Nonthermal Biological Effects of Microwaves: Current Knowledge, Further Perspective, and Urgent Needs, *Electromagnetic Biology and Medicine* 24:3, 375–403

Belyaev I, Markova E, Hillert L, Malmgren L, Persson B (2009) Microwaves From UMTS/GSMMobile Phones Induce Long-Lasting Inhibition of 53BP1/g-H2AX DNARepair Foci in Human Lymphocytes, Bioelectromagnetics 30:129–141 (2009)

Benevento-resolusjonen (2006) http://www.icems.eu/benevento_resolution.htm, sist lastet ned 2012-01-13

Bjørkum Per Arne (2009) *Annerledestenkerne – kreativitet i vitenskapens historie,* Universitetsforlaget

Blackman CF (2012) Treating cancer with amplitude-modulated electromagnetic fields: a potential paradigm shift, again?, *British Journal of Cancer* 106, 241–242, doi:10.1038/bjc.2011.576, http://www.nature.com/bjc/journal/v106/n2/full/bjc2011576a.html, sist lastet ned 2012-06-17

Blank M & Goodman R (2009) Electromagnetic fields stress living cells, *Pathophysiology* 16 (2009) 71–78

Boice JD & McLaughlin JK (2002) *Epidemiologiska studier över mobiltelefoner och risken för cancer – en översikt,* SSI Rapport 2002:16, http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Rapport/Stralskydd/2002/ssi-rapp-2002-16-S.pdf, sist lastet ned 2012-04-19

Brunborg G (2011) *Hva mener Folkehelseinstituttet om mulighet for helseskader fra kommunikasjonsutstyr generelt, og fra TETRA-nett spesielt?* Seminar om stråling, 19. januar 2011, Folkehelseinstituttet, http://www.dinkom.no/FILES/2011/straaleseminar/2011.01.19_folkehelseinstitutt.pdf, Powerpoint-presentasjon, sist lastet ned 2012-01-14

Buchner K & Eger H (2011) Veränderung klinisch bedeutsamer Neurotransmitter unter dem Einfluss modulierter hochfrequenter Felder - Eine Langzeiterhebung unter lebensnahen Bedingungen, *Umwelt-Medizin-Gesellschaft* 2011; 24(1): 44-57, http://www.aerzte-und-mobilfunk.net/downloads/buchner-eger-rimbach-2011-umg-1.11-be-5.pdf

Buttiglione M, Roca L, Montemurno E, Vitiello F, Capozzi V, Cibelli G (2007)Radiofrequency radiation (900 MHz) induces egr-1 gene expression and affects cell-cycle control in human neuroblastoma cells. *J Cell Physiol* 2007, 213:759-767

Cardis E et al. (2010) Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study, *International Journal of Epidemiology* 2010; 39:675–694

Cardis E & Sadetzki S (2011) Indications of possible brain-tumour risk in mobile-phone studies: should we be concerned?, *Occup Environ Med* 2011 68: 169-171, http://oem.bmj.com/content/68/3/169.full.pdf+html, sist lastet ned 2012-05-12

Cardis E et al. (2011) Risk of brain tumours in relation to estimated RF dose from mobile phones: results from five
Interphone countries, *Occup Environ Med* 2011;68:631e640. doi:10.1136/oemed-2011-100155, http://oem.bmj.com/content/early/2011/06/09/oemed-2011-100155.full.pdf+html, sist lastet ned 2012-05-12

Catania-resolusjonen (2002) http://www.icems.eu/docs/resolutions/Catania_res.pdf, sist lastet ned 2012-01-13

Costa FP et al. (2011) Treatment of advanced hepatocellular carcinoma with very low levels of amplitude-modulated electromagnetic fields, *British Journal of Cancer* 105, 640–648, doi:10.1038/bjc.2011.292

Council of Europe (2011a) *The potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment,* Doc. 12608, 6 May 2011, Parliamentary Assembly , Committee on the Environment, Agriculture and Local and Regional Affairs, Rapporteur: Mr Jean HUSS, Luxembourg, Socialist Group, http://assembly.coe.int/documents/workingdocs/doc11/edoc12608.pdf, sist lastet ned 2012-04-15

Council of Europe (2011b) *The potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment,* RES 1815 (2011), Parliamentary Assembly, Text adopted by the Standing Committee, acting on behalf of the Assembly, 27 May 2011, http://assembly.coe.int/Mainf.asp?link=/Documents/AdoptedText/ta11/ERES1815.htm, sist lastet ned 2012-02-07

Czerninski et al. (2011) Risk of Parotid Malignant Tumors in Israel (1970-2006), *Epidemiology,* Letter to the Editors, Volume 22, Issue 1, pp 130-131, January 2011

Davis, D (2010) *Disconnect: The Truth About Cell Phone Radiation, What the Industry Has Done to Hide It, and How to Protect Your Family,* Dutton, Penguin Group, ISBN 978-0-525-95194-0

Davis, D (2011) Leserbrev til BMJ som reaksjon på publiseringen av den danske kohortstudien (Frei et al., 2011), http://www.bmj.com/content/343/bmj.d6387?tab=responses, sist lastet ned 2011-11-13

Diagnose-Funk (2009) *0,6 V/m: Testphase in 16 französischen Städten,* http://www.diagnose-funk.ch/politik/politik-int/06-v-m-testphase-in-16-franzoesischen-staedten.php, sist lastet ned 2011-11-24

Diagnose-Funk Schweiz (2011) WHO takes distrance from Prof. A. Lerchl, *Brennpunkt,* March 2011, http://www.diagnose-funk.ch/downloads/df_bp_who-lerchl_2011-03-18_eng.pdf, sist lastet ned 2012-01-13

Ditt Oslo (2012) *Jubel og fortvilelse i Vestskrenten,* 03.05.2012, http://dittoslo.no/nordstrands-blad/nyheter-nordstrands-blad/jubel-og-fortvilelse-i-vestskrenten-1.7212153, sist lastet ned 2012-07-11

Divan H A, Kheifets L, Obel C, Olsen J (2008) Prenatal and Postnatal Exposure to Cell Phone Use and Behavioral Problems in Children, *Epidemiology* July 2008, Volume 19, Issue 4, pp 523-529

Divan H A, Kheifets L, Obel C, Olsen J (2010) Cell phone use and behavioural problems in young children, *Journal of Epidemiology and Community Health*, doi:10.1136/jech.2010.115402, http://jech.bmj.com/content/early/2010/11/11/jech.2010.115402.full.pdf+html, sist lastet ned 2012-04-08

Dobes M et al. (2011) A multicenter study of primary brain tumor incidence in Australia (2000-2008). *Neuro-Oncology* 13: 783-790

Duan et al. (2011) Correlation between cellular phone use and epithelial parotid gland malignancies, *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery,* Volume 40, Issue 9, September 2011, Pages 966-972

Dubey et al. (2010) Risk of Brain Tumors From Wireless Phone Use, *Journal of Computer Assisted Tomogr* aphy 2010; 34: 799-807

Dutta SK, Ghosh B, Blackman, CF (1989) Radiofrequency radiation-induced calcium ion efflux enhancement from human and other neuroblastoma cells in culture, *Bioelectromagnetics* 10(2): 197–202, doi:10.1002/bem.2250100208

EEA European Environment Agency (2001) *Late lessons from early warnings: the precautionary principle* 1896-2000, Environmental issue report No. 22,

http://www.eea.europa.eu/publications/environmental_issue_report_2001_22, sist lastet ned 2012-04-09

EEA European Environment Agency (2007) *Radiation risk from everyday devices assessed,* http://www.eea.europa.eu/highlights/radiation-risk-from-everyday-devices-assessed, sist lastet ned 2012-05-29

El-Ezabi M (2010) The neuroprotection role of heat shock protein 70 (HSP70) against microwave radiation induced DNA damage in male Wistar rat brain, *Journal of American Science,* 2010;6(12)

ElectromagneticHealth.org (2009) *Medical Director of Switzerland's Paracelsus Clinic Takes Stand on Hazards of Electromagnetic Pollution – 'Electromagnetic Load' a Hidden Factor in Many Illnesses,* http://electromagnetichealth.org/electromagnetic-health-blog/medical-director-of-switzerland/, sist lastet ned 2012-07-31

European Council (2000) Conclusions of the Presidency, Annex III, Nice 7–10 December 2000, http://www.europarl.europa.eu/summits/nice2_en.htm#an3, sist lastet ned 2001-11-24

European Parliament (2008) *Mid-term review of the European Environment and Health Action Plan 2004-2010,* Texts adopted Thursday, 4 September 2008 – Brussels, Final edition, P6_TA(2008)0410, §21-23, http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2008-0410+0+DOC+XML+V0//EN&language=EN, sist lastet ned 2012-05-29

European Parliament (2009) *Health concerns associated with electromagnetic fields,* Texts adopted Thursday, 2 April 2009 – Brussels, Final edition, P6_TA(2009)0216, http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2009-0216+0+DOC+XML+V0//EN, sist lastet ned 2012-05-29

Fagbladet (2010) *Stoppet nytt nødsamband,* 06.12.2010, http://www.fagbladet.no/nyheter/article5406884.ece, sist lastet ned 2012-04-11

FELO (2010) *Elektromagnetisk stråling og helse, Informasjon fra Foreningen for el-overfølsomme,* http://felo.no/index.php?/felo/om, sist lastet ned 2012-07-11

Ferreira AR, Knakievicz T, Pasquali MA, Gelain DP, Dal-Pizzol F, Fernandez CE, de Salles AA, Ferreira HB, Moreira JC (2006) Ultra high frequencyelectromagnetic field irradiation during pregnancy leads to an increase in erythrocytes micronuclei incidence in rat offspring, *Life Sci* 2006, 80:43-50

Fesenko EE, Makar VR, Novoselova EG, Sadovnikov VB (1999) Microwaves and cellular immunity. I. Effect of whole body microwave irradiation on tumor necrosis factor production in mouse cells. *Bioelectrochem. Bioenerg*. 49(1): 29–35, doi:10.1016/S0302-4598(99)00058-6

Folkehelseinstituttet (2003) *Mobiltelefon og helse. Rapport fra en ekspertgruppe opprettet etter oppdrag fra Helsedepartementet,* Rapport 2003:8

Folkehelseinstituttet (2011) *EMF-prosjektet. Mobiltelefonar, master og stråling,* http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainLeft_5565&MainArea_5661=5565:0:15,5172:1:0:0:::0:0&MainLeft_5565=5544:89710::1:5569:1:::0:0, sist lastet ned 2012-06-17

Folkehelseinstituttet (2012) *Svake høyfrekvente elektromagnetiske felt – en vurdering av helserisiko og forvaltningspraksis,* Rapport 2012:3

Folkets Strålevern (2012) *Tysk professor om institusjonell korrupsjon og pseudovitenskap* (9.feb.2012), http://www.stralevern.no/images/foredrag_av_adlkofer_med_bilder_2012-01-07.pdf, sist lastet ned 2012-02-10

Forgacs Z, Somosy Z, Kubinyi G, Bakos J, Hudak A, Surjan A, Thuroczy G (2006) Effect of whole-body 800MHz GSM-like microwave exposure on testicular steroidogenesis and histology in mice, *Reprod. Toxicol.* 22(1): 111–117, doi:10. 1016/j.reprotox.2005.12.003

Fragopoulou A, Grigoriev Y, Johansson O, Margaritis LH, Morgan L, Richter E, Sage C (2010a) Scientific Panel on Electromagnetic Field Health Risks: Consensus Points, Recommendations, and Rationales. Scientific Meeting: Seletun, Norway, November 17-21, 2009, *Reviews On Environmental Health,* Volume 25, No. 4, 2010

