



OPEN ACCESS

EDITED BY

Paul Ben Ishai,
Ariel University, Israel

REVIEWED BY

Frank Barnes,
University of Colorado Boulder, United States
Victor Alan Leach,
Oceania Radiofrequency Scientific Advisory
Association, Australia

*CORRESPONDENCE

Paul Héroux
✉ montaignier88@protonmail.com

RECEIVED 06 March 2025

ACCEPTED 05 May 2025

PUBLISHED 23 July 2025

CITATION

Héroux P (2025) Building the gulf of opinions on the health and biological effects of electromagnetic radiation. *Front. Public Health* 13:1589021. doi: 10.3389/fpubh.2025.1589021

COPYRIGHT

© 2025 Héroux. This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

This version is a translation of the original article.

Norwegian translation and adaption to original layout: Einar Flydal 2025

This version is available for free download at <http://einarflydal.com>.

[Explanations added in brackets.]

Hvordan meningskløften om helsemessige og biologiske virkninger av elektromagnetisk stråling ble skapt

Paul Héroux^{1,2*}

¹International Commission on the Biological Effects of Electromagnetic Fields (ICBE-EMF), Electromagnetic Safety Alliance, Inc., Tempe, AZ, United States, ²Department of Epidemiology, Biostatistics and Occupational Health, McGill University, Montreal, QC, Canada

Ved å bruke hendelser som forfatteren personlig var involvert i over mange år, forsøker artikkelen å forklare hvordan ulike synspunkter på helsevirkningene av elektromagnetisk stråling festet seg over tid. Noen mener virkningene er neglisjerbare, mens andre mener de er betydelige.

NØKKELORD

helsevirkninger, elektromagnetisk stråling, ELF, RF, biofysikk

Innledning

Helsekonsekvensene av ikke-termisk [som ikke varmer] elektromagnetisk stråling, både innen ELF- og RF-omenene [Ekstremt Lave Frekvenser og Radiofrekvenser], har vært kontroversielle siden tidlig på 1980-tallet (1). Rapporten om en sammenheng mellom leukemi hos barn og ELF-magnetfelt fyrte opp under diskusjonen i over et tiår, og tvang to svært forskjellige områder til å møtes - elektroteknikk og biologi.

Argumentene setter bransjens ledere og deres tilhengere og helse- og miljøvernere opp mot hverandre. Gitt at begge har tilgang til den samme vitenskapelige litteraturen, hviler de motstridende posisjonene på valget av eksperter, på hvilke deler av litteraturen som legges til grunn, og på hvordan den tolkes.

Denne artikkelen forsøker å forklare hvordan ulike syn på helsevirkningene av teknisk elektromagnetisk stråling har formet seg over tid. Noen mener virkningene er uvesentlige, mens andre hevder at de er betydelige.

Vi skal gå utenom enkelte klassiske, velrapporterte hendelser, slike som utviklingen av anbefalingene fra ANSI (21), IEEE (22) og ICNIRP (23), samt Bioinitiative-rapporten (24), ORSAA-databasen (25), Henry Lais litteratursamling (26) og NTP- og Ramazzini-eksperimentene (28) for i stedet å diskutere andre hendelser som kan virke mindre, men som kaster lys over de mer menneskelige sidene ved hvordan oppfatninger om helsekonsekvenser av EMS [elektromagnetisk stråling] er blitt formet.

For å løse det komplekse problemet med helsekonsekvenser av EMS, ble det holdt flere vitenskapelige møter over hele verden, tilsynelatende for å fremme vitenskapen og utvikle meninger.

Vi velger å rapportere noen hendelser som skjedde over en årrekke og der forfatteren var fysisk til stede. Slike direkte erfaringer krystalliserer seg lett ut til verdifulle minner. Vi tror at det å sette sammen slike tilbakeblikk kan brukes til å forklare hvordan motstridende oppfatninger om helsemessige konsekvenser av EMS ble dannet.

