

Strålefysikk for politikere, helsebyråkrater og miljøbevisste

Denne teksten ble første gang publisert på <http://einarflydal.com> den 26. juni 2017

Det er vanskelig å fatte hvor mye strålingen fra mobiler, WiFi, smartmålere, babycalls, "skitten strøm" etc. egentlig betyr i det store bildet. Minst like krevende er det for beslutningsfattere og andre amatører i strålefysikkens verden å få tilstrekkelig fast grunn under føttene når det skal treffes beslutninger om WiFi i skolen, "smarte" strømmålere, og mobilmaster.

Her får du litt hjelp fra to briter til å se de store linjer: de forteller at eksponeringen har steget det siste hundreåret til rundt 100.000.000.000.000 ganger den naturlige bakgrunnsstrålingen som vi er utviklet for å nyttiggjøre oss, og nærmer seg nå energinivået til fullt solbad - 24 timer i døgnet. Hvordan treffer man beslutninger når man ikke vet med vitenskapelig sikkerhet om dette har skadevirkninger, men ser at det kan skyldes svakheter ved metoden?

Dette er tema i et lite oversiktsnotat fra 2012 av Alasdair Philips og Graham Lamburn, som jeg har oversatt til norsk og gjengitt nedenfor.

De to viser a) hvordan det elektromagnetiske miljøet på kloden er endret over de siste hundre år, b) hvor høyt nivået er i dag, c) hvordan gjeldende grenseverdier håndterer dette, og d) hvordan man bør treffe beslutninger når ekspertene gir motstridende råd.

Mennesker og andre levende vesener er utviklet slik at de nyttiggjør seg den naturlige bakgrunnsstrålingen, men får trøbbel når eksponeringen blir høyere. Det har jeg vært inne på i flere tidligere bloggposter. Men, som Philips og Lamburn understreker, er vitenskapelig kunnskapsutvikling strengt tatt formet slik at det endelige ord aldri blir sagt - samme hvor gode data vi får samlet inn. Derfor blir det svært viktig hvordan beslutningsfatterne treffer sine beslutninger under slik usikkerhet. De to herrene gir en oppskrift som er velkjent, men som ikke praktiseres på akkurat dette feltet.

Her er det derfor nyttige tanker både for politikere og byråkrater som fastsetter hvilke eksponeringsnivåer vi skal ha i Norge, for FAU og skolesjefer som velger inn WiFi og nettbrett i klasserommene, og for oss vanlige som skal vurdere om vi vil godta større eksponering i omgivelsene ved å si ja til smartmålere, eller vil forsøke å trappe ned på eksponeringen.

Alasdair Philips har jobbet med radio og elektronikk i 40 år og med helserisiko-siden i de siste 20 årene. Han er en betydelig størelse i britisk og global debatt om stråling og helse, og bygget opp PowerWatch (<http://www.powerwatch.org.uk/>), ett av de fremste nettstedene for forskningsartikler om elektromagnetiske felt og helserisiko. Graham Lamburn er en ung statistiker som også er med i PowerWatch-teamet.

Leseren bør merke seg på at notatet bare tar for seg *energimengder* som vi påføres fra menneskeskapte eksponeringskilder, og advarer om at den høye *energitilførselen* må forventes å innebære økt helserisiko, hva nå enn de biologiske mekanismene bak måtte være. Der er i tillegg en rekke skadeveier som er påvist å virke selv ved meget svak eksponering. Slikt tar forfatterne opp i andre notater, og de gir ytterligere argumenter i samme retning: eksponeringsnivået bør reduseres, ikke økes!

I oversettelsen har jeg prioritert godt norsk og forståelighet framfor ordrett gjengivelse av akademisk, fortettet engelsk. Jeg har gjort en del tilføyelser - i [klammeparentes] - der jeg mener

forfatterne blir litt for ordknappe. Det brukes ulike måleenheter på flere nivåer (f.eks. milli-, mikro-, nano- og picoTesla, og Watt, milliWatt og mikroWatt, der hver er 1/1000 av den foregående). Er du ikke vant med slikt, så la deg ikke skremme: resten av teksten gir deg poenget uten at du fordyper deg i slike detaljer.