Fragopoulou A, Miltiadous P, Stamatakis A, Stylianopoulou F, Koussoulakos S L, Margaritis LH (2010b) Whole body exposure with GSM 900 MHz affects spatial memory in mice, *Pathophysiology* 17(3), 179-187

Fragopoulou A et al. (2012) Brain proteome response following whole body exposure of mice to mobile phone or wireless DECT base radiation, *Electromagnetic Biology and Medicine*, Early Online: 1–25, 2012

Frei, P et al. (2009) Temporal and spatial variability of personal exposure to radio frequency electromagnetic fields, *Environmental Research,* Volume 109, Issue 6, August 2009, Pages 779-785

Frei, P et al. (2011) Use of mobile phones and risk of brain tumours: update of Danish cohort study, *BMJ 2011; 343:bmj.d6387,* http://www.bmj.com/content/343/bmj.d6387, sist lastet ned 2012-04-20

Freiburg-appellen (2002) http://www.laleva.cc/environment/freiburger_appeal.html, sist lastet ned 2012-04-15

Frey A et al. (1975) Neural function and behavior: defining the relationship: Ann NY Acad Sci 247:433-438

Frey A (1998) Headaches From Cellular Telephones: Are They Real and What Are the Implications? *Environmental Health Perspectives* 106(3), March 1998

Friedman J, Kraus S, Hauptman Y, Schiff Y, Seger R: Mechanism of shortterm ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies. *Biochem J* 2007, 405:559-568

Gadhia PK, Shah T, Mistry A, Pithawala M, Tamakuwala D (2003) A preliminarystudy to assess possible chromosomal damage among users of digital mobile phones. *Electrom Biol Med* 2003, 22:149-159

Gandhi OP, Morgan LL, de Salles AA, Han Y, Herberman RB, Davis DL (2011) Exposure Limits: The underestimation of absorbed cell phone radiation, especially in children, *Electromagnetic Biology and Medicine,* Early Online: 1–18, 2011

Gangi S & Johansson O (2000) A theoretical model based upon mast cells and histamine to explain the recently proclaimed sensitivity to electric and/or magnetic fields in humans. *Med Hypotheses,* 2000; 54, 663-671

Genuis SJ (2008) Fielding a current idea: exploring the public health impact of electromagnetic radiation, *Public Health* 122, 113-124

Genuis SJ & Lipp CT (2012) Electromagnetic hypersensitivity: Fact or fiction? *Science of the Total Environment* 414 (2012) 103-112

Goldwein & Aframian (2010) The influence of handheld mobile phones on human parotid gland sectretion, *Oral Diseases* Volume 16, Issue 2, p. 146-150, March 2010

Harbitz O (2010) Ny kunnskap om stråling, *Aftenposten,* leserinnlegg 27.08.2010, http://www.aftenposten.no/meninger/debatt/Ny-kunnskap-om-straling-6270475.html#.T4K0lNnRCSo, sist lastet ned 2012-04-08

Hardell L, Hallquist A, Hansson Mild K, Carlberg M, Påhlson A, Lilja A (2002) Cellular and cordless telephones and the risk for brain tumors, *European Journal of Cancer Prevention* 11(4):377-86

Hardell L, Carlberg M, Mild KH (2005) Case-control study on cellular and cordless telephones and the risk for acoustic neuroma or meningioma in patients diagnosed 2000-2003, *Neuroepidemiology* 25(3): 120-8

Hardell L & Hansson Mild K (2006) Mobile phone use and risk of acoustic neuroma: results of the interphone case-control study in five North European countries, Letter to the Editor, *British Journal of Cancer* (2006) 1-2

Hardell L, Carlberg M, Mild KH (2009) Epidemiological evidence for an association between use of wireless phones and tumor diseases, *Pathophysiology* 16 (2009) 113–122

Hardell L, Carlberg M, Mild KH (2010a) Mobile Phone Use and the Risk for Malignant Brain Tumors: A Case-Control Study on Deceased Cases and Controls, *Neuroepidemiology* 35:109-114

Hardell L, Carlberg M, Mild KH (2010b) Letter to the Editor, Re-analysis of risk for glioma in relation to mobile phone use: comparison with the results of the INTERPHONE international case-control study, *International Journal of Epidemiology 2010; 1-3,*
http://ije.oxfordjournals.org/content/early/2010/12/17/ije.dyq246.full.pdf+html, sist lastet ned 2011-11-36

Hardell L, Carlberg M, Mild KH (2011) Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumors and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects, *International Journal of Oncology* 38:1465-1474

Harvard Law School (2011) *At Center for Ethics Event, cell phone radiation and institutional corruption addressed (video),* http://www.law.harvard.edu/news/2011/11/18_safra-center-cellphone-radiation-corruption.html, sist lastet ned 2012-02-10

Havas M (2010) Provocation study using heart rate variability shows microwave radiation from 2.4 GHz cordless phone affects autonomic nervous system, in: Guiliani & Soffritti (editors) *Non-thermal Effects and Mechanisms of Interaction between Electromagnetic Fields and Living Matter – An ICEMS Monograph,* European Journal of Oncology – Library Vol. 5, Ramazzini Institute, Bologna, Italy

Hedendahl L (2011) *Barn och EMF. Riskerna med mobiltelefonin och trådlös teknik för våra uppvaxande barn och ungdomar,* http://www.vagbrytaren.org/Barn%20och%20EMF%20111215.pdf, sist lastet ned 2012-04-13

Heinrich S, Thomas S, Heumann C, Kries R v, Radon K (2010) Association between exposure to radiofrequency electromagnetic fields assessed by dosimetry and acute symptoms in children and adolescents: a population based cross-sectional study, *Environmental Health* 2010, **9**:75, http://www.ehjournal.net/content/pdf/1476-069X-9-75.pdf

Hillert L, Berglind N, Arnetz BB, Bellander T (2002) Prevalence of self-reported hypersensitivity to electric or magnetic fields in a population-based questionnaire survey, *Scand J Work Environ Health* 2002; 28(1):33-41

Huss A, Egger M, Hug K, Huwiler-Müntener K, Röösli M (2007) Source of Funding and Results of Studies of Health Effects of Mobile Phone Use: Systematic Review of Experimental Studies, *Environ Health Perspect.* 2007 January; 115(1): 1–4

Hutter H P et al. 2006. Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. *Occupational and Environmental medicine,* 63,307-313

Hyland G (2000) Physics and biology of mobile telephony, *The Lancet* 356:1833–1836

IARC (2011a) Letter from IARC to A. Lerchl, International Agency for Research on Cancer, World Health Organization, www.diagnose-funk.ch/downloads/df_bp_who-lerchl_iarc-26oct10.pdf, sist lastet ned 2012-01-13

IARC (2011b) *IARC Classifies Radiofrequency Electromagnetic Fields as Possible Carcinogenic to Humans,* Press release no. 208, International Agency for Research on Cancer, World Health Organization

ICNIRP International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (1998) Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (Up to 300 GHz), *Health Physics* April 1998, Volume 74, Number 4, Health Physics Society

ICNIRP International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (2009) *Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz),* ICNIRP 16/2009

Johansson O (1995) *Elöverkänslighet samt överkänslighet mot mobiltelefoner: Resultat från en dubbel-blind provokationsstudie av metodstudiekaraktär* (= *Electrohypersensitivity and sensitivity to mobile telephones: Results from a double-blind provocation study of pilot character*", in Swedish),Enheten för Experimentell Dermatologi, Karolinska Institutet, Stockholm,Rapport nr. 2, 1995, ISSN 1400-6111

Johansson O (2009a) Disturbance of the immune system by electromagnetic fields—A potentially underlying cause for cellular damage and tissue repair reduction which could lead to disease and impairment. *Pathophysiology* 16(2009) 157-177

Johansson O (2009b) The London Resolution*, Pathophysiology* 16 (2009) 247–248

Kan, Peter et al. (2008) Cellular phone use and brain tumor: a meta-analysis, *Journal of Neuro-Oncology* 2008 Jan, 86(1): 71-8

Karinen A, Heinavaara S, Nylund R, Leszczynski D (2008) Mobile phone radiation might alter protein expression in human skin. *BMC Genomics* 2008, 9:77.

Karolinska Institutet (2008) *Jävsanmälan,* Universitetsförvaltningen, Etikrådet 2008-09-09, Dnr. 3753-2008-609, undertegnet Stefan Einhorn og Nina Rehnqvist, http://hudcancer.nu/Ahlbom.pdf, sist lastet ned 2012-03-24

Kesari KK & Behari J (2009) Fifty-gigahertz microwave exposure effect of radiations on rat brain. Appl. *Biochem. Biotechnol*. **158**(1): 126–139, doi:10.1007/s12010-008-8469-8

Kesari KK, Behari J, Kumar S (2010) Mutagenic response of 2.45 GHz radiation exposure on rat brain. *Int. J. Radiat. Biol.* 86(4): 334–343, doi:10.3109/09553000903564059.

Khurana et al. (2010) Epidemiological evidence for a health risk from mobile phone base stations*. Int J Occup Environ Health*. 2010 Jul-Sep;16(3):263-7

Kimata H (2002) Enhancement of allergic skin wheal responses by microwave radiation from mobile phones in patients with atopic eczema/dermatitis syndrome, *International Archives of Allergy and Immunology* 129(4):348-50

Kimata H (2003) Enhancement of allergic skin wheal responses in patients with atopic eczema/dermatitis syndrome by playing video games or by a frequently ringing mobile phone, *European Journal of Clinical Investigation* 33(6):513-7

Lahkola, Anna (2010) *Mobile phone use and risk of brain tumors.* STUK – Radiation and Nuclear Safety Authority , University of Tampere, Finland, STUK-A246 / May 2010, p. 56. ISBN 978-952-478-547-1 (print), ISBN 978-952-478-548-8 (pdf). http://acta.uta.fi/pdf/978-951-44-8126-0.pdf, sist lastet ned 2011-11-36

Larjavaara et al. (2011) Location of Gliomas in Relation to Mobile Telephone Use: A Case-Case and Case-Specular Analysis. *American Journal of Epidemiology* 174 (1): 2-11

Lateline (2010) *Study probes link between cancer and phones,* 17/05/2010, http://www.abc.net.au/lateline/content/2010/s2902097.htm, sist lastet ned 2012-06-17

Leitgeb N, Schröttner J, Böhm M (2005) Does “electromagnetic pollution” cause illness? An inquiry among Austrian general practitioners, *Wiener Med Wochenschr* 155:237–241

Leszczynski D, Xu Z (2010) Mobile phone radiation health risk controversy: the reliability and sufficiency of science behind the safety standards, *Health Research Policy and Systems* 2010 8:2, http://www.health-policy-systems.com/content/8/1/2, sist lastet ned 2012-05-28

Leszczynski D (2012) UK HPA report on cell phones & health is not what it claims to be, *The Washington Times Communities* May 3, 2012, http://communities.washingtontimes.com/neighborhood/between-rock-and-hard-place/2012/may/3/uk-hpa-report-cell-phones-health-not-what-it-claim/, sist lastet ned 2012-05-20, senere flyttet til http://betweenrockandhardplace.wordpress.com/2012/09/03/i-ended-writing-for-the-washington-times-communities/

Levis et al. (2011) Mobile phones and head tumours. The discrepancies in cause-effect relationships in the epidemiological studies - how do they arise? *Environmental Health* 2011 Jun 17;10:59, http://www.ehjournal.net/content/10/1/59, sist lastet ned 2012-02-05

Levitt BB & Lai H (2010) Biological effects from exposure to electromagnetic radiation emitted by cell tower base stations and other antenna arrays, Environ. Rev. 18: 369–395 (2010), doi:10.1139/A10-018