Adair 1991

Jeg deltok på en presentasjon av Robert Adair på et møte om bioelektromagnetikk, der han rapporterte at helsevirkningene av ELF var uforenlige med fysikkfaget. Adair var kjernefysiker og interessert i elementærpartikler. Han ble populær gjennom studiet av baseballens fysikk. Under sin pensjonisttilværelse var Adair involvert i helsevirkningene fra ELF-magnetfelt, ettersom hans kone Eleanor Adair ledet IEEE-komiteen for menneske og stråling og IEEE Standards Coordinating Committee 28 (Sub Committee 4) om RF-helsevirkninger.

Adairs presentasjon var basert på hans publikasjon fra 1991 med tittelen «Begrensninger på biologiske virkninger fra svake ekstremt lavfrekvente elektromagnetiske felt» (2). Adairs konklusjon var at «eventuelle biologiske virkninger fra svake ELF-felt på cellenivå må ligge utenfor rammen av konvensjonell fysikk.» Det virker sikkert at Adair innlemmet kvantemekanikk i «konvensjonell fysikk», siden han kalte Lednevs foreslåtte mekanisme for biologisk magnetfeltvirkning (3) «ikke bare dårlig vitenskap ... [men] sinnsvak kvantemekanikk.» Adair virket overbevist nok på egen posisjon til å utfordre Lednev, et medlem av Sovjetstatens Vitenskapsakademi fra Institutt for biofysikk i Puschino [(4) J/ F]. I april 1991 ble imidlertid fysikere i EPA [USAs miljøvernmyndighet] sitt vitenskapelige råds møte i San Antonio, ledet av Charles Susskind, enige om å slette referanser til Adairs artikkel i sine anbefalinger. Til tross for kontroversen i 1991 om Adairs konklusjon om at biologiske virkninger fra ELF var en fysisk umulighet, ble Adairs ideer svært godt mottatt av deltakerne. Deltakerne på møtet om bioelektromagnetisme var representanter fra bransjen blandet med akademikere som var klar over at forskningsfinansiering fra næringen garantert ville forbedre deres karriere ved universitetene. Følgelig turte ingen å utfordre Adairs bransjevennlige kommentarer, delvis også fordi detaljene i en artikkel ikke vanligvis dissekteres etter en podiumspresentasjon.

Da jeg senere leste gjennom artikkelen fra 1991, la jeg merke til mange dristige påstander, men det argumentet som var mest fremtredende i Adairs sinn, og det som ble tatt med i sammendraget hans, var følgende (s. 1043):

Ut fra likningen $E = B_{\text{Earth}} v$, ifølge hvilken en ladning i kroppen til en gående person som beveger seg med hastighet «v» og i jordens magnetfelt «B_{Earth}» skaper et elektrisk felt «E», bemerket Adair at dette feltet er lik det «maksimale feltet som skapes i kroppen av et 4 μT [mikroTesla] magnetfelt fra 60Hz vekselstrøm». [50Hz i Europa.] Dette innebærer at det å bli utsatt for ELF-magnetfelt ikke skulle kunne være farligere enn å gå en tur.

Det som det ikke er gjort tydelig oppmerksom på i artikkelen eller i sammendraget av artikkelen, er at siden ganghastigheten «v» er mer eller mindre konstant, slik også jordfeltet «B_{Earth}» er, er det induerte feltet E for det meste et likestrømsfelt, med mindre man [veksler retning med frekvens på] 60 Hz.

Hvordan kunne Adair glemme skillet mellom likestrøms- og vekselstrømsfelt, han som var fysiker av utdannelse? Man kan argumentere for at dette er en utligelig forglemmelse i en slik diskusjon. Om elektroingeniørene i hans publikum, med sin fagdisiplin forankret i Faradays lov ($\partial B/\partial t$), virkelig kunne unngå å få øye på denne blunderen, må de vel ha sittet igjen med budskapet at ELF-felt er uskadelige, slik det lå implisitt i Adairs resonnament?

Selv om fysikere i EPA utfordret Adairs konklusjoner allerede da de ble publisert, la Adair fram argumentene sine med styrke på en konferanse. Presentasjonen hans kan ha vært ganske innflytelsesrik på et publikum som allerede helte mot den konklusjon at biologiske ELF-virkninger var usannsynlige.

