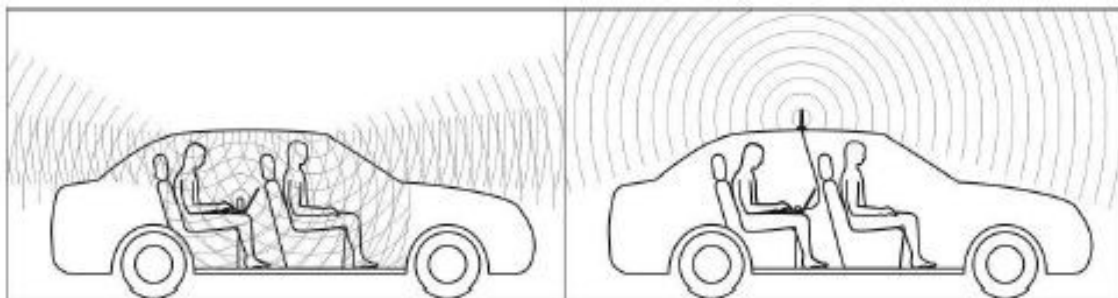


Mobilbruk i bil? Hvordan fungerer det?

Denne bloggposten ble publisert på einarflydal.com den 16. januar 2017.



Uten bruk av ekstern antenne, kastes radiobølgene rundt inni bilen, og kan overstige gjeldende grenseverdier (fra Koppel & Ahonen 2015)

En ting er lovligheten: Det er i alle fall ikke forbudt å bruke en løs mobiltelefon i bil hvis du ikke styrer selv. Så det temaet lar jeg ligge.

En annen ting er strålingen: Biler danner et *Faradays bur* som er ganske skjermet mot radiosignaler. Bruken av mobiler og andre mikrobølgesendere i bil fører til strålingsnivåer som kan overstige grensene som er satt for å hindre akutt skader, og ligger langt over grenseverdier som skal hindre skader på lengre sikt.

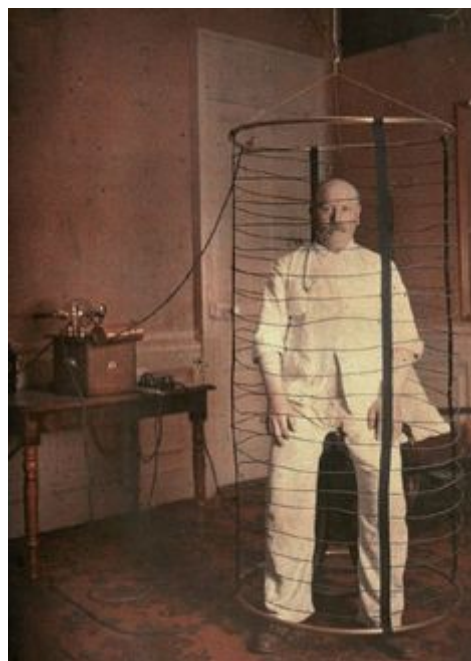
Jeg har tittet litt på noen forskningsrapporter og på eksponeringsgrenser:

Et Faradays bur

Bilens kupé er et *Faradays bur*: Det var den store utforskeren av elektromagnetisme, Michael Faraday (1791 - 1867), som oppdaget at et metallbur virker slik at når bare åpningene i metallet ikke er for store og kildene ikke er for sterke, hindrer metallburet elektromagnetiske felt og stråling fra å komme ut eller inn av buret.

Bilens kupé skjermer altså mot radiosignaler så lenge karosseriet er laget av ledende materialer. Mange av oss reiser altså stadig i et slags Faradays bur, ganske mange timer i uka. Bilens kupé stenger ikke elektromagnetiske felt helt ute, for eksempel beskytter den ikke mot de ekstra lavfrekvente magnetfeltene fra bildekk, som jeg nylig har skrevet om (se [bloggpost](#)). Bilens kupé er også bare delvis effektiv som stengsel mot mikrobølger. Derfor går det an å bruke mobilen inni bilen.