Einar Flydal, 26. juni 2017

PS. Originalen av notatet på engelsk finner du på <http://bemri.org/publications/natural-fields/427-natural-and-human-activity-generated-electromagnetic-fields-on-earth.html>.

Som leseren vil se, er det ikke oppgitt noen referanser i teksten. Påstandene står dermed udokumentert. Jeg har forgjeves forsøkt å kontakte forfatterne for å få oppgitt referanser og få tillatelse til å oversette og distribuere notatet. I stedet har jeg fått det gjennomlest av et par fagfolk på feltet.

Du finner mer detaljerte redegjørelser på PowerWatch (<http://www.powerwatch.org.uk/>). Noen vil nok mene at Philips og Lamburn kunne tatt hardere i. Siden dette notatet ble skrevet, er det kommet flere studier som styrker deres advarsler.

Naturlige og menneskeskapte elektromagnetiske felt på Jorda

av Alasdair Philips og Graham Lamburn, 12. juni 2012

De naturlige bakgrunnsnivåene til elektromagnetiske felt (EMF) på Jorda

Mange forskere og folk flest ser ut til å være uvitende om den store forandringen som har skjedd i vårt elektromagnetiske miljø i løpet av de siste generasjonene. Denne korte oversikten har til hensikt å vise omfanget av disse endringene.

Når folk flest tror at det sannsynligvis er liten eller ingen helserisiko knyttet til de nivåer av EMF som nå er vanlig å støte på, kommer det av mangel på vitenskapelig innsikt i alle de måter som lave nivåer av elektromagnetiske felt kan påvirke biologiske systemer på. Denne oppfatningen har imidlertid ført til at folk flest tar for gitt at det ikke er mulig at det kan oppstå uønskede helsevirkninger.

Ser vi bort fra synlig lys og infrarød varme, har livet på jordkloden utviklet seg i et miljø med jordklodens temmelig stillestående magnetiske felt, mens de elektromagnetiske feltene i naturen som endrer seg over tid, har vært svake.

Naturlige lavfrekvente EM-felt kommer fra sol, tordenvær og strømmer som sirkulerer i jordklodens kjerne. I de siste 100 årene har menneskeskapte felt med mye høyere intensiteter og med en helt annen fordeling på frekvensene endret denne naturlige EM-bakgrunnen.

Som resultat blir mennesker nå utsatt for noe som faktisk er en helt ny eksponering, og vi har ingen metode for å finne ut hvor stor den langsiktige risikoen dette kan - eller ikke kan - være.

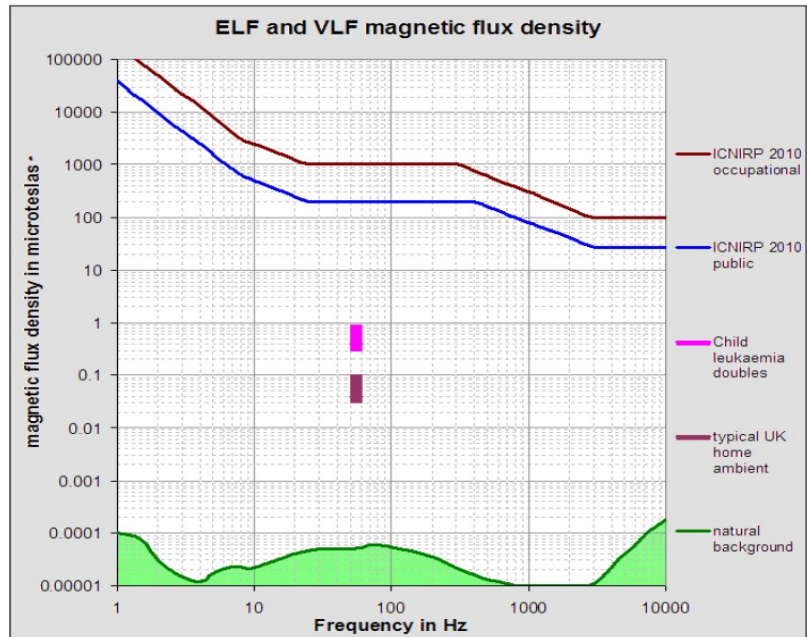
Hvor store er de naturlige nivåene sammenlignet med de menneskeskapte?