Armstrong 1994

I 1991 beskrev jeg et elektromagnetisk dosimeter (5) som ble brukt i den epidemiologiske studien til Électricité de France-Québec Hydro og Ontario Hydro om kreft hos kraftforsyningsarbeidere (6). I 1994 var jeg medforfatter av Benedict Armstrong et al.s artikkel «Sammenheng mellom eksponering for pulserende elektromagnetiske felt og kreft hos kraftforsyningsarbeidere i Quebec, Canada og Frankrike» (7).

Dosimeteret målte elektriske og magnetiske felt ved strømmens frekvens, samt Pulserende ElektroMagnetiske Felt, eller Høyfrekvente Transienter (PEMF-HFT-er) [som inngår i "skitten strøm"]. Jeg benyttet meg av dosimeterets evne til å registrere PEMF-HFT for å utvide frekvensområdet for feltene som ble samlet inn i den epidemiologiske studien, som i utgangspunktet var

begrenset til 60 og 50 Hz. Jeg kunne begrunne dette ekstra tillegget som et middel for å overvåke falske elektriske utladninger i kraftnett (feil som skaper en korona eller overslag), og dette møtte ingen motstand, ettersom ingeniører rutinemessig er positivt innstilt til å samle inn flere data.

En dramatisk vending kom da Armstrong, en statistiker innen anvendt biomedisin som da jobbet ved Department of Social and Environmental Health Research, London School of Hygiene and Tropical Medicine, rapporterte at PEMF-HFT-eksponeringer var forbundet med lungekreft hos arbeidere innen kraftforsyningsbransjen: «Det var etter alle standarder en sterk sammenheng mellom PEMF-HFT og lungekreft.» (7).

Etter denne avsløringen ba universitetets epidemiologiske team om en tilleggsfinansiering på 50 000 dollar i tillegg til de opprinnelige 3 000 000 dollar fra kraftforsyningsbransjen for å undersøke problemet rundt kreft knyttet til PEMF-HFT, men denne forespørselen ble avslått. Videre ble det krevd at alle dosimeterne og de innsamlede dataene skulle returneres til kraftforsyningsbransjen og aldri brukes igjen [(8) nov./des.].

Uansett hva man måtte mene om forbindelsen mellom PEMF-HFT og kreft, illustrerer disse hendelsene et tillitsgap mellom kraftforsyningsbransjen og universitetets epidemiologer. Kraftforsyningsbransjen var sannsynligvis så overbevist om at forbindelsen mellom PEMF-HFT og kreft var ugyldig at de følte seg berettiget til å nekte å forlenge prosjektet og avlyse enhver videre analyse. Nå skal det riktignok sies at [slike] oppdagelser i etterkant, [altså] statistiske analyser som utvikles etter at man har sett dataene, blir sett på med en viss skepsis innen epidemiologi. Eller ble kanskje den ekstra finansieringen oppfattet som et ønske om å forlenge en kontrakt?

Etter Armstrongs publisering ble jeg bedt av universitetsteamet om å legge fram kreftfunnene for IEEE's standardkoordineringskomité 28 (underkomité 4/SC4), ledet av Eleanor Adair. Jeg var engstelig under presentasjonen, ettersom jeg kjente til Eleanor Adairs urokkelige skepsis til helsevirkninger fra EMS og var fullt klar over at denne typen nyheter ikke var noe IEEE likte. Jeg ble imidlertid noe lettet da det ble bestemt at SC4 skulle danne en gruppe for å undersøke spørsmålene som Armstrongs rapport reiste. Bare noen timer senere befant jeg meg i et rom med rundt tjue personer, og det ble spurt etter frivillige til å undersøke denne interessante nye forbindelsen mellom PEMF-HFT og kreft.

Da det ble bedt om tre frivillige, rakte jeg opp hånden. Siden jeg bare så én annen hånd, hadde jeg grunn til å håpe at jeg ville bli med videre, siden jeg hadde mer innsideinformasjon om dosimeteret enn noen andre og hadde vært en del av det epidemiologiske teamet som oppdaget sammenhengene mellom PEMF-HFT og kreft.