Men dette betyr samtidig at mobilmastene må sende sterkt nok til å nå godt inn i kupéen, og at mobiltelefonen på innsiden må skru opp signalstyrken for å nå ut. Det gjør den automatisk. En god del av radiobølgene den sender ut, vil så bli reflektert på kryss og tvers inni kupeen, og slipper først



Et Faradays bur stenger strålingen både inne og ute

og fremst ut gjennom vinduene - hvis de ikke har for tykt metallbelegg. Passasjerene utsettes dermed for ekstra høy eksponering, og jo mer av strålingen som reflekteres rundt i bilen uten å slippe ut, jo kraftigere vil mobilen sende.

Har dette noen praktisk betydning? Kan det måles? Hvor ligger målingene i forhold til akseptable grenseverdier?

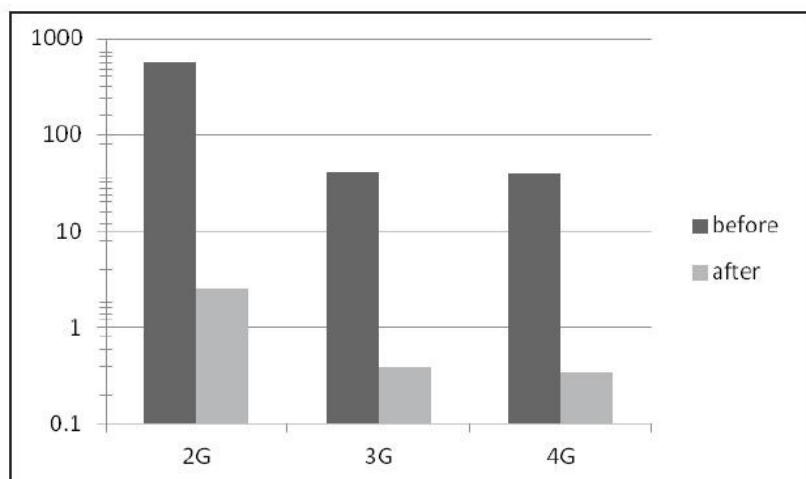
Det fins noen forskningsstudier som tar opp dette.

- Bruk utvendig antenne eller dropp mobilen

En forskningsrapport fra et eksperiment (Koppel & Ahonen 2015) dokumenterer at den ekstra eksponeringen som oppstår, kan overstige gjeldende grenseverdier. Det fant forskerne ut ved hjelp av teoretiske beregninger såvel som målinger de gjorde selv. Rapporten ble lagt fram under den åttende Internasjonale workshop om biologiske virkninger av elektromagnetiske felt (IWBEEMF). Rapporten nevner i forbifarten at enkelte bilprodusenter (blant annet Volkswagen) ganske passende advarer mot bruk av mobiler i bil, nettopp fordi strålingen inni bilen kan overstige grenseverdiene.

Dette er egentlig bare som man kunne forvente siden dekningsforholdene er vesentlig dårligere inni en slik kasse med karosseri av stålplater og vinduer - kanskje med tynt metallbelegg. Du ser hva som skjer på bildet til venstre: Testeren sitter med en PC med en mobilantenne tilkople, og bilen fylles med reflekser.

Skal man unngå dette problemet, må mobilen være innebygget - eller en gammeldags mobil med antenneuttak - og mobilen må være koplet til en utvendig antenne, for eksempel midt på taket - som på bildet til høyre. Eller så må man la være å bruke mobiler inne i bilen. (Forfatterne fikk størst reduksjon med bruk av *fysisk* kopling mellom mobilen og antenne, ikke en *induksjonsbasert* kopling. De forklarer ikke hvorfor det var slik, men det er nok lett å forstå for radiokyndige.)



Stor forskjell på strålingsintensiteten med og uten utvendig antenne - uansett mobilsystem (fra Koppel & Ahonen 2015)

Hvor sterk eksponeringen for mikrobølgene er, avhenger nødvendigvis av dekningsforholdene og av hvilket mobilsystem som brukes. Grafen viser forskjellene i eksponering inni bilen mellom bruk av intern antenne (sorte søyler) og bruk av ekstern antenne (grå søyler) - som et gjennomsnitt av målinger under ulike dekningsforhold.