ELF-nivåene [Ekstra LavFrekvente] måles vanligvis i måleenheter for magnetisk fluks [magnetiske "strømmer"], og de naturlige bakgrunnsnivåene er rundt 50 picoTesla [dvs. 0,00005 mikroTesla

(μT), grønn linje]. Legg merke til at grafen har logaritmiske skalaer: hver hovedlinje i gitteret er altså 10 ganger høyere!

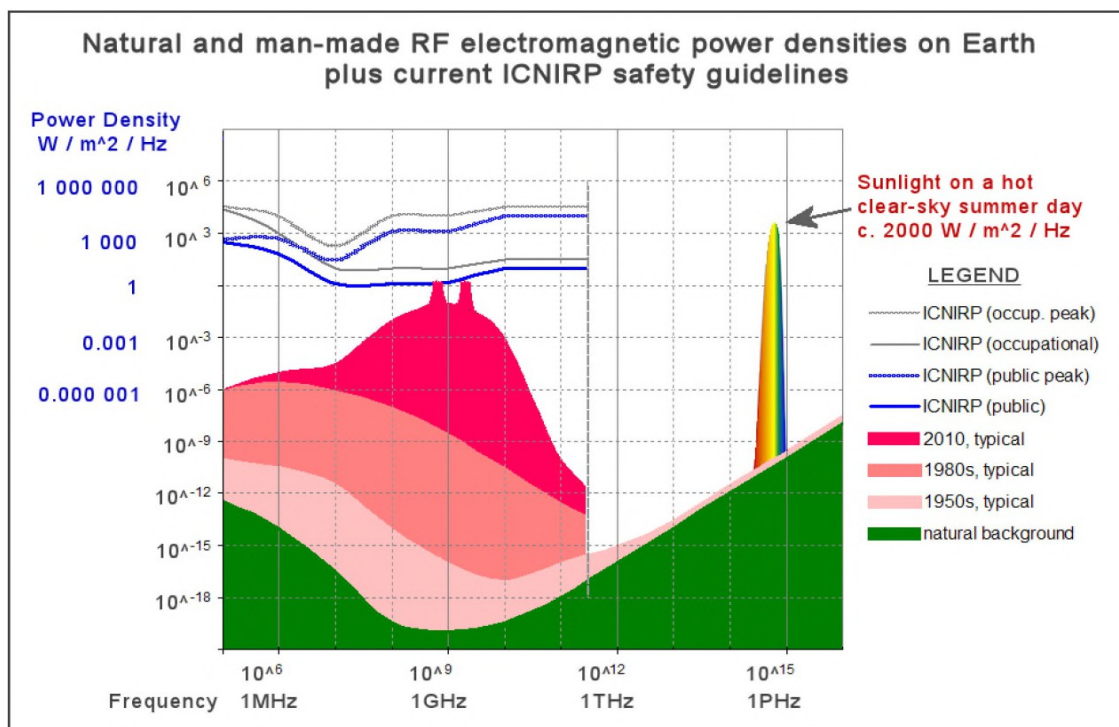
[Loddrett akse viser styrke på magnetfeltet, mens vannrett akse viser frekvenser. De to øverste kurvene viser de retningsgivende grenseverdiene fra ICNIRPs retningslinjer av 2010 for henholdsvis yrkesliv og øvrig befolkning. Disse brukes i bl.a. Norge som grenseverdier.]

Det gjennomsnittlige bakgrunnsnivå vi får fra vår husholdningsstrøm på 50 eller 60 Hz i moderne hjem, er nå om lag 0,04 - 0,07 mikroTesla [dvs. 40.000 - 70.000 picoTesla], altså omtrent 1000 ganger høyere, og det kan gjerne være mye høyere enn det. [Se brun søyle under 0,1 mikroTesla].



Disse menneskeskapte ELF-feltene eksisterte ikke før etter 1920-tallet, og slike forhøyede nivåer forekom sjelden fram til etter andre verdenskrig.