Til tross for at navnet mitt ble behørig registrert, ble jeg ikke tatt med i det videre arbeid med PEMF-HFT i IEEE. Og det viste seg at verken Armstrong eller jeg ble bedt om å delta i noe slags oppfølgingsarbeid, verken med IEEE eller med kraftforsyningssektoren. Det er ikke ukjent at tett sammensveidde grupper som IEEE's underkomiteer foretrekker å jobbe med kritiske problemer sammen med personer de stoler på vil ha samme synspunkt, heller enn med forskere med mindre forutsigbare perspektiver. Det er en form for slagside, en såkalt bekræftelsesskjevheter. Siden universitetet ikke kunne bruke sin store opprinnelige database over PEMF-HFT-er videre, ble det bare utført et beskjedent arbeid (9) med temaet PEMF-HFT-er i de påfølgende årene. Det ble gjort ved å bruke positron-dosimeter innkjøpt av Statens Institut for Arbejdsmiljø i Danmark for å vurdere forekomsten av PEMF-HFT-er blant ulike populasjoner.

Innen kraftbransjen slo videre undersøkelser fast at det var usikkerhet om hvorvidt dosimeteret oppdaget PEMF-HFT-er eller utilsiktet stråling fra walkie-talkiene som ble brukt av kraftselskapenes folk (10). Dette plasserte observasjonen av økte kreftarter forbundet med PEMF-HFT-er mellom to stoler, slik at både kraftselskapene og telekommunikasjonsbransjen kunne distansere seg fra problemet.

I 1995 ga EPRI [kraftbransjens forskningsinstitutt] en kontrakt til konsulentene i EM Factor og Enertech for å utvikle et mer sofistikert dosimeter for PEMF-HFT. Prosjektet støtte imidlertid på praktiske vanskeligheter med å få produsert et kompakt instrument som kunne brukes til epidemiologiske studier [(11) sep./okt.]. Det kan skyldes at bransjen ikke var villig til å hjelpe fram en agenda som tok for seg transienter, for det var kjent at slike kunne ha sterkere oppvarmingsvirkning enn bakgrunnsstøyen, og oppvarming hadde jo vært [og er] den foretrukne begrunnelsen for de romslige stråleverngrensene som næringen har fremmet. Som uttalt av Dr. Antonio Sastre, en konsulent sponset av EPRI basert i Suffern, NY: «Innvendingen om at felt i omgivelsene er for svake med hensyn til [å skape] termisk støy trenger ikke å gjelde for transienter», [(12), s. 5, (30)].

Denne blokkeringen minner om det dilemmaet som rammet [USAs] National Toxicology Program om helsevirkninger fra radiofrekvent stråling (RF) fra mobiltelefoner. Også der later det til at tekniske utfordringer har svekket en oppfølging av NTP-studien [NTP], som jo fant en sammenheng mellom mobiltelefonstråling og kreft (13).

Videreføring av forskning på både PEMF-HFT-er og mobiltelefoner kan nok være teknisk utfordrende, men de eventuelle kostnadene for folkehelsen kan være vidtrekkende, ettersom det, i motsetning til andre potensielle kreftfremkallende virkestoffer, ikke er et alternativ å holde seg unna dem. Det mer sannsynlige motivet er nok heller at det er usikkert hvilke resultater som ville komme ut av å drive undersøkelsene videre innover i et nytt og ukjent terreng, noe som jo er en typisk side ved ekte forskning. Resultater som endrer oppfatninger om sikkerheten i viktige næringer er kanskje ikke det som ledelsen finner mest attraktivt. Og kan vel ledere i store selskaper eller offentlige etater klandres for at de ikke vil investere sine hardt tilkjempede midler i forskning som kan utløse store omveltninger?

Rundt 1994 brukte mange forskere, herunder Robert Becker, PEMF-er til å forbedre regenerering av vev (14). I dosimeterartikkelen beskrev jeg den høyfrekvente datakanalen [som nettselskapene bruker til å kommunisere over kraftlinjene] som «High Frequency Transients» (HFT) av hensyn til det vitenskapelige miljøet som driver med vevsregenerering. Jeg ville unngå å kaste en skygge over de terapeutiske bruksområdene som bruker betegnelsen «PEMF», og som omfatter beinhealing ved beinbrudd med avstand mellom flatene (15) og annet arbeid med regenerering. I artikkelen sin gikk imidlertid ikke Armstrong inn for denne terminologiske nyskapningen og erstattet HFT med PEMF (som var mye bedre kjent). Ikke uventet skrev Becker et brev til meg der han uttrykte sin misnøye med følgene av at PEMF-er på denne måten kunne bli forbundet med kreft.