Tre ulike mobilsystemer ble målt - GSM (2G), UMTS (3G), og LTE (4G) - før og etter omkopling til ekstern antenne. Vi ser at uansett mobilsystem er eksponeringen som man utsettes for inni bilen, godt under 1.000 milliWatt per kvadratmeter (mW/m^2). Vi ser også at den er dramatisk sterkere når man bruker mobilen inni en bil *uten* ekstern antenne, enn når man i stedet har ekstern antenne. For når ekstern antenne er tilkople, trengs det ikke bare svakere signal fra mobilen for å nå fram, men man sitter selv i tillegg skjernet i et slags Faradays bur mot antenna på utsiden.

Andre undersøkelser gir liknende resultater

Det fins mange forskningsartikler og nettsider om biler og elektromagnetiske felt fra dekk, tenningsystem og el-anlegg, og nettsider som gir råd om hva du skal gjøre for å redusere disse feltene. Derimot ser det ut til å være ganske få om mobilbruk i bil, og om hva slags eksponering passasjerene da utsettes for. Men Koppel og Ahonens studie er ikke den eneste. Noen få studier er omtalt i referanselista til Koppel og Ahonen, og det fins andre, f.eks. (Rodrigues & al 2012). Men disse andre studiene har ikke noe mer å fortelle: De viser i hovedsak det samme, nemlig at strålingen fra en mobil brukt i bil ligger godt under strålevernets grenseverdier for mobilstråling, som vi for enkelhets skyld kan si er på $10.000 \text{ mW}/\text{m}^2$ (som gjelder frekvensen 1800 MHz, altså for eksempel for GSM1800). Grensen varierer med frekvensen som brukes.)

Den som ikke leser måleresultatene nøye og med et kritisk blikk, vil lett tro at når strålingen ligger så langt under grenseverdiene, kan man se bort fra noen helseisiko. Men det er feil, og forskerne gjør da også oppmerksom på slikt i artiklene sine, men disse viktige detaljene blir borte i sammendragene og i presseomtaler.

Man må nok se litt nøyere på hvordan testene gjøres og hva disse grenseverdiene egentlig innebærer. Strålevernets grenseverdier bygger nemlig på flere spesielle og tvilsomme - for ikke å si feilaktige - forutsetninger enn man lett kan forestille seg. Så i praksis er slike friskmeldinger ikke bare helt ubegrunnet, men misvisende:

Detaljene: For snille tall, misvisende og irrelevant målestokk

Måleresultatene er til dels for "snille" for å gi et dekkende bilde av risikoen. Det gjør flere av forskningsartiklene tydelig, også artikkelen til Koppel og Ahonen. Dessuten er grenseverdiene og målemetodene både misvisende og irrelevante. Dette er ikke et nytt tema, men tatt opp på generell basis gang på gang av en rekke forskere:

1. Grafen over viser for snille tall i forhold til hva man kan eksponeres for under en kjøretur dersom man sitter uheldig plassert: Det er oppgitt *gjennomsnittstall*, av målinger gjort flere steder i bilen, og ikke de høyeste tallene de fant. Dette understrekes i artiklene.