Statistisk skjer det en dobling i forekomsten av leukemi blant barn i boliger med eksponeringer som overstiger 0,3 til 0,4 mikroTesla [dvs. 300.000 - 400.000 picoTesla]. [Angitt som rosa søyle i figuren over. I Norge gjelder en tiltaksgrense på 0,4 mikroTesla - dvs. nesten nederst på den rosa søylen - på steder der folk oppholder seg over lang tid, så som boliger, skoler og barnehager. Tiltaksgrensen gjelder bare nybygg.]



[Figuren over viser nivåer for naturlig og menneskeskapt effektthet (mottatt energimengde) på Jordkloden fra RF (radio-/trådløst-frekvenser) sammenholdt med gjeldende ICNIRP grenseverdier. Her er energimengden angitt per fase (Hz), slik at man kan se for en gitt frekvens (vannrett akse) hvor mye energi som tas imot i hver fase. Loddrett akse viser effektthet, mens vannrett akse viser frekvenser innen radiospekteret. De to øverste kurvene viser de retningsgivende verdiene fra ICNIRPs retningslinjer av 1998 for yrkesliv og øvrig befolkning, og gjelder i bl.a. Norge som grenseverdier. Philips og Lamburn har åpenbart tegnet dem feil: De skulle falt bratt der de går flatt ut til høyre.]

Gjennomsnittlig effektthet i omgivelsene fra radiofrekvent stråling (RF) har økt i byområder med 1.000.000.000.000 ganger. I et klasserom med WLAN (WiFi) utstyrt med 2 rutere og 20 bærbare datamaskiner er gjennomsnittlig effektthet i størrelsesorden 10 til 100 mikroWatt per kvadratmeter [$\mu\text{W}/\text{m}^2$].

Det er nå vanlig å finne toppnivåer på effekttheten i såvel byområder i Storbritannia og i klasserom med WiFi som ligger i området 1 til 100 milliWatt per kvadratmeter [mW/m^2], noe som representerer en økning i eksponering de siste 100 årene på 100.000.000.000.000 ganger (10^{17} ganger) hvorav de siste 30 årene har stått for en økning på én million ganger. Legg merke til i grafen at de totale energinivåene for visse frekvenser er nesten like høye som fra svært sterkt sollys som ville forårsaket solbrenthet, og som ville gitt ioniserende stråling som kunne skadet celler. De enkelte fotonene har riktignok mye mindre energi, men folk blir til gjengjeld truffet døgnet rundt av milliarder fler av disse mindre energierke fotonene fra radiofrekvent stråling.

Ser vi på energimengdene, er den årlige absorberte dosen fra naturlige bakgrunnsstrålinger ca. 2 mGy [milliGray per år, vanlig måleenhet for radioaktiv stråling], som innebærer en energioverføring av $2 \text{ mJ}/\text{kg}^{-1}$ til vevet. Den nåværende ICNIRP-grenseverdien for mobiltelefoner angis som SAR [Spesifikk AbsorbsjonsRate, et mål på hvor mye energi som absorberes av kroppen]. Grensen er $2 \text{ W}/\text{kg}^{-1}$. Dette tilsvarer en total energioverføring på $2000 \text{ mJ}/\text{kg}^{-1}$ per sekund, altså $2 \text{ J}/\text{kg}^{-1}/\text{s}^{-1}$. [Energioverføringen fra en mobil kan altså per sekund være tusen ganger større enn den energioverføringen man får gjennom et helt år fra den naturlige bakgrunnsstrålingen.] Denne energioverføringen skjer riktignok gjennom fotoner som hver for seg har ganske lav energi, men etter vår vurdering kan man ikke bare uten videre utelukke at denne massive tilførselen av energi i form av fotoner/elektroner over lengre tid kan påvirke en persons helse.