Mens PEMF-er fortsatt brukes terapeutisk i dag, ble betegnelsen «HFT» glemt, og pulset signalering fra digital telekommunikasjon blir støtt og stadig gransket med tanke på om den har kreftfremkallende egenskaper (16).

Denne overlappende todelingen mellom sykелighet og terapi er vanskelig å løse. Den er uansett tydelig knyttet til den biologiske konteksten der feltene brukes, og til eksponeringenes intensitet, varighet og pulsenes ulike parametre. Uttrykt med RF-fagets talemåter betyr dette at moduleringer og crest-faktorer er viktige for å bestemme biologiske utfall, og at biologien reagerer i henhold til tidsforløpet for eksponeringene.

Lai 1997

Jeg deltok på en konferanse der Lai og Singh presenterte resultatene av sin artikkel «Akutt eksponering for et 60 Hz magnetfelt øker DNA-brudd i rotters hjerneceller» (17).

På den tiden jobbet for forskningsavdelingen til et strømselskap og innså at jeg kunne være vitne til et stort fremskritt innen biofysikk. Ifølge strømselskapenes syn var DNA-brudd umulige fordi strålingen er «ikke-ioniserende». Lai holdt det siste foredraget i sesjonen og etter at han var ferdig, skyndte jeg meg til podiet for å få flere detaljer, i forventning om at jeg måtte konkurrere om oppmerksomheten hans med andre forskere som var ivrige etter å få vite mer. Men til min overraskelse ble rommet raskt tomt, og Lai og jeg ble igjen alene.

Det som hadde skjedd, er rapportert i Microwave News [(8) XIV nr. 6, (29) XVII, nr. 1]: Det var at Lai allerede var blitt utsatt for «krigsspillet» til Motorola på grunn av sine tidligere resultater som koblet DNA-skade til RF-stråling. Lai var blitt utstøtt av en bransje som krevde at Lai skulle sparkes fra universitetsstillingen sin (18).

Motorolas kommunikasjonsavdeling sendte ut følgende uttalelse om Lais arbeid:

"Selv om dette arbeidet reiser noen interessante spørsmål om mulige biologiske virkninger, er det vår forståelse at det er for mange usikkerheter – knyttet til metodikken som er brukt, funnene som er rapportert og vitenskapen som ligger til grunn for dem – til å trekke noen konklusjoner om betydningen på dette tidspunktet. Uten ytterligere arbeid på dette feltet er det absolutt ikke noe grunnlag for å slå fast om forskerne fant det de rapporterer å ha funnet – eller at resultatene i det hele tatt har noe å gjøre med DNA-skade eller helseisriko, spesielt ved de frekvenser og effektnivåer [som brukes av] trådløse kommunikasjonsenheter."

PR-spesialister etterlyser ofte «mer arbeid innen dette feltet» for å få noe de kan framlegge som ugunstig for forskningsresultatene. Å gjenta studier er innen biologi ikke sammenlignbart med hva det er innen fysikk, først og fremst fordi biologiske modeller [dvs. dyrene man bruker til forsøk] er levende og i stadig endring.

Er Motorolas utsagn ovenfor en legitim parering fra bransjens side mot Lais resultater? Dette avhenger av om utsagnet er utstedt av en advokat eller av en forsker innen bransjen.

I ørene til biologiske og mange andre forskere virker utsagnet ovenfor, sammen med forfølgelsen av Lai, som ble rapportert i University of Washington Magazine (18), som en svært fiendtlig reaksjon på publiseringen av en vitenskapelig artikkel.

I et bransjemiljø er det imidlertid lett å understreke usikkerheten knyttet til biovitenskapelige resultater. Der er det nødvendigvis en viss utålmodighet med de mange vitenskapelige undersøkelsene, som jo kan være på villspor og som utfordrer gjeldende sikkerhetspraksis i bransjen på svært grunnleggende vis.