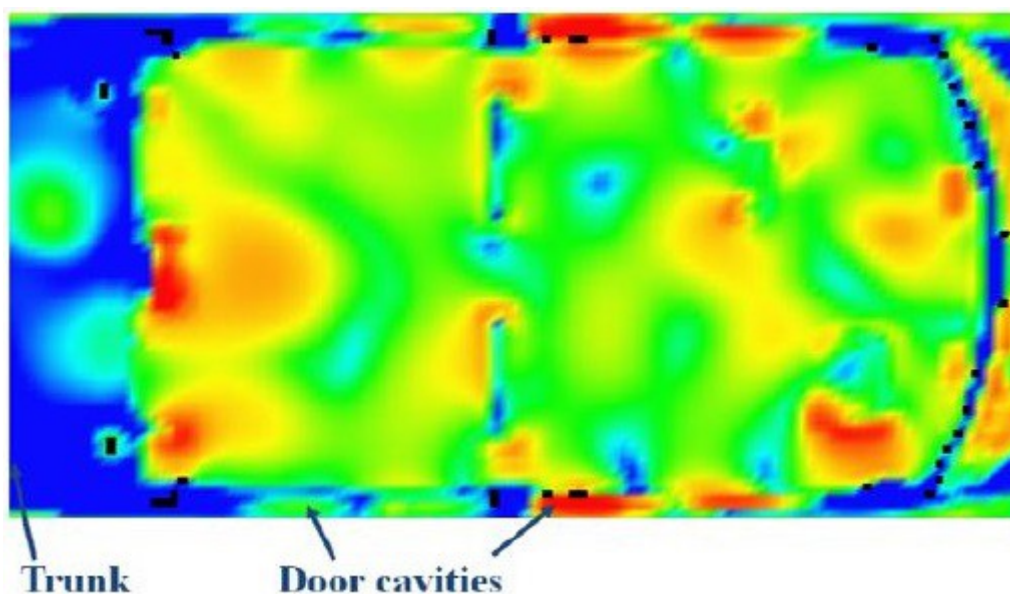
For her og der i kupéen oppstår det "brennpunkter" ("hotspots") siden de krumme flatene i karosseriet fokuserer refleksene, og i disse punktene - som kan være hvor som helst og endre seg med passasjerer og utstyr - kan strålingen bli vesentlig høyere og *overstige strålevernets grenseverdier*. Og når flere mobiler brukes er påslått samtidig, eller mobilt bredbånd og WiFi og Bluetooth er slått på, øker strålingen tilsvarende. Bildet viser en datasimulering av slike "hotspots" i en bil.

En bil kan godt få mange slike brennpunkter når noen bruker en mobil ombord, og likevel vil en måling vise at de gjeldende grenseverdiene overholdes. For retningslinjene sier nemlig at det skal måles et *gjennomsnitt* av signalstyrken ("effekttettheten") *over én kvadratmeter* og samtidig måles et *gjennomsnitt over en tidsperiode*, altså et såkalt *tidsveid*

gjennomsnitt. Da kan oppvarming i brennpunkter godt skje uten at det fanges opp av målingene - fordi tallene utjevnes. For den som i lengre tid f.eks. sitter i bilen med hodet - eller skrittet - i en "rød flekk", hjelper det lite.

Å regne ut den biologiske belastningen på denne måten, som et gjennomsnitt, kan sammenliknes med å regne spenningen på elektriske gjerder til 2-3 Volt. For så lav er jo gjennomsnittsspenningen, selv om de korte støtene som gir ubehaget, kan være på 1.000 Volt.

Vi får forresten også slike fokuspunkter av mikrobølger inni hodeskallen på grunn av refleksjon i hodeskallens buer. Det står en hel masse om slikt, med all verdens forskningsreferanser, i boka til Robert Kane, en forsker fra mobilbransjen som fikk hjernekreft, gikk til rettssak mot arbeidsgiveren, men døde før saken kom opp (Kane 2001).



Simulering av "hotspots" fra takantenne i en bil (MIRA Ltd, mira.co.uk)

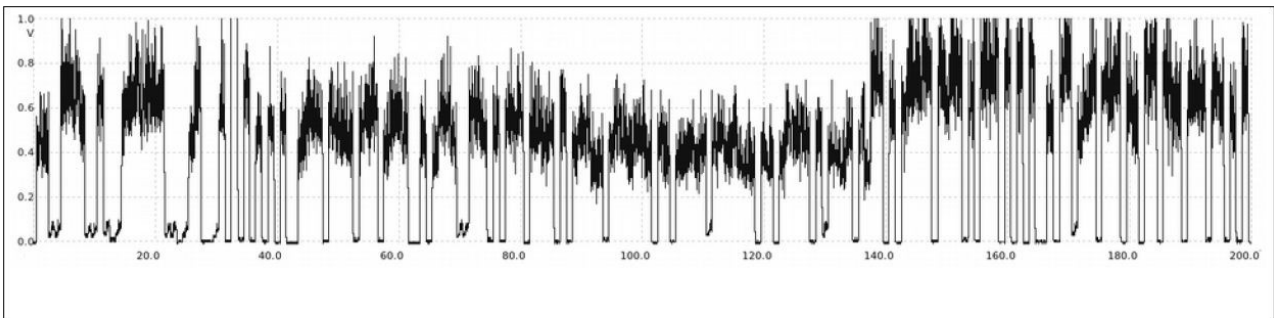
Men kritikken mot grenseverdiene og målingene som ligger til grunn for dem, går lengre enn som så:

Målingene er også misvisende og foreldet fordi det eneste man er ute etter å måle med ICNIRPs måleanvisninger og grenseverdier, er *risiko for akutt oppvarming*, og ikke andre skademåter: Målestokken, milliWatt per kvadratmeter (mW/m^2), eller mikroWatt ($\mu W/m^2$), som det er vel så vanlig å bruke, er et mål på *energimengden* som treffer kroppen og eventuelt kan absorberes og dermed omformes til varme, det vil si sette molekyler og atomer i svingninger, som jo er fysikkens definisjon på varme. Det er dette gammeldagse kriteriet som brukes som grunnlag i ICNIRPs retningslinjer (ICNIRP 1998) til å foreslå den maksimale eksponering for radiobølger som man bør utsettes for. For mikrobølget stråling ved 1800 MHz er forslaget fra ICNIRP 1998 $10.000 mW/m^2$, eller altså $10.000.000 \mu W/m^2$. Og dette skal være målt som et *tidsveid gjennomsnitt*, slik det nevnes ovenfor. Da forsvinner, som vi har sett, mange nyanser, men det er ikke det viktigste her:

Det er for lengst klart at mikrobølget stråling påvirker på mange måter og at det er ulike sider ved strålingen som kan påvirke. Der er ikke noe enkelt samsvar mellom dose og respons - altså at skaden øker jo sterkere strålingen er. ("Sterkere stråling" heter "større effektetthet" på fagfolkens stammespråk.) Derfor kan man ikke fange opp den biologiske virkningen av strålingen med et så

ensidig mål, men må måle på ganske ulike måter for å fange opp de ulike egenskapene ved strålingen som virker inn på biologiske systemer, dvs Livet selv. Noen av disse egenskapene har å gjøre med modulasjonsmønster, det vil si hvordan sinuskurvene modifiseres for å "bære" informasjonen som skal overføres:

I moderne mikrobølget kommunikasjon kodes signalene inn i radiobølgene med *digital, multipleks frekvens- og amplitude-modulering*. (Se utskrift av av 4G-signal.) Dette innebærer blant at partikkelskurene sendes som brå støt (ikke som bølgende endringer), at det oppstår brå skift og pauser i sendingen, at det legges inn variasjoner i både semdefrekvens og signalstyrke (amplitude), og at det legges inn sterke lavfrekvente *pulser*, altså plutselige sterke topper. Når disse toppene kommer med 2 til 30 eller 2.000 til 30.000 ganger i sekundet (altså Hz), danner de egne lavfrekvente signaler som kan gi sterke utslag i biologisk materiale, og blant mye annet forstyrre melatonin-produksjonen og døgnrytmen, og framkalle motsvarigheten til "værsyke" hos mennesker. Ingenting av dette fanges opp av et måleverktøy som bare måler tidsgjennomsnittlig oppvarming - fra sendere som er laget slik at denne oppvarmingsgrensen *aldri* sprenges når man følger boka. (Se [bloggpost](#) for detaljer om dette.)



Figur 14: Signalstrukturplot for en 4G (LTE) dataforbindelse. Målt for telefon med aktiv dataforbindelse. Graf fra Horsevad 2015

De nevnte og andre påvirkningsmuligheter er beskrevet av en rekke kritikere av dagens målemetode (f.eks. Alaisdar Philips udatert, Panagoupoulos & al 2013, Sønning 2013, Horsevad 2015). De peker på at selv svært svake signaler - langt under grenseverdiene - på grunn av disse egenskapene ved signalene kan utløse pulsing i nervebanene, åpne "ventiler" i celleveggene som fører til at den elektrokjemiske balansen i celler forrykkes, og vri på kollagenmolekyler slik at blant annet blod-hjernebarrieren endrer gjennomtrengelighet. Ingen kan undres over at slikt kan skape skader som kroppen ikke klarer å rette opp i - i alle fall hvis det skjer til hyppig og over lengre tid.