ICNIRPs retningslinjer

De fleste land baserer sine eksponeringsbegrensninger [dvs. grenseverdier] på de referanseverdiene som ICNIRP ga i 1998 og reviderte i 2010. [Oppdateringen i 2010 gjelder kun for ELF-frekvensområdet 1 Hz – 100 kHz.] Grenseverdiene bygger for tida på kunnskap om direkte akutte effekter, så som elektriske støt og vevoppvarming. [ICNIRP gir altså kun grenseverdier for kortvarlige eksponeringer, ikke kontinuerlig eksponering som det skrives om i dette notatet.] Det er slik fordi ICNIRP er av den oppfatning at selv den store mengden med fagfellevurderte vitenskapelige rapporter som viser tydelige biologiske virkninger ved mye lavere [og/eller langvarige] eksponeringsnivåer, ikke gir tilstrekkelig "avgjørende" bevis for å fastsette retningslinjer for offentlig eksponering deretter.

ICNIRPs retningslinjer for eksponering for ekstremt lavfrekvente felt (ELF) angir nå en veiledende grense for maksimal eksponering for befolkningen på 200 mikroTesla. Det er 4.000.000 ganger over gjennomsnittlig eksponeringsnivå for mindre enn 100 år siden. Det fins mange eksempler på at det oppstår helsemessige skadevirkninger ved eksponering for ELF-magnetfelt som ligger godt under de gjeldende ICNIRP-grensene.

For RF-eksponering åpner ICNIRPs retningslinjer for at allmennheten blir utsatt for 10^{18} ganger, dvs. 1.000.000.000.000.000 ganger mer enn det som var det naturlige bakgrunnsnivået for mindre enn 70 år siden. Retningslinjene åpner for at hvis der er topper som er kortvarige [f.eks. korte pulser], kan man tillate at de er enda 1000 ganger sterkere enn dette.

Virkninger av nye storskala eksponeringer opp gjennom historien

Det finnes en rekke studier av tidligere tilfeller der tanken om at nye typer eksponering kan utgjøre en helsefare, er blitt møtt med latterliggjøring fra det brede vitenskapelige fellesskap.

Her inngår sigarettøyk, ioniserende stråling og asbest, som nå alle er vel etablerte som helsefarer.

Det ville ikke være rimelig å legge seg på en linje der man antar at inntil noe annet er bevist, skal en ny eksponeringsform alltid anses for å utgjøre en risiko. Men i hvert av disse tilfellene [var problemet det motsatte]: de tidlige epidemiologiske studiene tydet konsekvent på at det var mulighet for skadevirkninger.

Et av de tidligste eksemplene er velkjent: smitteoverføringen av kolera gjennom vann, som ble identifisert av dr. John Snow i London i 1854. Den første reaksjonen på ideen om at sykdommen kunne overføres gjennom vannforsyningen, ble møtt med raseri og mistro, men straks vannpumpa det gjalt, ble stengt, ble det raskt vanskelig å benekte sammenhengen. Det tok likefullt flere tiår før vitenskapen var i stand til å begynne å forstå nøyaktig hvordan denne smitten hadde foregått i praksis.

Siden den gang har vitenskapen skaffet seg svært mye innsikt på alle områder som er relevante for menneskers helse, om alt fra fysisk påvirkning av cellebasert vev til cellebiologi og genetisk manipulasjon. Dessverre har vi ingen måte å vite hvor mange avgjørende hull i kunnskapen det fremdeles fins.

Det er derfor like uberettiget å anta at vi har all den kunnskapen som kreves for å fastslå en gang for alle hva som er den eneste måten en bestemt skadeårsak virker på, som det er å hevde at epidemiologi [medisinsk statistisk dataanalyse] kan slå fast om der er, eller ikke er, en årsakssammenheng.

Videre drøfting

Et av de grunnleggende prinsipper i vitenskapelig metode er å la virkeligheten snakke for seg selv, og så være villig til å endre på teorier man lenge har holdt fast ved, når det trengs. Dette legger den byrden på forskeren at han/hun må være nøye med å angi hva en bestemt studie innebærer, være tydelig om studiens begrensninger, og ikke hevde at den har større betydning enn den fortjener.

Denne tilnærmingen slår imidlertid begge veier: ingen påstander er berettiget som hevder at vitenskapen allerede har alle verktøy og tilstrekkelig forståelse for å identifisere alle de mekanismer som kan forårsake en bestemt helsepåvirkning.