L'Express (2009) *Chantal Jouanno veut des téléphones sans haut-parleur,* 09/02/2010, L'Expansion L'Express , http://lexpansion.lexpress.fr/high-tech/chantal-jouanno-veut-des-telephones-sans-haut-parleur_226546.html?xtor=RSS-128, sist lastet ned 2012-06-17

Li D-K, Chen H, Odouli R (2011) Maternal Exposure to Magnetic Fields During Pregnancy in Relation to the Risk of Asthma in Offspring, *Arch Pediatr Adolesc Med,* Published online August 1, 2011

Lilienfield AM, Libauer GM, Cauthen J, Tonascia S, Tonascia J (1978) *Evaluation of health status of foreign service and other employees from selected eastern European embassies,* Foreign Service Health Status Study, Final Report, Contract No. 6025-619037 (NTIS publication P8-288 163/9) Washington D.C., National Technical Information Service, U.S. Department of Commerce

Little MP, Rajaraman P, Curtis RE, Devea SS, Inskip PD, Check DP, Linet MS (2012) Mobile phone use and glioma risk: a comparison of epidemiological study results with incidence trends in the United States *BMJ* 2012;344:e1147 doi: 10.1136/bmj.e1147, http://www.ehjournal.net/content/pdf/1476-069X-10-106.pdf, sist lastet ned 2012-06-17

Living on Earth (2010) *Cell Phone Use May Take Toll,* May 21, 2010, http://www.loe.org/shows/segments.html?programID=10-P13-00021&segmentID=1, sist lastet ned 2012-06-17

Lönn S, Ahlbom A, Hall P, Feychting M (2004) Mobile phone use and the risk of acoustic neuroma, *Epidemiology,* 2004 Nov; 15(6):653-9

Maisch, DR (2009) *The procrustean approach: setting exposure standards for telecommunications frequency electromagnetic radiation.* Doctor of Philosophy thesis. Science, Technology and Society Program - Faculty of Arts, University of Wollongong. http://ro.uow.edu.au/theses/3148, sist lastet ned 2012-12-31

Marino AA, Carruba S, McCarty DE (2012) Response to Letter to the Editor Concerning "Electromagnetic Hypersensitivity: Evidence for a Novel Neurological Syndrome", *International Journal of Neuroscience,* Early Online, 1-2, 2012

McCarty D, Carrubba S, Chesson AL Jr, Frilot C, Gonzalez-Toledo E, Marino AA (2011) Electromagnetic Hypersensitivity: Evidence for a Novel Neurological Syndrome, *International Journal of Neuroscience* 121, 670–676, http://andrewamarino.com/PDFs/165-IntJNeurosci2011.pdf, sist lastet ned 2012-06-05

Michaels D (2008) *Doubt Is Their Product. How Industry's Assault on Science Threatens Your Health,* Oxford University Press, ISBN 978-0-19-5300067-3

Microwave News (2008a) Interphone: The Cracks Begin To Show. Cardis Endorses Precaution, June 19, 2008, http://microwavenews.com/news-center/interphone-cracks-begin-show, sist lastet ned 2012-06-17

Microwave News (2008b) *Science* Gets It Wrong on DNA Breaks, September 3, 2008, http://microwavenews.com/news-center/science-gets-it-wrong-dna-breaks, sist lastet ned 2012-10-10

Microwave News (2010) Interphone's Provocative Analysis of the Brain Tumor Risks, May 17, 2010, http://microwavenews.com/Interphone.Appendix2.html, sist lastet ned 2012-06-17

Microwave News (2011) IARC Drops Anders Ahlbom from RF–Cancer Panel, May 22, 2011, http://www.microwavenews.com/Ahlbom.html, sist lastet ned 2012-02-10

Mysterud I (2009) Stopp TETRA, *Mat & Helse,* Januar 2009, http://www.matoghelse.no/artikler/2009/arkiv/stopp-tetra/, sist lastet ned 2012-02-10

Myung et al. (2009) Mobile Phone Use and Risk of Tumors: A Meta-Analysis. *Journal of Clinical Oncology,* 27(33): 5565-5572

Navarro E A et al. 2003. The Microwave Syndrome: A Preliminary Study in Spain; *Electromagnetic Biology and Medicine* (formerly Electro- and Magnetobiology), Volume 22, Issue 2; 161-169

Nieto-Hernandez R, Williams J, Cleare AJ, Landau S, Wessely S, Rubin GJ (2011) Can exposure to a terrestrial trunked radio (TETRA)-like signal cause symptoms? A randomised double-blind provocation study, *Occupational and Environmental Medicine* 2011 May;68(5):339-44

Nilsson M (2010) *Mobiltelefonins hälsorisker. Fakta om vår tids största miljö- och hälsoskandal*, kapittel 4, Mona Nilsson Miljöbyrå

Nilsson, M (2011a) *Conflict of interest at the WHO,* Official press release 23rd May 2011 from Mona Nilsson. http://www.monanilsson.se/document/AhlbomConflictsIARCMay23.pdf, sist lastet ned 2012-03-24

Nilsson, M (2011b) Hjärntumörrisker för barn avfärdades med underrapporterad statistik, *Mobiltelefonins hälsorisker,* http://mobiltelefoni.tv/2011/11/03/hjarntumorrisker-for-barn-avfardades-med-underrapporterad-statistik/, sist lastet ned 2011-11-13.

Nittby H, Grafström G, Eberhardt JL, Malmgren L, Brun A, Persson BRR, Salford LG (2008) Radiofrequency and Extremely Low-Frequency Electromagnetic Field Effects on the Blood-Brain Barrier, *Electromagnetic Biology and Medicine* 27: 103–126, 2008

Nittby H, Brun A, Eberhardt J, Malmgren L, Persson BR, Salford LG (2009) Increased blood-brain barrier permeability in mammalian brain 7 days after exposure to the radiation from a GSM-900 mobile phone. *Pathophysiology* 2009, 16:103-112

Nittby H, Brun A, Strömblad S, Moghadam M, Sun W, Malmgren L, Eberhardt J, Persson B, Salford L (2011) Nonthermal GSM RF and ELF EMF effects upon rat BBB permeability, *Environmentalist* (2011) 31:140–148

NORDCAN, http://www-dep.iarc.fr/nordcan/English/frame.asp, sist lastet ned 2012-04-13

NRK (2009) Vil forby mobiler i franske skoler, *NRK Helse, forbruk og livsstil,* 23.11.2009, http://www.nrk.no/helse-forbruk-og-livsstil/1.6877457, sist lastet ned 2011-11-24

Ntzouni M P, Stamatakis A, Stylianopoulou F, Margaritis L H (2011) Short-term memory in mice is affected by mobile phone radiation. *Pathophysiology* 18(3):193-9

Oberfeld G et al. (2004) The Microwave Syndrom – further Aspects of a Spanish Study, Proceedings from the *3rd International Workshop on Biological Effects of EMFs*, WHO, 4. - 8. October 2004, Kos, Greece, http://www.highburycommunity.org/stadiummasts/kos_041004.pdf, sist lastet ned 2012-05-04

Oberfeld G (2008) *Informationsmappe Elektrosmog,* Amt der Salzburger Landesregierung, http://www.salzburg.gv.at/infomappe-elektrosmog.pdf, sist lastet ned 2012-02-05

Oftedal G, Straume A, Johnsson A, Stovner LJ (2007) Mobile phone headache: a double blind, sham-controlled provocation study, *Cephalalgia* 27: 447–455

Oreskes N & Conway E (2010) *Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming,* Bloomsbury Press, ISBN 978-1-59691-610-4

Panagopoulos DJ, Chavdoula ED, Nezis IP, Margaritis LH (2007) Cell death induced by GSM 900-MHz and DCS 1800-MHz mobile telephony radiation. *Mutat Res*, 626:69-78.

Persson BRR, Salford LG, Brun A (1997) Blood–brain barrier permeability in rats exposed to electromagnetic fields used in wireless communication, *Wirel. Netw.* 3(6): 455–461, doi:10.1023/A:1019150510840

Phillips, JL et al. (1998) DNA damage in Molt-4 T-lymphoblastoid cells exposed to cellular telephone radiofrequency fields in vitro, *Bioelectrochem. Bioenerg.* **45**(1):103–110, doi:10.1016/S0302-4598(98)00074-9

Phillips JL, Singh NP, Lai H (2009) Electromagnetic fields and DNA damage. *Pathophysiology* 2009, 16:79-88

Popper K (1992) *Unended Quest. An Intellectual Autobiography.* Routledge

Post- og teletilsynet (2007) *Rapport: Måling på GSM900 og 2,4GHz WLAN på Ekeberg skole*

Post- og teletilsynet (2009) *Rapport: Måling av elektromagnetisk feltnivå, Utdanningsetaten i Oslo kommune, Brannfjell skole, saksnr. 0901089*

Poulletier de Gannes F, Haro E, Taxile M, Ladevze E, Mayer L, Lascau M, Lévêque P, Ruffié G, Billaudel B, Lagroye I, Veyret B, (2006) Do GSM-900 signals affect blood-brain barrier permeability and neuron viability? Abstract at the 28th Annual meeting of the Bioelectromagnetic Society (pp.164-165), Cancun, Mexico

Poulletier de Gannes F, Billaudel B, Taxile M, Haro E, Ruffié G, Lévêque P, Veyret B, Lagroye I (2009) Effects of Head-Only Exposure of Rats to GSM-900 on Blood-Brain Barrier Permeability and Neuronal Degeneration, *Radiation Research,* 172(3):359-36

Rea W (1991) Electromagnetic field sensitivity, *Journal of Bioelectricity* 10 (1&2), 241-256

Rezk AY, Abdulqawi K, Mustafa RM, Abo El-Azm TM, Al-Inany H (2008) Fetal and neonatal responses following maternal exposure to mobile phones, *Saudi Med J,* 29(2), 218-23

Robin des Toit (2009), *L'AFSSET recommande de réduire les expositions du public* - Novethic - 16/10/2009, http://www.robindestoits.org/L-AFSSET-recommande-de-reduire-les-expositions-du-public-Novethic-16-10-2009_a1014.html, sist lastet ned 2011-11-24

Rubin GJ, Cleare AJ, Wessely S (2012) Letter to the Editor: Electromagnetic Hypersensitivity, *International Journal of Neuroscience,* Posted online on January 30, 2012, doi:10.3109/00207454.2011.648763

Ruediger HW (2009) Genotoxic effects of radiofrequency electromagnetic fields. *Pathophysiology* 2009, 16:89-102.

Sadetzki et al. (2008) Cellular Phone Use and Risk of Benign and Malignant Parotid Gland Tumors—A Nationwide Case-Control Study, *American Journal of Epidemiology* (2008) 167 (4): 457-467

Sage C & Carpenter D (eds.) (2007) *BioInitiative Report:* A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF), http://www.bioinitiative.org/, sist lastet ned 2012-05-30

Salford LG, Brun AE, Eberhardt JL, Malmgren L, Persson BR (2003) Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Environ Health Perspect* 2003, 111:881-883

Salford LG, Nittby H, Brun A, Grafström G, Eberhardt JL, Malmgren L, Persson BRR (2007) Non-thermal effects of EMF upon the mammalian brain: the Lund Experience, *Environmentalist* (2007) 27:493-500

Santini R et al. 2002. Study of the health of people living in the vicinity of mobile phone base stations: 1st Influence of distance and sex; *Pathol Biol*; 50; 369-373

Sato et al. (2010) A case-case study of mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan, *Bioelectromagnetics,* 2011 Feb;32(2):85-93

Schjelderup V (2006) *Elektromagnetismen og livet – en konfrontasjon mellom to supermakters vitenskap,* ny utgave, Kolofon Forlag, Oslo, side 27-38. Utdrag finnes på: http://www.morfosa.org/syntropi/alexander_presman.htm, sist lastet ned 2012-02-05

Schmid MR et al. (2012) Sleep EEG alterations: effects of different pulse-modulated radio frequency electromagnetic field, *Journal of Sleep Research* 21, 50–58

Schoemaker et al. (2005) Mobile phone use and the risk of acoustic neuroma: results of the INTERPHONE case-control study in five North European countries. *British Journal of Cancer,* 2005 Oct 3; 93(7):842-8.