De tre mobilsystemene som ble testet i forsøket til Koppel & Ahonen, er temmelig ulike, for eksempel med hensyn til hvor sterk pulsingen er. Det forteller altså egentlig ikke særlig mye om forskjellene i biologiske reaksjoner eller helserisiko, om man måler forskjellene mellom dem ved å måle *oppvarmingsmuligheten*, slik Koppel og Ahonen jo gjør:

4G/LTE, som ga svakest signal i testen når takantenne var tilkople, bruker OFDM som "moduleringsskjema" (jeg skriver litt mer om hva det er [her](#)). OFDM betyr langt sterkere forskjell mellom styrken på pulsene og den gjennomsnittlige signalstyrken. Sterkere modulering er da også én av de tekniske egenskapene som gir sterkere akutt-reaksjoner blant el-overfølsomme, vår tids "kanarifugler i gruva" som viser at noe er galt før de fleste av oss merker noe.

Så selv om 4G får lavest måleverdier i Koppel & Ahonens undersøkelse, kan det biologiske skadepotensialet likevel godt være sterkest fra 4G. Slik har man for lengst påvist at det er mellom 2G (GSM) og 3G (UMTS): 3G virker sterkere, selv om signalet godt kan komme lavere ut på

målinger (se Adlkofer 2009, sitert i [bloggpost](#)).

Det holder altså ikke å bare se på hvor høyt opp mot strålevernets grenseverdier man har målt.

Hva burde måles? Og hvor bør grensene være?

Det tidsveide, gjennomsnittlige oppvarmingspotensialet - uttrykt som mikro- eller milliWatt på en flate - brukes fortsatt som målestokk fordi dette målet er så innarbeidet og fordi mange ikke vet hvor dårlig det er. Men også fordi noe annet ville skape store problemer både for bransjen og byråkratiet, og fordi det er vanskelig å finne hva man da egentlig burde måle i stedet.

I et lite notat forklarer Alaisdar og Jean Philips (Philips udatert) enkelt og tydelig hvorfor man heller bør gå over til mer sammensatte målemetoder som tar for seg flere sider ved stråling som har vist seg å ha stor betydning for biologisk virkning. Som sagt har de mange andre forskere med seg. De foreslår at man må måle langs alle følgende dimensjoner, og altså lage langt mer kompliserte grenseverdier enn de som strålevernmyndighetene bruker i dag:

- elektrisk og magnetisk induksjonspotensiale, som vil variere for ulike typer biologisk materiale (f.eks. kan frekvenser og styrker som gir resonans, og dermed bevegelse, eventuelt varme, være ulike for ulike molekyler og atomer)
- signalets moduleringsmønster, som betegner bl.a. hvor sterke pulsene er og hvor ofte de kommer
- vinduseffekter som viser seg i faktiske undersøkelser (at visse frekvenser eller styrker ikke gir biologiske virkninger som følger en lineær dose-respons-kurve)
- virkninger på levende biologisk materiale, som dermed kan brukes som sensorer

Grenseverdiene fra ICNIRP forholder seg bare til en enkel målemetode for oppvarming og avviser at det fins data om andre skademåter som er gode nok til at det har noen verdi å beskytte seg mot dem. Dette er klart i strid med andre retningslinjer som er medisinsk og biofysisk baserte, for eksempel de jeg omtalte i bloggposten om magnetfelt fra bildekk (se [bloggpost](#)). Disse retningslinjene, den tyske Baubiologie-normen (Baubiologie 2015) og retningslinjene til EUROPAEM for forebygging, diagnostikk og behandling av EMF-relaterte helseproblemer (Belyaev 2016), som er skrevet av en "gullrekke" av forskere på feltet,. Disse fanger opp det meste av den kunnskapen som ICNIRP ser bort fra, eller som er kommet til siden ICNIRPs retningslinjer ble skrevet i 1998. Det fins også noen EU-direktiver, men siden de bruker ICNIRP 1998 som grunnlag, tilfører de ikke noe i denne sammenheng. EUROPAEM er den europeiske miljømedisinföreningen. Jeg tipper at EUROPAEMs retningslinjer vil bli det viktige referansedokumentet blant miljømedisinere og mange andre medisinerere framover.