Poenget mitt er at mens Lai var opptatt med å forsvare seg mot ulike utfordringer fra institusjonene, forsterket disse kommentarene mistilliten som ingeniør- og næringslivet hadde til de biologiske vitenskapene.

Ingeniørfag kan få til underverker hvis de støttes med riktige ressurser til utvikling. Disse ressursene er ofte på sin side bestemt av investeringer og er svært følsomme for regulatorisk usikkerhet som kan utsette inntjeningen, slik det skjedde i tobakks- og asbestindustrien.

Dette står i motsetning til det som den akademiske verden holder høyest – åpne søken etter kunnskap. Næringen føler at pengene deres er hardt tjente i et miljø med hard konkurranse og blir misbrukt når de deles ut til helseforskning.

Phillips 2009

Jeg deltok på en konferanse der Dr. Phillips la fram sin artikkel «Elektromagnetiske felt og DNA-skade» (19). På grunn av samarbeidet med Lai og Singh ville kometanalysen [gelelektroforese], som tidligere var blitt brukt til å vise skade fra ELF- og RF-stråling, åpenbart være sentral i den artikkelen.

Før konferansen nevnte jeg artikkelen og *komettesten* til min overordnede i kraftselskapet der jeg jobbet. Svaret hans, som tydeligvis var en frukt fra bransjens vinranke, var kort: «Det er ikke en god test.»

Jeg trakk meg forsiktig tilbake, vel vitende om at min sjef i næringen ikke hadde noen konkret kunnskap om biologi, og at hans negative kommentar om komettesten kom fra hans kontakter i kraftbransjen. På den tida hadde jeg ennå ikke tilegnet meg noen betydelig erfaring i biologilaboratorier og kunne ikke utfordre hans syn.

Etter Phillips sin konferanse passet jeg på å komme i heisen med ham og spurte: «Jeg har hørt at komettesten ikke er særlig bra?» Phillips svarte umiddelbart med et sjokkert blikk: «Det er en svært god test.» Vi sto der begge to, litt flau, men vel vitende om at heisdørene ville åpne seg om noen sekunder og dermed gjøre slutt på den pinlige situasjonen. Dette er den korteste vitenskapelige samtalen jeg noensinne har hatt.

Det har vist seg at komettesten er svært god og er en foretrukket analyse over hele verden (31). Selv om den er vanskeligere å bruke enn mikrokjerne-erytrocytt-testen, er den mye mer anvendelig. Så var egentlig motviljen mot å akseptere Lais resultater knyttet til tvil om Singhs kompetanse eller til skepsis om hvorvidt generell biofysikk er til å stole på?

Var den korte dialogen et symbolsk uttrykk for den spinkle dialogen mellom næringen og biologifaget? Phillips så ut til å mene det, ettersom han på slutten av artikkelen sin hadde kommentert, med henvisning til Francis Crick: «...forskere som har teoretisk motstridende posisjoner kan engasjere seg i fruktbar debatt for å forbedre forståelsen av underliggende prinsipper og fremme vitenskapen generelt ... men det finnes eksterne faktorer knyttet til økonomi og politikk som hindrer dette i å skje.»

De «eksterne faktorene knyttet til økonomi og politikk» som hindrer produktive diskusjoner i å skje, tar form som motstridende oppfatninger av de samme hendelsene. De motstridende oppfatningene oppstår fordi ulike utdanningskulturer gir ulike grunnlag for å danne vitenskapelige meninger, for eksempel slik Maxwells ligninger kontra evolusjonsteorien gjør.

Men Phillips påpeker at konflikten utgjør en strid om samfunnets begrensede ressurser, mellom ingeniørfag og biologi. Konflikten har også å gjøre med individers strategiske manøvrering og ulike teknologiområders kamp for å drive sin utvikling på bekostning av andre områder. Og på grunn av disse kampene kan menneskers helse bli skadelidende. Uansett hvor gode kommunikasjonsevnene er, danner det seg kløfter mellom fagene. Med mindre det skjer mirakler, fortsetter gjerne kontaktene mellom diametralt motsatt plasserte vitenskapelige disipliner å være primitive.