Socialstyrelsen (2009) *Miljöhälsorapport 2009,* kapittel 17, http://www.socialstyrelsen.se/publikationer2009/2009-126-70/Documents/17.pdf, sist lastet ned 2012-04-14

Söderqvist F, Carlberg M, Mild KH, Hardell L (2011) Childhood brain tumour risk and its association with wireless phones: a commentary, *Environmental Health* 2011, 10:106, http://www.ehjournal.net/content/pdf/1476-069X-10-106.pdf, sist lastet ned 2012-06-17

Söderqvist F, Carlberg M, Hardell L (2012) Review of four publications on the Danish cohort study on mobile phone subscribers and risk of brain tumors, *Reviews on Environmental Health,* Volume 27, Issue 1, Pages 51–58, ISSN (Online) 2191-0308, ISSN (Print) 0048-7554, DOI: 10.1515/reveh-2012-0004, April 2012

Sokolovic D, Djindjic B, Nikolic J, Bjelakovic G, Pavlovic D, Kocic G, Krstic D, Cvetkovic T, Pavlovic V (2008) Melatonin reduces oxidative stress induced by chronic exposure of microwave radiation from mobile phones in rat brain. *J Radiat Res* (Tokyo) 2008, 49:579-586

Solberg LA & Tilset BG (2010) *Eloverfølsomme i Norge, Rapport fra spørreundersøkelse 2007-2008*, FELO - Foreningen for eloverfølsomme, ISBN 978-82-998421-0-5

Steneck N H (1984) *The Microwave Debate,* MIT Press

Stovner LJ, Oftedal G, Straume A, Johnsson A (2008) Nocebo as headache trigger: evidence from a sham-controlled provocation study with RF fields, *Acta Neurol Scand* 2008: 117 (Suppl. 188): 67–71

SSM Strålsäkerhetsmyndigheten (2009) *Recent Research on EMF and Health Risks. Sixth annual report from SSM:s Independent Expert Group on Electromagnetic Fields, 2009.* Research 2009:36

SSM Strålsäkerhetsmyndigheten (2010) *Recent Research on EMF and Health Risks. Seventh annual report from SSM:s Independent Expert Group on Electromagnetic Fields, 2010.* Research 2010:44

SSM Strålsäkerhetsmyndigheten (2011) *Myndigheten accepterar Anders Ahlboms begäran om att bli entledigad som ordförande i vetenskapligt råd.* http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Om-myndigheten/Aktuellt/Nyheter/Myndigheten-accepterar-Anders-Ahlboms-begaran-om-att-bli-entledigad-som-ordforande-i-vetenskapligt-rad/, sist lastet ned 2012-03-25

Statens strålevern (2012) *Mobiltelefon og trådløs kommunikasjon*, http://www.nrpa.no/mobil-og-traadlost, sist lastet ned 2012-04-08

Sundhedsstyrelsen (2011) *Cancerreisteret 2010. Tal og Analyse,* http://www.sst.dk/publ/Publ2011/DAF/Cancer/Cancerregisteret2010.pdf, sist lastet ned 2012-04-13

Swerdlow AJ, Feychting M, Green AC, Kheifets L, Savitz DA, International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection Standing Committee on Epidemiology 2011. Mobile Phones, Brain Tumors, and the Interphone Study: Where Are We Now? *Environmental Health Perspectives* 119:1534-1538.

The Encyclopedia of Science, http://www.daviddarling.info/encyclopedia/B/blood-brain_barrier.html, sist lastet ned 2012-04-08

Tolgskaya MS & Gordon AV (1973) *Pathological effects of radio waves.* Soviet Science Consultants Bureau, New York, pp. 133–137

University of Pittsburgh Cancer Institute (2008) *The Case for Precaution in the Use of Cell Phones Advice from University of Pittsburgh Cancer Institute Based on Advice from an International Expert Panel,* http://www.upci.upmc.edu/news/pdf/The-Case-for-Precaution-in-Cell-Phone-Use.pdf, sist lastet ned 2012-04-08

Venezia-resolusjonen (2008) http://www.icems.eu/resolution.htm

Vrijheid et al. (2006) Validation of short term recall of mobile phone use for the Interphone study, *Occupational & Environmental Medicine* 63:237–243, doi: 10.1136/oem.2004.019281

Vrijheid et al. (2009) Recall bias in the assessment of exposure to mobile phones, *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 19, 369–381

Wallace D et al (2010) Do TETRA (Airwave) Base Station Signals Have a Short-Term Impact on Health and Well-Being? A Randomized Double-Blind Provocation Study, Environmental Health Perspectives 118(5) May 2010

Women's College Hospital (2012) *The effects of invisible waves,* http://www.womenscollegehospital.ca/news-and-events/connect/the-effects-of-invisible-waves, sist lastet ned 2012-07-31

Yakymenko et al. (2011) Long-term exposure to microwave radiation provokes cancer growth: evidences from radars and mobile communication systems. *Experimental Oncology* 2011 Jun; 33(2):62-70

Zimmerman JW et al. (2012) Cancer cell proliferation is inhibited by specific modulation frequencies, *British Journal of Cancer* 106, 307–313, doi:10.1038/bjc.2011.523

Zwamborn et al. (2003) *Effects of Global Communication System radio-frequency fields on Well Being and Cognitive Functions of human subjects with and without subjective complaints.*TNO-report FEL-03-C148, TNO Physics and Electronics Laboratory, Haag, http://bemri.org/publications/doc_download/52-effect-of-global-communication-system.html, sist lastet ned 2012-08-03

Österreichische Ärztekammer (2012) *Guideline of the Austrian Medical Association (ÖAK) for the diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses (EMF syndrome),* Consensus paper of the Austrian Medical Association's EMF Working Group (ÔAK AG-EMF), http://www.aerztekammer.at/documents/10618/976981/EMF-Guideline.pdf, sist lastet ned 2012-06-18



ISBN: 978-82-998421-2-9

EINAR FLYDAL OG ELSE NORDHAGEN (RED.)

5G og vår trådløse virkelighet

HØYT SPILL MED HELSE OG MILJØ

Bevis- og referansesamling med forklaringer for jurister, medisinere, biologer, fysikere, gravejournalister, miljøvernere og andre interesserte

745/770

Z

Radiobølgene som treffer oss fra mobiler, WiFi, smartmålere og andre strålekilder vi omgir oss med, er nå blitt ufattelig mye sterkere enn den naturlige bakgrunnsstrålingen. Den er dessuten laget slik at den forstyrrer grunnleggende livsprosesser, selv når den er svakere. Mennesker, dyr, fugler, insekter og planter er skapt for å tåle og utnytte elektromagnetiske bølger, men ikke slike. Med 5G-teknologiene tar vi nok et betydelig skritt i retning av å ødelegge forutsetningene for liv på Jorda.

"Juss må bygge på korrekt forståelse av faktum. Denne boka gir jurister verdifull innsikt i de fysiske og biologiske mekanismene som vi må kjenne for å ha trygg grunn under føttene. Her har vi fått et viktig bidrag til saker der stråling, helse og miljø er i fokus."

Erling Grimstad, advokat

"5G-visjonen handler om å være oppkoplet overalt alltid. Denne boka viser oss at teknologiene som skal brukes, vil forsterke de miljøskadene vi ser alt i dag fra menneskeskapte mikrobølger. Det ser vi er dramatisk."

Jan Erling Wasmuth, biolog, miljøsjef i Bodø kommune

Med bidrag fra:
MARTIN L. PALL / SCENIHR, EU-kommisjonens vitenskapelige komité for tilsynekommende og nylig indentifisert miljørelatert helserisiko / DAVID CARPENTER / CINDY SAGE / LENNART HARDELL / BÅRD-RUNE MARTINSEN / CHRISTIAN F. JENSEN

ISBN 978-82-93187-45-5

Z-forlag

5G og vår trådløse virkelighet
– høyt spill med helse og miljø

Einar Flydal og Else Nordhagen (red.)

5G og vår trådløse virkelighet
– høyt spill med helse og miljø

Bevis- og referansesamling med forklaringer for jurister, medisinere, biologer, fysikere, gravejournalister, miljøvernere og andre interesserte

Med bidrag fra:

EINAR FLYDAL / ELSE NORDHAGEN / MARTIN L. PALL / SCENIHR, EU-KOMMISJONENS VITENSKAPELIGE KOMITÉ FOR TILSYNEKOMMENDE OG NYLIG IDENTIFISERT HELSERISIKO / DAVID CARPENTER, CINDY SAGE OG LENNART HARDELL / BÅRD-RUNE MARTINSEN / CHRISTIAN F. JENSEN

Z-forlag

Copyright © 2019 Z-forlag
1. utgave, 2. opplag 2020
Oversettelser: Else Nordhagen og Einar Flydal
Sats og ombrekking: Einar Flydal

Produksjon og omslagsdesign: Kjell Johnsen

Printed in Sweden
Trykk og innbinding: ScandBook AB 2020

ISBN 978-82-93187-45-5 (bok-versjon 2019-2020, Z-forlag)

ISBN ISBN 978-82-693173-0-5 (PDF-versjon 2023, Quantum Satis/E. Flydal)

Emneord:
elektromagnetiske felt, radio, helse, eksponering, miljøgift, ICNIRP, SCENIHR, stråling, grenseverdier, WHO, The International EMF Project, strålevern, mikrobølger, 5G, trådløs, mobiltelefoni, VGCC, inflammasjon, miljø, infertilitet, kreft, el-overfølsomhet, EHS, stress-reaksjoner, IARC, føre-var-prisnippet, ALARA, ekom, telekom, stråletåka, CFS/ME, utmattelses-syndrom, cellestress, DNA-skader, ionekanaler, mobilstråling, SCHEER

Cindy Sage, David Carpenter og Lennart Hardell:

Kommentar til SCENIHR: «Vurdering omkring mulige helsevirkninger av eksponering for elektromagnetiske felt»

Vi skriver for å kommentere et Brev til redaktøren fra *Den vitenskapelige komité for tilsynekommende og nylig identifisert helserisiko*. Brevet oppsummerer konklusjonene fra komiteens forskningsgjennomgang av 2015 på området elektromagnetiske felt (EMF) [SCENIHR, 2015a]. SCENIHRs nyeste gjennomgang ble pålagt av EU-Kommisjonen for å oppdatere SCENIHRs forrige forskningsgjennomgang fra 2009 og for å legge fram konklusjoner på om EMF kan gi helsevirkninger.

I januar 2015 publiserte Den vitenskapelige komité for tilsynekommende og nylig identifisert helserisiko (SCENIHR) sin endelige uttalelse vedrørende «helseeffekter som kan komme ved eksponering for elektromagnetiske felt. Formålet med dette dokumentet var å oppdatere tidligere SCENIHR-vurderinger i lys av informasjon som siden den gang og nylig er blitt tilgjengelig, og å gi spesiell oppmerksomhet til områder som ikke er blitt ivaretatt i de tidligere vurderingene, eller der det har blitt påvist viktige kunnskapsmangler i disse» [SCENIHR, 2015b].