Tabellen under viser utdrag fra de tre retningslinjene. Jeg har bare plukket ut de verdier som er mest aktuelle når man kjører bil og har strålingskildene inni bilen:

Retningslinjer	Foreslått grenseverdi, målt ved person ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	Radiosystem
ICNIRP 1998 (målt som tidsveid gjennomsnitt)	10.000.000	radiofrekvent stråling, varierende etter frekvens, her 1800 Hz, (GSM 1800)
Baubiologie 2015 (primært for soverom)	svært stor grunn til bekymring: >1.000 alvorlig grunn til bekymring: 10-1.000 noe grunn til bekymring: 0,1 - 10	all radiofrekvent stråling

EUROPAEM 2016	Dagtid	Spesielt følsomme:	
("føre-var-grenser", målt som spissverdier)	100	1	GSM (2G)
	100	1	UMTS (3G)
	100	1	LTE (4G)
	10	0,1	GPRS (2,5G) m/ PTCCH-pulsing
	10	0,1	WiFi 2,4/5,6 GHz
	1.000	10	TETRA (nødnettutstyr)

Verdiene i tabellen over kan vi sammenlikne helt grovt med grafen til Koppel og Ahonen som er gjengitt over: Grafen viser søyler for de *gjennomsnittsverdier* de to forskerne målte under ulike dekningsforhold, fordelt på tre modulasjonstyper (2G, 3G, 4G) og to antenneyper (innebygd i mobilen og eksternt på biltaket). Grafen viser altså slett ikke de høyeste og laveste målingene de gjorde. Gjennomsnittsverdiene de fant, spenner fra ca. $500 \mu\text{W}/\text{m}^2$ via 2.000 og 50.000 til ca. $500.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$. Bruk av mobil uten takantenne ga over $50.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$, som ligger høyt over hvor Baubiologie-normen setter bekymringsgrensen, og skyhøyt over EUROPAEMs anbefalinger, som gjelder spissverdier og er satt ut fra føre-var-tekning: forebygge skade selv om skadepotensialet ikke kan forutsies helt sikkert. Men i forhold til ICNIRPs anbefaling er selv den høyeste søylen, på ca. $500.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$, bare på 5% av grenseverdien. Til dette kommer, som vi har sett, at reell helserisiko ikke fanges så godt opp at det er grunn til å stole på at en slik grenseverdi gjør det den skal - beskytte mot skader.

Her ser vi altså hvilket hav det er som skiller mellom anbefalingen fra ICNIRP som forholder seg til "gammeldagse sinuskurver" og noen foreldede og forenklede fysiske prinsipper og ikke tar føre-var-hensyn, og de retningslinjene som tar hensyn til dagens teoretiske og empiriske kunnskap, og dagens måte å bygge radiosignaler på.

Det statlige strålevernet, som i Norge holder seg til ICNIRPs retningslinjer uten å flytte et komma, står kort sagt på en annen planet når det gjelder hvor man mener grensene burde trekkes. Det i seg selv burde føre til forsiktighet, i tråd med føre-var-prinsippet. Men Strålevernet har i praksis ingen overordnet, for Helsedirektoratet griper ikke inn overfor sin fagetat selv om man ser at dette skurrer. Strålevernet fortsetter derfor først og fremst å dyrke ICNIRPs gamle tankesett og grenseverdier. Derfor blir vi fortalt at mobilbruk ikke medfører helsefare. Og om mobiler i bil fortelles det ingenting.

Slik er det det funker.

For førti år siden...



Andre tider: John Lennon med kone og barn fyrer opp i bilen

Holdt opp mot dagens kunnskapsstatus blir det å bruke mobil i bil omtrent som å sitte å blåse røyk mot medpassasjerene. Det sjenerte man seg ikke for da jeg var barn, ungdom og ung voksen. Jeg husker godt bilturer med fem røykende i en liten folkevogn-boble. Jeg var jo selv en av dem. Men slikt tok slutt for snart 40 år siden. Asbestplater sluttet vi også med. Og DDT. Og amalgam. Men først etter at forskere som forsto den nye tids virkelighet hadde fått fotfeste, og myndighetene langsomt hadde latt seg overbevise.