En sammenheng kan være reell, men vitenskapen kan likefullt være årtier vekk fra å forstå de biologiske eller cellebaserte prosessene bak den aktuelle mekanismen. I det forrige århundret viste det seg gjentatte ganger å være problematisk å vente på at årtiene skal gå før retningslinjer eller restriksjoner for å forhindre skade kom på plass.

Forskning på kreftrelaterte virkninger fra både ELF og RF elektromagnetiske felt har nå nådd et slikt nivå at det internasjonale organet for kreftforskning (IARC) har klassifisert dem hver for seg som "klasse 2B mulige kreftfremkallende stoffer". At klassifiseringen ikke er strengere, skyldes ikke at epidemiologiske data spriker, men at det mangler støtte i eksperimentell forskning, samt

hypoteser om virkemåter og dertil knyttede studier. [Strid om omklassifisering til 2A pågår per 2017.]

Spesielt for ELF-felt er sammenhengen mellom eksponering for 400 nanoTesla og en økning i risikoen for leukemi blant barn svært tydelig og stabil over tid og over mange land. Dette mønsteret har stått seg selv etter at nyere studier har forsøkt å fjerne eller kontrollere for skjevheter og forstyrrende faktorer man trodde var i analysene. Man har ennå ikke funnet fram til noen mekanisme som forklarer at ELF elektromagnetiske felt skulle kunne føre til kreft, men der er ingen andre forklaringer som forklarer sammenhengen på noen rimeligere måte enn at ELF elektromagnetiske felt er årsak - til tross for at det er gjort mange forsøk på å lete fram slike.

Det fins også en rekke fortsatt uforklarte sammenhenger mellom ELF-eksponering og neurodegenerative sykdommer og andre kreftformer, hvor noen av sammenhengene er like sterke som for leukemi blant barn.

ICNIRP og andre internasjonale organer har satt standarder som er utformet for å beskytte befolkningen mot helsevirkninger som det er klart fastslått forårsakes av bestemte kjente mekanismer. Disse standardene vil alltid ha sin berettigelse.

Måten disse standardene presenteres og vedtas på gjør imidlertid at beslutningstakerne sitter igjen med det feilaktige inntrykk at mennesker er beskyttet mot helseskader dersom de angitte nivåene ikke overskrides.

I prinsippet skal dataanalyse og risikovurdering være forskernes og den publiserte forskningslitteraturens enemerker, mens beslutningene om hvordan risikoen skal styres, overlates til politikkenes område.

Politikkens beslutningstakere har vanligvis ikke tilstrekkelig vitenskapelig forståelse til å vurdere hvilken risiko en påvist sammenheng kan medføre, så de ber derfor forskere om å oppklare dette. I praksis får de da bare som råd at ytterligere tiltak for å redusere eksponeringen er unødvendige, ettersom "risikoen ikke er bevist utover rimelig tvil".

Løsningen på dette problemet [, altså at sammenhengen ikke er endelig bevist,] er ikke enkel, men i mangel av vitenskapelig sikkerhet er det en nyttig start at man får utredet deterministiske utfall, der både et "i-beste-fall-scenario" og et "i-verste-fall-scenario" legges fram i sin fulle bredde.

Bruker vi ELF elektromagnetiske felt som eksempel, vil slike scenarier variere fra ingen negative helseeffekter [i i-beste-fall-scenariet] til en fordobling av leukemi blant barn, en fordobling i alzheimers og amyotrofisk lateral sklerose (ALS), og en mindre økning i voksen brystkreft blant voksne, voksen leukemi, aborter, depresjoner og selvmord. Kostnaden for samfunnet for hver av disse risikoene kan beregnes ut fra den generelle risiko for disse sykdommene i befolkningen og det i-verste-fall-anslaget for risikøkning som man kan utlede av den forskning som foreligger fram til nå.

I det tilfelle der det foreligger bedre belegg, kan man gjøre gode analyser om sannsynlige utfall. Det gir mer realistiske prognoser om samfunnskostnadene som følger av at befolkningen eksponeres. De som utformer politikken vil da få et mer komplett bilde som underlag for å beslutte hvilke tiltak som er de mest hensiktsmessige, som de kan veie mot de mange andre faktorene som skal hensyntas i beslutningene.