Vi kommer her med kommentarer som oppsummerer problemer med SCENIHRs vurderingsprosess og feilaktige utledninger i mange av komiteens overordnede konklusjoner. SCENIHR har ikke besvart spørsmålet som komiteen ble oppnevnt for å etterforske. Komiteen har svart på et annet spørsmål, og derigjennom begrenset sine konklusjoner til hvorvidt det med hensyn til de ulike helserisiki er etablert at det foreligger sikre virkninger eller årsaksforhold, i stedet for å besvare om det foreligger mulig helserisiko. Tittelen, «Vurdering omkring mulige helsevirkninger av elektromagnetiske felt», indikerer tydelig at gjennomgangen burde bedømme om der fins en mulighet for helseskade, ikke sikkerhet for at det fins helseskade. SCENIHR har brukt feil test ved å kreve absolutte bevis og mekanistiske bevis[175] for mulige virkninger av EMF. Skjerpningen som

175 Med «mekanistisk bevis» menes i medisinfaget en undersøkelse eller test som

dermed er bygd inn i formuleringen krever i stedet at det påvises «avgjørende eller utvetydig empirisk belegg» [BioInitiative Working Group, 2014, 2015; SCENIHR, 2015a]. Som et resultat av dette er relevante data rett og slett forkastet, selv der hvor rapporten dokumenterer at det fins empirisk belegg for mulig risiko i fagfellevurderte studier av god kvalitet. Og siden komiteen ikke finner bevis på årsakssammenhenger, ender det med at SCENIHRs vurderingsprosess konkluderer med ikke å ville peke på noe som helst belegg på at det fins mulige helsevirkninger. Slik vurderingen er skrevet, burde den heller hatt navnet «Vurdering av om helseskader fra elektromagnetiske felt er vitenskapelig sikkert påvist». SCENIHR-utvalgets eget navn slår fast at formålet er å undersøke tilsynekommende og nylig påviste helserisiki, ikke bare de som er påvist med absolutt sikkerhet.

Interaksjonsmekanismer

Genetisk skade via oksidativt stress fører indirekte til enkelt- og dobbeltsidig DNA-skade ved ikke-termiske nivåer. Det fins dusinvis av fagfellevurderte publikasjoner som gir overbevisende belegg for at oksidativt stress kan oppstå av ekstremt lavfrekvente EMF (ELF–EMF) og fra radiofrekvente EMF (RF). I tillegg [til at dette ikke er nevnt i vurderingen,] er der så godt som ingen omtale av epigenetiske endringer i DNA, som jo kan forklare i det minste noen av de helseskadelige virkningene fra ELF og pulset RF. Den nye vitenskapen om epigenetikk påviser en plausibel mekanisme som kan stilles ansvarlig for at ELF-EMF og pulset RF produsert av trådløs teknologi kan forårsake betydelige forstyrrelser og skader på levende vev. Epigenetikk viser til forbigående arvelige endringer i genuttrykk som ikke innebærer endringer i underliggende nukleotidsekvenser i cellekjerner. Man anser i dag DNA-metylering, kromatinombygging, histon-endring, og ikke-kodende ribonukleinsyre (ncRNA) for å sørge for epigenetiske variasjoner som respons på endringer i miljøet. Man hører ofte fra folk som tenker utfra tradisjonell vitenskap at EMF og RF ikke har nok energi til å bryte kjemiske bindinger og dermed ikke kan være en årsak til kreft, men både oksidativt stress og epigenetiske endringer setter i gang mekanismer som kan føre til kreft og andre sykdommer. Epigenetikken har allerede fått en rolle som knytter den til en rekke av menneskets helseplager og alvorlige sykdommer.

---

analyserer biologiske eller kjemiske hendelser som er ansvarlige for, eller knyttet til, en virkning som er observert, og å kartlegge de molekylære, cellulære eller fysiologiske mekanismer som stoffer virker gjennom på levende celler og organismer. (Formuleringer hentet fra The Free Dictionary)

Helsevirkninger fra THz-felt

Når SCENIHR viser til at det forventes en økning i bruken av terahertz-felt (THz), bør SCENIHR sitere de få foreliggende studiene, som rapporterer om biologiske virkninger som man med rimelighet kan anta vil gi negative helsevirkninger ved langsiktig eksponering, og spesielt merke seg at det foreligger teoretiske mekanismer for å forklare skader som er observert i den forbindelse. At komiteen ikke har identifisert dette område for «tilsynekommende og nylig identifisert mulig helserisiko«, er i seg selv en spesielt stor unnlatelse.

Helsevirkninger fra RF-felt

Hjernesvulster. Rapporten ser bort fra eller avviser konsekvent publiserte vitenskapelige studier som rapporterer om positive funn ved eksponeringsnivåer under offentlig sikkerhetsstandarder [BioInitiative Working Group, 2014, 2015; SCENIHR, 2015a]. Mønsteret med økt risiko for gliom og akustisk nevrom[176] knyttet til bruk av mobiltelefoner og trådløse telefoner er konsistent. Her er det tydelig funnet en «mulig virkning», selv om det ikke foreligger noen fullstendig sikker forståelse av de ansvarlige mekanismene.

Hjerneaktiviteter. Brevet svikter i å gjøre oppmerksom på den «mulige virkning» som SCENIHR selv har lagt fram klare bevis på, nemlig at pulsede RF påvirker elektroencefalogram (EEG), søvnstruktur og søvnvarighet, kognitive evner og hjernebølgeaktivitet. Virkningen av pulset RF på kognisjon er dokumentert i utredningen, men man har ikke derav utledet at det foreligger funn av «mulig virkning». At det ikke er 100% konsistens mellom studiene når mange studier rapporterer om slike effekter, er å forvente, og indikerer rett og slett at studiene og forsøkspersonenes betingelser er ulike. Belegget for «mulige virkninger/effekter» ved eksponeringsnivåer som er langt under dagens grenseverdier går det ikke an å komme seg unna. Slike variasjoner underkjennes det ikke av.

El-overfølsomhet (EHS). Det er galt å bruke en enten-eller-test når man skal vurdere provokasjonsstudier om EHS. SCENIHR konkluderer med at det ikke foreligger noen «bevist årsakssammenheng», men dette er feil vurdering når man skal forsøke å bedømme om det fins en «mulig virkning», som er det komiteen ble instruert om.

176 hhv. ondartet hjernesvulst og svulst på hørselsnerven

Nevrologiske lidelser. Det store volumet av studier på nevrologiske virkninger tilbakeviser i seg selv påstanden [fra SCENIHR] om at «studier på mennesker viser ingen klar virkning, men bevisene er begrenset». Nevrologiske/atferdsmessige virkninger av ELF EMF og radiofrekvent stråling (RFR) er blitt avfeid som «ikke godt identifisert». Vi har dokumentert et betydelig antall studier, hvorav ELF-stråling rapporteres å forårsake virkninger på nervesystemet i 90% av de 105 studier som foreligger fra 2007 til 2014 [BioInitiative Working Group, 2014; SCENIHR, 2015a]. Nye nevrologiske RFR-studier rapporterer effekter i 68% av studiene av RF-stråling (eller 144 av 211 studier) i 2014. Dette har økt fra 63% i 2012 (93 av 150 studier). Nevrologiske helsevirkninger som følge av ikke-termiske ELF og RF-eksponering er klart dokumentert. En annen grunnleggende feil er å se bort fra mange studier som viser at virkninger fra ikke-termiske mikrobølger avhenger av eksponeringens varighet eller dose (definert i strålefysikken som SAR-verdier multiplisert med eksponeringsvarighet) [BioInitiative Working Group, 2014; SCENIHR, 2015a].

Reproduksjon og utvikling. SCENIHR konkluderer med at når man trekker inn nye studier av pulset RF ved ikke-termiske nivåer på mannlig fruktbarhet, gir studiene bare svake belegg. Men når komiteens medlemmer trekker konklusjonene, feiltolker de i sin analyse de bevisene på virkningen som er gitt i enkelte av studiene [BioInitiative Working Group, 2014; SCENIHR, 2015a]. I ett eksempel ble det rapportert statistisk signifikant skade på sædcellenes DNA og på bevegelsesevne og vitalitet ved en eksponering for mobiltelefonstråling på bare 1 W/kg, som er en vanlig eksponering ved bruk av mobiltelefon [De Iuliis et al., 2009]. De Iuliis et al. skriver at «konsekvensene av RF-EMR-stråling ble undersøkt over et spenn av SAR-verdier (0,4–27,5 W/kg) som innbefatter de verdier som dekkes av vanlige mobiltelefoner (0.5–1.5 W/kg)» og «betydelige reduksjoner i vitalitet ble observert ved eksponeringsnivåer så lave som 1,0 W/kg (s. 0.01)». SCENIHR feilrapporterer dette som at «forfatterne hevdet at deres resultater klart viste at RF-eksponering kan skade sædcellers funksjonsevne via mekanismer som omfatter lekkasje av elektroner fra mitokondrier og påføring av oksidativt stress, men SAR-verdiene som ble brukt er svært høye, og ikke relevante for mobiltelefonbrukere.» Og dermed forkaster utvalget hele det samlede bevismaterialet på risikoen på fruktbarhet og reproduksjon.

Når SCENIHR i sine konklusjoner avviser at det fins mulige helserisiki, er dette bare mulig å hevde ved å utelate nøkkeldata, ved å se bort fra data og

fra forfatternes konklusjoner, og ved å trekke ned betydningen av resultatene til De Iuliis et al. gjennom å feilrapportere dem.

Helsevirkninger av ELF-felt og genetiske virkninger (skader på DNA) fra ELF–EMF er rapportert i 83% (eller 49 av 59) av studier av ELF [BioInitiative Working Group, 2014; SCENIHR, 2015a]. Disse studiene spenner fra perioden 2006/2007 til 2014, og mange av dem har komiteen oversett. Studier av barneleukemi fortsetter å støtte opp under at det er økt risiko ved 0,3 til 0,4 μT [mikroTesla, o.a.], noe som SCENIHR også peker på, men dernest ser bort fra med begrunnelsen «ikke påvist noen mekanisme». SCENIHR ser da bort fra belegg for oksidativt stress og epigenetiske endringer i DNA, som jo er rimelige, mekanistiske forklaringer. Dette bryter helt klart med Bradford Hills hovedregel, at det ikke er påkrevet å påvise noen mekanisme for å føre bevis for en årsakssammenheng så lenge det fins plausible mekanismer og det foreligger andre viktige indikatorer. SCENIHRs syn er ganske enkelt ikke holdbart i lys av foreliggende forskning, folkehelsekunnskap og praksis.

Helsevirkninger fra kombinert eksponering for miljøstressorer

SCENIHR avfeier meta-analyser som viser til minst 65 individuelle studier som rapporterer samspillskader fra eksponeringer av ELF/RF og giftige kjemikalier i kombinasjon. Disse meta-studiene utgjør mer enn tilstrekkelig bevis til å rettferdiggjøre at det er funnet «mulig virkning», i tråd med direktivet som denne komiteen fikk [BioInitiative Working Group, 2014; SCENIHR, 2015a]. SCENIHR har i det hele tatt ikke gjennomført noen vitenskapelig prosess i sin gjennomgang som skulle vurdere mulig helserisiko. Dette har gitt feilaktige og villedende konklusjoner som resultat, ved at SCENIHR unnlater å konkludere med at slike mulige helserisiki eksisterer. Bevis som SCENIHR selv har presentert, viser klart og bestemt at helserisiki fra EMF er mulig, og i noen tilfeller er etablert viten. Komiteen er forpliktet til å gjøre EU-kommisjonen oppmerksom på at EMF er et nytt og framvoksende problem som kan utgjøre en reell eller potensiell trussel.