Mobilen sender forresten sine faste "Her-er-jeg"-signaler så lenge den står på - selv når du ikke bruker den. Jeg begynte etterhvert å legge den øverst på dashbordet så den i det minste skulle få fri sikt til mastene. Men nå - etterhvert som jeg leser og forstår mer - står den stadig oftere i flymodus. Det er først og fremst en vanesak. Etter mange år i telekom tar det litt tid...

Einar Flydal, 16. januar 2017

Referanser

Adlkofer, Franz: The Endorsement of Safety by the German Mobile Telecommunication Research Programme (DMF) Regarding the Health Risks of Mobile Phone Radiation Is Based Rather on Wishful Thinking than Facts, i How Susceptible Are Genes To Mobile Phone Radiation? State of the Research – Endorsements of Safety and Controversies – Self-Help Recommendations, 2009, ISBN 978-3-9812598-1-0, <http://www.icems.eu/docs/howsusceptiblearegenes.pdf>

Baubiologie Maes & Institut für Baubiologie + Nachlassigkeit: Baubiologische Richtwerte für Schlafbereiche, Ergänzung zum Standard der baubiologischen Messtechnik SBM-2015, <https://www.baubiologie.de/downloads/richtwerte-schlafbereiche-15.pdf>

Belyaev I et al., EUROPAEM EMF Guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses, DOI 10.1515/reveh-2016-0011, lastes ned fra <https://www.degruyter.com/view/j/reveh.2016.31.issue-3/reveh-2016-0011/reveh-2016-0011.xml?rskkey=BFhF0Q&result=1> (NB! Husk å laste ned vedleggene også. Eller du kan laste ned følgende dokument, der jeg har oversatt spørreskjemaene for diagnostikk til norsk og lagt dem ved artikkelen: europaem-emf-guidelines-skjema-norsk)

Horsevad, Kim: Kortlægning af Bioreaktivitet for Mikrobølger i nontermiske Intensiteter, Saxo, 2015, kan bestilles fra Akademika eller lastes ned her: http://helbredssikker-telekommunikation.dk/sites/default/files/Kortlaegning_af_Bioreaktivitet_ved_Mikroboelger_i_non-termiske_Intensiteter—2015.pdf

ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz), Health Physics 74(4):494-522; 1998

Kane, Robert C: «Cellular Telephone – Russian Roulette, A Historical and Scientific Perspective», NY 2001 http://www.icems.eu/docs/Robert_C_Kane.pdf

Koppel, Tarmo & Ahonen, Mikko: Exposure to radiofrequency electromagnetic fields from mobile networking in motor-cars, Bulgarian Journal of Public Health, supplement, Vol. VII, No 2(1), 2015, <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20153276822>

Panagopoulos DJ, Johansson O, Carlo GL (2013) Evaluation of Specific Absorption Rate as a Dosimetric Quantity for Electromagnetic Fields Bioeffects. PLoS ONE 8(6): e62663. doi:10.1371/journal.pone.0062663

Philips, Alasdair and Jean: Are we measuring the right things? (Windows, viewpoints and sensitivity), udatert notat, http://www.powerwatch.org.uk/library/downloads/measuring_right_things-20071028.pdf

Rodrigues, Raquel Aline A., Fontgalland, Glauco, Aragão, Galba F., Federal, Felipe C. Lins: Measurement with quasi-isotropic antenna of CEM coming from multisource in a reverberation chamber and in a car, J. Microw. Optoelectron. Electromagn. Appl. vol.12 no.2 São Caetano do Sul Dec. 2013, <http://dx.doi.org/10.1590/S2179-10742013000200017>, http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-10742013000200017, On-line version ISSN 2179-1074

Sönning, Walter: 'Wetterfühligkeit' und Elektrosensibilität, Forschungsberichte zur Wirkung elektromagnetischer Felder, Kompetenzinitiative e. V., 2013, <http://kompetenzinitiative.net/KIT/KIT/wetterfuehligkeit-elektrosensibilitaet/>

TLM Simulation of Human Exposure to 400 MHz Electromagnetic Fields Inside a Car, reklame-/informasjonsbrosjyre, MIRA Ltd, www.mira.co.uk (uten datering)