Cindy Sage
Sage Associates ,1396 Danielson Road, Santa Barbara, California
E-mail: sage@silcom.com

David Carpenter
Universitetet i Albany, NewYork Institutt for helse og miljø, Albany, NewYork

Lennart Hardell
Onkologisk avdeling, Örebro Universitetssykehus, Örebro, Sverige

Referanser

BioInitiative Working Group. 2014. BioInitiative Working Group Comments on 2014 SCENIHR Preliminary Opinion on Potential Health Effects of EMF at http://www.bioinitiative.org/potential-health-effects-emf [Last accessed 8 Oct 2015].

BioInitiative Working Group. 2015. Submission of Comments on Final SCENIHR Opinion from the BioInitiative Working Group at http://www.bioinitiative.org/submission-of-comments-on-final-scenihropinion-from-the-bioiniti ative-working-gro up [Last acce ssed 8 Oct 2015].

De Iuliis GN, Newey RJ, King BV, Aitken RJ. 2009. Mobile phone radiation induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa in vitro. PLoSONE 4:e6446.

Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. 2015a. Opinion on potential health effects of exposure to electromagnetic fields. Bioelectromagnetics 36:480–484.

Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. 2015b. SCENIHR results of the public consultation on SCENIHR's preliminary opinion on potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF), Brussels, Belgium. Reference 180:111–112.

--

Sage, Carpenter og Hardell leverte med denne lille artikkelen en grusom salve. Har de rett, har SCENIHR gjort et særdeles slett arbeid og levert et underlag til EU-kommisjonen som legitimerer EUs store satsning på trådløs kommunikasjon som framtidas infrastruktur på falske premisser, samtidig som SCENIHR har levert næringen en gavepakke på bekostning av befolkningen.

Det var flere som protesterte mot SCENIHR-utredningen. Etterhvert kom det opprop fra forskere. Og det var i kjølvannet av et slikt at Martin L Pall kom til å skrive det store notatet som kommer i oversatt form i det følgende. Det går i langt større detalj enn Sage, Carpenter og Hardell gjorde.

Utvalgenes sorteringsregler - skreddersydde for å forsvare det termiske paradigmet

Hva slags råd og veiledning får disse utvalgene? Og hvordan bemannes de? Slikt er avgjørende for hvordan de kan forventes å fungere. Vi skal se at utvalgenes sorteringsregler ligner sterkt på ICNIRP sine - ikke så uventet.

Australieren David Mercer[349] har beskrevet de sorteringsreglene som ICNIRP og *The International EMF Project* anviser for utvalg som skal gjøre kunnskapsgjennomganger.[350] Disse anvisningene inngår i de ferdige pakkene som The International EMF Project har laget ferdig for nedlastning på nettet. ICNIRPs anvisninger har vi allerede sett på ovenfor.

Mercer betegner disse sorteringsreglene som «skreddersydde» for å holde fast ved det termiske paradigmet og for å underkjenne all forskning som sannsynliggjør helse- og miljøskader ved eksponeringer som er svakere enn den termiske grensen. Mercer betegner dette som en strategi som slett ikke er uvanlig.

I Figur 36 summeres de viktigste sorteringsreglene, hentet fra Mercer. Det er verd å merke seg at flere av sorteringsreglene står i motsetningsforhold til hverandre, noe som bidrar til at funn av sammenhenger og årsaks-mekanismer ikke kan få endelige avklaringer, men i stedet stadig vil gi grunnlag for ny forskning, nye avklaringer og nye utsettelser av strengere grenseverdier. I høyre felt har vi - for egen regning - satt inn anmerkninger om hvilke *obstruksjonsvirkninger* de enkelte sorteringsreglene må forventes å ha.

Vi ser av obstruksjonsvirkningene at sorteringsreglene kan oppfattes som verktøy i en filibustertaktikk: å sørge for evige diskusjoner som aldri kan sluttføres. En slik «vitenskapeliggjøring» med uendelige muligheter for nye krav til bevisførsel er beskrevet som bevisst strategi under tobakks-næringens kamp mot offentlige restriksjoner[351] og i næringslivets kamp mot miljørestriksjoner i USA på 1970-tallet.[352]

---

349 Mercer 2016)

350 World Health Organization: Framework for Developing Health Based EMF Standards, 2006, https://www.who.int/peh-emf/standards/EMF_standards_framework%5B1%5D.pdf?ua=1

351 Sheldon Rampton og John Stauber: «Trust Us We're Experts: How Industry Manipulates Science and Gambles with Your Future», 2008 (Rampton 2008); og Erik M. Conway og Naomi Oreskes: «Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming», 2012 (Conway 2012)

352 (Deisler & Schwing udatert)

Figur 36: Sorteringsregler som fremmes av The International EMF Project og ICNIRP for vurdering av forskningsstudier

Sorteringsregler[353]	**Obstruksjonsvirkninger**[354]
Man bør unngå å trekke slutninger utfra eksponeringsverdier som er høyere enn i den virkelige verden.	Sikrer at en del undersøkelser vil ta svært lang tid. Høyere eksponeringsverdier er standard å bruke for å spare tid.[355]
Svake epidemiologiske sammenhenger skal forkastes til fordel for godt forståtte årsaksmekanismer.	Gir rom for å forkaste statistiske funn til fordel for overforenklede fysiske forklaringsmodeller som tar for seg mindre deler av virkeligheten.
At det foreligger fagfellevurderinger er ikke tilstrekkelig til at man skal ta hensyn til et forskningsfunn.	Flytter vurderingen over til utvalgets eget skjønn.
Sterk sammenheng er viktig.	Motarbeider funn innen biologi rent generelt: Biologiske systemer er ofte selvregulerende. Reaksjonene er derfor gjerne inkonsistente, svake, og viser komplekse, ikke-monotone dose-respons-sammenhenger.
Studien må kunne identifisere faktisk risiko, uten slagside eller forvirrende faktorer.	Krever forskning på komplekse biologiske systemer, samtidig som det krever høy kontroll over faktorene. Diskrediterer svært mye detalj-forskning på tettere endepunkter. Beregnet faktisk risiko for komplekse systemer vil alltid kunne bestrides.
Det er viktig at det kan påvises en dose-respons-sammenheng mellom EMF-eksponeringen og en helse-messig skadevirkning.	Svært mange studier på komplekse biologiske systemer vil feile mot dette kravet: Sammen-hengene EMF - helsevirkninger er svært ofte ikke-linjære, ikke-uniforme og ikke-monotone. Og de kan samspille med ytre faktorer.
Det må foreligge belegg fra labora-toriedyr, ikke bare fra *in vitro* celle-studier.	Krever at studier må ta for seg biologisk komplekse systemer for å aksepteres. Dermed blir resultatene ikke konsistente, men svake og uten klart identifiserbare årsaksrekker, og dermed vil

353 etter (Mercer 2016)

354 Våre vurderinger basert på (Mercer 2016) og andre.

355 For eksempel følger det av denne regelen at befolkningsundersøkelse av helse-virkninger av mobilbruk lett kan ta rundt 60 år (reelle strålenivåer, 20 års ledetid, to replikeringer) og likevel ikke vil kunne innfri kravet om klart påviselige årsaksrekker, fordi man i følge andre krav må studere hele, komplekse biologiske systemer. Ingen mobilsystemer, og knapt noen forskere, har så lang aktiv tid.

	de ikke tilfredsstille andre krav i listen.
Enkeltstudier har begrenset verdi, men må gjentas i uavhengige laboratorier eller støttet av liknende studier.	Kan brukes til å kreve mer belegg gjennom meget langvarige studier, f.eks. for å innfri kravet om reelle eksponeringsnivåer.

Vi kan se av disse retningslinjene at de gir et stort arsenal for å avvise ethvert funn. De sikrer ganske enkelt at all kompleks biologisk/medisinsk forskning kan avvises med stadig nye argumenter, mens enkle biofysiske lovmessigheter blir stående, f.eks. at ved tilstrekkelig energipåtrykk fra EMF vil vannet i celler bli oppvarmet og skade cellen.

Biologiske systemer er langt mer mangfoldige, og virkningene fra elektromagnetiske felt er altfor mangslungne og subtile, til at slike bastante sorteringskrav kan innfris uten å «helle barnet ut med badevannet». Derfor vil all forskning som tar for seg virkninger på reelle biologiske systemer - fra celler *in vitro* til levende dyr og mennesker - kunne avvises utfra ett eller flere av disse vurderingskriteriene.

Anvisningene vitner kort sagt om en strålehygienisk tradisjon som sitter fast i fysikkens tradisjoner og ikke har tatt biologiens mer komplekse sammenhenger inn over seg.

Utvalg som følger anvisningene fra ICNIRP og The International EMF Project, vil med slike tankeverktøy lett kunne komme fram til at bare de forskningsprosjektene som viser at for sterk akutt oppvarming gir skade, er de som har gjort tilstrekkelig sikre funn - om utvalget ønsker den konklusjonen eller på grunn av fagtradisjonens etos krever svært rigid bevisførsel. For slike funn kan årsaksforklares enkelt, de kan bevises teoretisk, de gir entydige resultater i modeller, de har en enkel dose-respons-sammenheng, og de gir sterke korrelasjoner i gjentatte eksperimenter som kan foretas over kort tidsrom av mange ulike miljøer.

Dermed blir også forskning som *ikke* finner sammenhenger, f.eks. mellom eksponering og akutte opplevde reaksjoner (el-følsomhet), stående igjen som *ikke forkastet*, og kan trekkes inn som vitenskapelig belegg - selv om det er en svak bevisførsel. Vi ser derfor stadig at argumentasjonen for at EMF-eksponeringer under termiske grenseverdier ikke gir helseskader, baseres på ikke-funn, slik Pall viser også i sin analyse av SCENIHR-utredningen.

Et slik sett av evalueringskriterier *instruerer* nærmest utvalgene om å *forkaste all forskning på realistiske, komplekse biologiske sammenhenger* til

fordel for grove sammenhenger som kan testes med enkel stråle- og varmefysikk i stiliserte forsøk, altså mindre realistiske omstendigheter. Slike evalueringskriterier er også i sterk konflikt med føre-var-prinsippet, og vil i praksis prioritere næringsliberalisme - vidt armslag for næringen - framfor folkehelse, både fordi de gjør oss blinde for skadevirkningene, og fordi de hemmer beslutningsprosessene.

Igjen er det vanskelig å slå fast i hvilken grad disse evalueringskriteriene som WHO formidler, er blitt til som resultat av fagtradisjoner, og i hvilken grad de er uttrykk for kyniske, rent taktiske valg. Vi har ikke funnet konkrete kilder som kan gi oss belegg for det ene eller andre.

WHO - en organisasjon erobret av næringen?

Ettersom det er The International EMF Project som er tillagt ansvaret for strålevernarbeidet i WHO, må vi regne WHO for «et erobret forvaltnings-organ» - «a captured agency» - slik Norm Alster gjør i sin bok om USAs FCC.[356] Bokas undertittel er «How the Federal communications commission is dominated by the industries in presumably regulates» - altså «Hvordan FCC beherskes av den næringen man antar at den styrer».

Ettersom intet har skjedd, til tross for en rekke opprop og henstillinger fra fagmiljøer kloden rundt, må vi trekke den konklusjon at det ikke er vilje eller evne i WHO til å gjøre noe med disse forholdene. Det gjelder på toppen av WHO, såvel som i ledelsen av The International EMF Project:

Lennart Hardell skildrer i en fagartikkel[357] hvordan The International EMF Project er gjennomsyret av næringsinteresser. Det gjelder også prosjektets leder, Emilie van Deventer, som kom til jobben som elektroingeniør med høy standing i næringen, men fullstendig uten bakgrunn i medisin eller biologi. Hardell har foretatt målinger en rekke steder i WHOs lokaler, og han trekker den konklusjon at WHO har sørget for at eksponeringsnivået i WHOs egne lokaler er unormalt lavt, langt under normalen i Stockholms gater, men at også prosjektets vilje til å rydde opp i forholdene med bruken av ICNIRP-tilknyttede eksperter, er særdeles lav. Ingen steder opplyser WHO at arbeidet utføres av ICNIRP-folk. Ingen steder opplyses det om at lederen kan ha interessekonflikter. Ved Karolinska institutet i Stockholm vedtok derimot det etiske råd alt i 2008 at å være medlem av ICNIRP kan gi

356 (Alster 2015)

357 Lennart Hardell: World Health Organization, radiofrequency radiation and health - a hard nut to crack, Review, International Journal Of Oncology 51: 405-413, 2017, DOI: 10.3892/ijo.2017.4046 (Hardell 2017)

Bård-Rune Martinsen:

Norsk strålevern driver direkte ulovlig og villedende markedsføring

Når det offisielle Norge - såvel politikere som embetsverk innen helse og omsorg, innen IKT, energiforsyning og all verdens fornyingsprosjekter - konkluderer med at mobilstråling ikke er helsefarlig og ikke er medvirkende årsak til helseplager, skjer det på bakgrunn av uttalelser fra Direktoratet for



Figur 41: Ulovlig markedsføring drevet av DSA? (Eidsvoll Ullensaker avis)

strålevern og atomsikkerhet (DSA). DSA er fagmyndighet i Norge, og er bjellekua i forhold til andre offentlige etater og private aktører.

Det er gjennom denne boka dokumentert at strålevernpolitikken som baserer seg på ICNIRP, WHOs The International EMF Project og på SCENIHR 2015-rapporten er basert på et uholdbart fundament: Alle disse legger fram dokumentasjon som konkluderer med at det ikke er påvist helsefare.

Men DSA tar deres konklusjoner et stykke lenger og hevder - uten å kunne legge fram bevis - at stråling er ufarlig. DSA har ikke grunnlag i sine kilder for slike påstander. DSA er utillatelig bastant i sine påstander og misinformerer således såvel andre etater i forvaltningen, som næringslivet og allmennheten.

Det er på flere punkter grunn til å spørre om DSA her bryter loven og om Staten uvitende påtar seg et juridisk og økonomisk ansvar.

Denne konklusjonen kan trekkes selv uten å foreta noen vurdering av kvaliteten til de kildene DSA benytter seg av. Det har vi gjort i de foregående deler av denne boka. Konklusjonen kan trekkes utfra at selv de kildene DSA benytter, gir et rom for tvil som DSA ikke gir med sine uttalelser.

- Ikke helsefarlig

DSA har inntatt det standpunkt at stråling fra mobil, WiFi og AMS ikke er helsefarlig. Som fagmyndighet på stråling og rådgiver for andre norske etater har DSA et stort ansvar for at de konklusjoner og den informasjon som DSA formidler, er korrekt og oppdatert. Det skulle en i alle fall anta. Hva er så fakta i saken? Her kommer en kort gjennomgang av DSAs posisjon som fagetat, deretter etatens fagplassering i strålesaken i forhold til andre lands myndigheter, og tilslutt noen betraktninger på selve saksområdet.

DSAs posisjon tilsier at uttalelsene må være korrekte

Hvordan påvirker DSAs konklusjoner arbeidet til andre etater og leverandører. Tre eksempler er her beskrevet for hvordan offentlige etater benytter informasjon fra DSA for å avklare om det kan være farer i forbindelse med elektromagnetisk stråling (mikrobølger):

Helsedirektoratet skriver i et brev, datert 15. mai 2019, som et svar på et innspill til Folkehelsemeldingen fra en privatperson:

> *«Norske helsemyndigheters standpunkt i denne saken er at stråling fra svake høyfrekvente elektromagnetiske felt ikke er årsak til eller*

medvirkende årsak til helseplager såfremt de holder seg under anerkjente grenseverdier. Det er samstemmighet i helsemyndighetene om dette. Dersom du vil vite mer om hvorfor kan du ta kontakt med Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet.»

En annen toneangivende aktør i det offisielle Norge har vært NRK. Ett program i NRK-serien Folkeopplysningen tok i 2014 for seg Stråling fra mobiltelefoner, wifi og elektromagnetiske felter. Med lett underholdende vinkling tok programmet opp stråletemaet med utgangspunkt i Gro Harlem Brundtlands ikke så ukjente påstand. Brundtland, tidligere Generalsekretær i verdens helseorganisasjon (WHO), har tidligere gått offentlig ut og sagt at hun kan kjenne en mobiltelefon i et rom uten å se den. Programlederen konkluderte i programmet:

«Det er ingen enkelt miljøfaktor det er forsket mer på enn stråling fra mobiltelefoner. Det er gjort tusenvis av studier og det samlede bildet er klart. Stråling fra trådløse nett og mobiltelefoner er ufarlig.»

«Verdens beste forskning er temmelig entydig: Mobilstråling, trådløst nettverk er ikke farlig for oss.»

Forbrukerrådet, en organisasjon som skal beskytte forbrukerne, skriver på sine hjemmesider i forbindelse med innføring av de nye automatiske strømmålerne:

«Er det strålefare ved de nye strømmålerne?
Statens strålevern er klare på at strømmålere ikke avgir farlig stråling. Du finner mer informasjon på Strålevernets nettsider.»

Også kommersielle aktører benytter seg av informasjonen som DSA sprer om elektromagnetisk stråling fra AMS. Ett eksempel er Haugaland Kraft som på sine nettsider skriver en tekst man kan finne igjen på nettsidene til svært mange kraftselskap:

«Strålingen fra de nye smarte strømmålerne er så svak at det ikke er helsefarlig å få installert en slik hjemme. …. Last ned hele rapporten fra Statens strålevern her.» (Det vises her til et faktaark fra DSA: stråleverninfo 09/17)

Det virker nokså klart at norsk forvaltning, sentrale såvel som lokale myndigheter, og kraftnettselskaper og telekombransjen støtter seg på konklusjonene som DSA trekker. DSAs konklusjoner veier tungt i det norske samfunn. Andre etater og institusjoner tar det for gitt at de konklusjoner

DSA kommer frem til, må være korrekte. Det stilles ikke spørsmål i de kretser om troverdigheten til informasjonen fra DSA.

DSA går lengre enn strålevernet i andre land

Hva sier så våre nærmeste naboers myndigheter om stråling? Her er fire eksempler på hva andre myndigheter sier om elektromagnetisk stråling. Vi ser at de uttrykker seg med vesentlig større forsiktighet:

Den svenske Strålsäkerhetsmyndighetens hjemmeside gir denne beskrivelsen i «Mobilstrålning är radiovågor» (25. august 2017):

> *«Radiovågornas energi kan tas upp av kroppen, då en mobiltelefon hålls mot örat under samtal kan exponeringen för radiovågor från mobilen leda till en svag icke kännbar lokal uppvärmning. Det medför inte några kända hälsorisker. Dock finns en svag misstanke om att exponering av radiovågor vid användning av mobiltelefon kan medföra hälsorisker. Av försiktighetsskäl rekommenderar vi därför att du använder mobilens högtalarfunktion eller handsfree och att du håller ut telefonen från kroppen under samtal.*
>
> *Strålsäkerhetsmyndigheten bevakar forskningen om mobiltelefoni och eventuella hälsorisker.»*

Den danske Sundhetsstyrelsen har i en artikkel på sine hjemmesider, kalt «Helbredsrisici» skrevet (5. mai 2019):

> *«Det samlede nuværende vidensgrundlag tyder ikke på, at normal dagligdags brug af trådløse teknologier har negativ virkning på befolkningens helbred.*
>
> *Da den udbredte brug af de trådløse teknologier fortsat er relativt ny, vil studier af eventuelle langtidseffekter dog være påkrævede lang tid fremover.»*

Samme artikkel fortsetter å gi en åpen forklaring om at radio- og mikrobølger er klassifisert av Verdens helseorganisasjon (WHO) som muligens kreftfremkallende.

I en annen artikkel på den danske hjemmesiden med navnet «Brug din mobil med omtanke»[427] står det skrevet (13. juli 2018):

> *«Ud fra et forsigtighedsprincip er det en god ide at bruge headset/håndfrit sæt under samtaler, at man sms'er i stedet for at*

427 https://www.sst.dk/da/nyheder/2018/brug-din-mobil-med-omtanke

ringe, når det drejer sig om enkle beskeder og at man begrænser samtaler, når sende/modtageforhold er dårlige – for eksempel når man sidder i et tog eller andet transportmiddel.»

Et tredje eksempel er det engelske helsevesenet. På deres hjemmeside nhs.uk står det:

«Men det meste av dagens forskning tyder på at det er lite sannsynlig at radiobølger fra mobiltelefoner eller basestasjoner øker risikoen for helseproblemer.

Forskere erkjenner at denne konklusjonen er trukket på bakgrunn av de siste 20 års mobiltelefonbruk og at det fortsatt er noe usikkerhet rund mulige helsevirkninger ved bruk av mobiltelefoner over lenger tid enn dette.»

Det engelske helsevesenet har altså tvil om det kan være helsefarlig, men de er ikke overmodige og de holder seg til å konkludere på det de legger til grunn som dagens faktagrunnlag, som i det alt vesentlige synes å være det samme som det norske helsevesenet og DSA.

EU-kommisjonens vitenskapelige komité, SCENIHR, har utgitt faktaarket «*Does eletromagnetic field exposure endanger health*?» (2015). Komiteen oppsummerer:

«Grundig undersøkelse av alle tydelige, nyere data har ikke frambrakt noen endelige belegg om at EMF er farlig, noe som er betryggende. Likefullt bør det utføres videre forskning, særlig hva gjelder svært langvarig eksponering og mulig risiko ved eksponering fra mange kilder.»

Selv når SCENIHR skal summere opp sine funn i et faktaark, ser vi altså at de er nøye på formuleringene. Man er svært forsiktig og bruker vage formuleringer som «endelig belegg». Videre peker man på områder som er preget av risiko og ikke kan avklares på lang tid.

Dette er svært langt fra hva DSA gjør i sine påstander.

DSAs påstander og fremgangsmåte holder ikke mål

Direktoratet for stråling og atomsikkerhet (DSA) har vært aktive i media de senere årene med et konsistent oppsummert budskap:

1. Stråling fra mobiltelefoner, WiFi og smartmålere er ikke helsefarlig.
2. Den samlede forskningen viser dette.
3. Kun forskning som tilfredsstiller vitenskapelige krav benyttes.

Bevisbyrden faller på den som kommer med en påstand. De som har påstått at mobilstråling er farlig eller gir helseproblem, har følgelig fått bevisbyrden på seg. Når DSA går ut med å påstå at stråling ikke er helsefarlig eller er ufarlig, faller bevisbyrden på DSA. DSA har ikke lagt frem noe slikt bevis, men fortsetter å distribuere sitt budskap. DSA har tatt et kategorisk og ugjenkallelig standpunkt. Når en først har konkludert med at noe er ufarlig, går det logisk sett ikke an å reversere konklusjonen, ettersom man har påstått at det er en absolutt sannhet. Her har DSA malt seg språklig inn i et hjørne.

Det er ikke her DSAs problem slutter, men her *starter* DSAs problemer.

Logisk kortslutning

DSA har trukket konklusjoner som tyder på logiske kortslutninger. På DSAs hjemmeside står det:

> *«Den samlede forskningen viser at strålingen fra trådløs teknologi ikke er helsefarlig, så lenge nivåene er under de anbefalte grenseverdiene. Dette er det rådende synet blant forskere i mange land i dag, og det støttes av EUs vitenskapelige komité.»*

Dette utsagnet står i sterk kontrast til EU-kommisjonens vitenskapelige komités eget utsagn: «……*det er ingen tydelige negative helsevirkninger hvis eksponering holder seg under nivåene satt i nåværende standarder.*»

Her virker det følgelig som om DSA har konkludert med at siden det ikke kan endelig bevises at det er noen farer, må det bety at stråling ikke kan være helsefarlig. Her har vi i så fall et eksempel på logisk kortslutning. Hvis DSA ønsker å trekke den konklusjon at stråling ikke er helsefarlig, må DSA også legge frem bevis for dette.

Det er DSA som er outsideren

Et annet av DSAs problem er at andre lands myndigheter ikke støtter deres konklusjon. DSA er ikke på linje med andre land. DSA er en outsider i internasjonal sammenheng. Andre land sier at forskningen viser at det er *sannsynlig* at strålingen ikke medfører helsefare. De holder altså døren åpen for ny forskning som eventuelt skulle komme med andre resultater.

Verken Danmark, Sverige, England eller EU er enige med DSAs konklusjoner. Heller ikke WHO eller Europarådet. Leseren inviteres til å finne noen andre myndigheter som har klassifisert mobilstråling som «ikke helsefarlig».[428]

428 Se også Bård-Rune Martinsen: Vurdering av informasjon fra Nasjonal kommunika-

Bjellekua

DSA er faginstansen på radiofrekvent stråling i Norge. Det er nokså klart (som vist tidligere) at andre etater i Norge følger DSAs retningslinjer.

Det kan være naturlig å stille seg spørsmålet om i hvor stor grad norske etater søker informasjon om stråling fra andre kilder enn DSA. Søker man informasjon fra andre steder, burde man ganske fort oppdage at DSAs standpunkt ikke er i harmoni med omverdenen.

Mange vil vel kanskje oppfatte DSAs standpunkt som ytterliggående, enkelt og sært. Likevel observerer man at DSAs retningslinjer følges lojalt.

Det bør utredes hvilket juridisk ansvar «bjellekua» bærer når andre statlige etater gjør bruk av deres konklusjoner, og hvilket juridisk ansvar andre statlige institusjoner har for selv å gjøre grundigere undersøkelser som del av sin egen utøvelse av samfunnsoppdraget, når de er involvert i saker som omfatter elektromagnetisk stråling.

Ikke vitenskapelig belagt, ikke kunnskapsbasert

I media har den svake gruppen, de som mener at de er el-overfølsomme, fått bevisbyrden om stråling faktisk er årsak til ubehag eller helseplager. Den omfattende forskningen som taler for at de har rett, blir lagt til side som «uvitenskapelig», eller som ikke tilstrekkelig god til å regnes med. Det samme skjer med forskningen som finner andre helseskader ved eksponeringer svakere enn grenseverdiene.

Når DSA har inntatt det ytterliggående standpunktet at strålingen *ikke er helsefarlig*, er det naturlig å etterspørre DSA om fremlegging av bevis. Men DSA kan ikke fremlegge noen bevis:

DSA sier at etaten støtter seg til utenforstående forskningsgrupper for sine konklusjoner. Problemet for DSA er at ingen av forskningsgruppene har gitt rimelig belegg at strålingen er ufarlig. DSAs standpunkt er således uvitenskapelig. Det er grunn til å spørre seg hvordan det kan ha seg at en statlig etat kan få lage retningslinjer for annen statlig virksomhet og for private næringer og for private liv på grunnlag av konklusjoner som ikke er underbygget av vitenskapelige bevis. Det er samtidig grunn til å spørre seg hvorfor DSA, dersom det er så åpenbart at strålingen er ufarlig, kun gir anbefalte grenseverdier, og ikke absolutte. Kan det ligge en form for

---

sjonsmyndighet og Statens strålevern om helseaspekter ved stråling fra AMS (smartmålere), rapport, Martinsen Consultancy, 18. oktober 2018, Versjon 1.1, lastes ned fra https://einarflydal.com/

dobbeltkommunikasjon i dette? En form for ansvarsfraskrivelse, der ansvaret overføres til siste instans - allmennheten selv?

Lars Klæbo fra DSA uttalte seg i Dagsrevyen den 28. mai 2019 : *«Dette med Watt og frekvenser, som dette strengt tatt er, det har vi hatt i 70-80 år.» «Det er utenkelig at dette kan gi alvorlig helseskade.»*

Det er greit å få høre at DSAs konklusjon er grunnet i at det er '*utenkelig*' og at menneskeskapt stråling har blitt brukt i 70-80 år. Men dette er ikke et vitenskapelig grunnlag å bygge konklusjoner på.

Utenfor normene

Finnes det normer for hvordan man kan omtale de fysiske/kjemiske egenskapene ved et produkt? Ja, det gjør det. Innenfor salg og distribusjon av stoff eller stoffblandinger kreves det at man forholder seg til etablert klassifisering. I Kommisjonsforordning 2015/830, som er innarbeidet i norsk forskrift,[429] pkt 0.2.4 står det:

> *«Uttrykk som «kan være farlig», «ingen helsevirkninger», «sikker under de fleste bruksvilkår» eller «ufarlig», eller eventuelle andre uttrykk som angir at stoffet eller stoffblandingen ikke er farlig, eller andre uttrykk som ikke er forenlige med klassifiseringen av stoffet eller stoffblandingen, skal ikke benyttes».*

Det er med andre ord selv ikke lov å klassifisere eller benevne sterilt vann som ufarlig.

Stråling er nok ikke et stoff, men her burde man forvente at det utvises samme aktsomhet og edruelighet i beskrivelse av produktet, slik at brukere ikke blir forledet til å tro noe som ikke er påvist. Det er merkelig at DSA med så stor letthet kan klassifisere stråling som *ufarlig* og *ikke helsefarlig*.

Regelverk beskytter også norske forbrukere mot at legemidler merkes med «*ikke farlig*». Å merke et legemiddel med «*ikke helsefarlig*» kan i henhold til Legemiddeltilsynet ikke betraktes som noe annet enn markedsføring. Men det er dette DSA gjør.

Villedende markedsføring

Det er vel kjent at det blir slått hardt ned på «alternativ medisin» og dens lovnader om virkning. Dersom ikke virkningen kan bevises, kan man ikke

429 Forskrift om registrering, vurdering, godkjenning og begrensning av kjemikalier (REACH-forskriften), https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2008-05-30-516?q=Kommisjonsforordning%202015/830

reklamere for at medikamentet eller behandlingen har noen virkning. DSA har selv gått til anmeldelse av utøvere av alternativ medisin på dette grunnlaget (Kvakksalverloven).

DSA har gått hardt ut og markedsført at stråling fra mobiltelefoner, WiFi og AMS (smartmålere) er ufarlig. På DSAs Facebook-sider kan man finne spørsmål og svar angående stråling. Blant Spørsmål og svar finner vi: «*Må jeg legge det trådløse nettet i kabel? Nei, det er ikke nødvendig å kable – det vil bare være bortkastede penger.*» Dette er aktiv markedsføring for trådløs teknologi på produktnivå. Her markedsføres trådløse produkter som ikke er helsefarlige. DSA gir derigjennom en garanti til kjøpere av slike varer for at produktene ikke er helsefarlige. Denne garantien forsterkes når DSA fraråder å bruke kablet teknologi.

Dette er mest sannsynlig et brudd på markedsføringslovens paragraf 3. Påstander om «*faktiske forhold*»… «*skal kunne dokumenteres*». DSA presenterer «*ufarlig*» som et faktisk forhold, men kan ikke dokumentere dette. Det kan også se ut som det er et brudd på markedsføringslovens paragraf 6, siden DSAs kommunikasjon «*er egnet til vesentlig å endre forbrukernes økonomiske atferd slik at de treffer beslutninger de ellers ikke ville ha truffet*». Å fraråde èn teknologi til fordel for en annen er egnet til vesentlig å endre forbrukers adferd.

I tillegg slår også innføringen av AMS inn under paragraf 6. Installering av mikrobølgekommuniserende AMS (automatiske strømmålere) har vært å betrakte som et pålegg fra det offentlige, og det offentlige har kunnet gjøre denne utrullingen uhindret siden kommunikasjonen fra AMS-målerne er blitt stemplet som «*ufarlig*» av DSA. Hvis stråling ikke var blitt stemplet som «*ufarlig*», ville muligens de andre etatene og nettselskapene undersøkt mulighetene for kablede AMS-løsninger grundigere og eventuelt tilbudt slike eller insistert på at slike måtte brukes for at de kunne se seg pliktige til å skifte ut målerne.

Mangel på fokus

Det er uklart hvordan DSA har kommet frem til konklusjonen at stråling ikke er helsefarlig i og med at DSA normalt viser til kilder som ICNIRP og WHOs The International EMF Project, som ikke trekker slike konklusjoner. Det er viktig at en institusjon som skal ha oversikt over forskning og gi den norske befolkning og den offentlige administrasjon tilstrekkelig og nøyaktig informasjon om stråling, har riktig fokus og kompetanse internt i organisasjonen.

Ifølge tildelingsbrevet skal DSA «overvåke naturlig og kunstig stråling i miljø og yrkesliv« og «drive forsknings- og utviklingsvirksomhet .... på strålevern-området«. I tillegg står det hva som skal prioriteres i årene 2018-2020. Her mangler ikke-ioniserende stråling fullstendig! Det står ingenting om WiFi, AMS eller mobiltelefoner. Hvordan kan befolkningen føle trygghet for at ikke-ioniserende stråling får tilstrekkelig oppmerksomhet og oppfølging når dette ikke prioriteres?

Dette gir grunnlag for å stille spørsmål ved om DSA har tilstrekkelige og riktige ressurser og kompetanse på området.

Er Strålevernetaten glemt, eller overlatt til ekom-interessene?

Regulering har en preventiv effekt: Er det svikt i etterfølgelse kan systemet rydde opp. Der det er mangel på regulering, må man basere seg desto mer på normer, etikk og moral. Dette gjelder også for styringen av offentlig forvaltning og dens atferd.

Behovet for normer, etikk og moral i fravær av regulering har kommet klart til syne i USA og omkring presidentembetet: Man har tidligere tatt det for gitt at presidenter og kandidater følger aksepterte normer, etikk og moral. Den nåværende presidenten blir til stadighet avslørt i ikke å være troverdig i faktaspørsmål. Presidenten blir avslørt, men det får ingen konsekvenser fordi området ikke er regulert. Vi i Norge undrer oss ofte over hvordan presidenten kan komme unna når han til stadighet blir avslørt for ikke å være troverdig.

I en tid der forsikringsselskaper ikke lenger vil forsikre for EMF-skader[430], telekombransjen gjør store avsetninger i sine regnskaper for å dekke opp framtidige tap i erstatningssøksmål[431], og investorer innen telekom-infrastruktur har begynt å betrakte trådløs kommunikasjon som «muligvis uren» og risikofylt, er det underlig at en offentlig etat som DSA kan tillate seg å framsette sine absolutte friskmeldinger uten at det har konsekvenser.

De garantier DSA har gitt til andre offentlige etater, næringsliv og befolkningen generelt om at stråling er ufarlig, har gått under radaren uten at statsapparatet har oppfattet det. Riksrevisjonen burde se nøye på de

430 Flere store internasjonale forsikringsselskaper, bl.a. Lloyds of London, Swiss Re, AUVA Austrian Insurance Co.'s,, CSS Insurance og Telstra, vil ikke lenger forsikre mot skader fra elektromagnetisk stråling, selv når strålingen er under grenseverdiene. Noen av deres risikovurderinger: https://www.e-stress.dk/forsikringsselskaber

431 https://ehtrust.org/key-issues/corporate-company-investor-warnings-annual-reports-10k-filings-cell-phone-radiation-risks/

garantier DSA faktisk har gitt og hvilken potensiell fremtidig erstatnings-plikt som DSA kan ha påført staten.