Avslutning

De fire eksemplene ovenfor illustrerer ulike sider ved de oppfatningene som står opp mot hverandre. Hvordan tolkes de grunnleggende referansene i debatten ... er vekselstrøm- og likestrømfelt på noen måter likeverdige (Adair)? Gir den spesifikke absorpsjonsraten [SAR], som er en varmevariabel, mer innsikt enn [påvisninger av] elektriske og magnetiske felt? Bør ingeniørenes syn på problemet få kvele dets biologiske sider? Kan mennesker virkelig simuleres [på meningsfullt vis] som en salt- og sukkerløsning, slik det gjøres ved SAR-målinger? Hvor problematisk er det at man ikke følger opp utfordrende spor (Armstrong), at man legger press på budbringerne som forteller om observasjoner som bransjen ikke ønsker seg (Lai), og at man undergraver eller underkjenner biologifagets arbeidsteknikker (Phillips)?

I episodene jeg har fortalt om over, er det et hovedmotiv at de samme fakta tolkes ulikt utfra enkeltpersoners utdannelse og hvor de er ansatt.

Men kontroll over den felles agendaen i det offentlige rom er like viktig, og frammøtet på vitenskapelige samlinger [der fortellingen formuleres] kan være sterkt skjev og partisk.

Temaet helsemessige følger fra elektromagnetisk stråling (EMS) ble til tider ansett som avgjørende for næringens interesser, mens temaet kan ha virket mindre presserende for det biomedisinske miljøet.

Var så næringen, fordi den hadde sterke interesser i resultatene, i sin fulle rett til å ta kontroll over debatten og begrense den til å handle om varme?

Hadde næringen rett til å bruke IEEE til å gjøre sitt anliggende - at oppvarming er det viktige - til den offentlige politikken til så mange regjeringer over hele verden?

Var næringen berettiget til å kontrollere utviklingen av EMS-forskning ved å bruke sin [fysikk- og ingeniørfaglige] ekspertise innen elektromagnetisme til å dominere området, samtidig som de mest kritiske faktorene jo hører hjemme i biologi- og medisinfagene?

At fokuset ble rettet mot ionisering og oppvarmingsgrenser sørget for at næringen fikk resultater som ga den arbeidsfred. Mikrobølgeovnenes suksess fremmet et syn på menneskekroppen som en dipol [molekyler med ulike ladninger i ulike deler, og derfor i stand til å varmes opp av EMS] snarere enn som en elektrisk leder, men dette synet varer kanskje ikke evig (20).

Erklæring om datatilgang

De originale bidragene som presenteres i studien inngår i artikkelen/tilleggs materialet. Ytterligere henvendelser kan rettes til den korresponderende forfatteren.

Etikkerklæring

Skriftlig informert samtykke ble ikke innhentet fra personen(e) for publisering av dataene i denne artikkelen siden informasjonen tidligere er publisert i Microwave News.

Forfatterskap

PH: skiving av originalutkast, gjennomgang og redigering.

Finansiering

Forfatteren(e) erklærer at det ikke ble mottatt økonomisk støtte til forskningen og/eller publiseringen av denne artikkelen..

Interessekonflikter

Forfatteren erklærer at forskningen ble utført uten kommersielle eller økonomiske bånd som kan tolkes som en mulig interessekonflikt.

Erklæring om generativ KI

Forfatteren erklærer at det ikke ble brukt noen generativ KI under utarbeidelsen av dette manuskriptet.

Utgivers merknad

Alle påstander som uttrykkes i denne artikkelen er bare forfatterens egne og representerer ikke nødvendigvis oppfatningene

Referanser

- Wertheimer N, Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood Cancer. *Am J Epidemiol.* (1979) 109:273–84. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a112681
- Adair RK. 1991 constraints on biological effects of weak extremely-low-frequency electromagnetic fields. *Phys Rev A.* (1991) 43:1039. doi: 10.1103/PhysRevA.43.1039
- Lednev VV. Possible mechanism for the influence of weak magnetic fields on biological systems. *Bioelectromagnetics.* (1991) 12:71–5. doi: 10.1002/bem.2250120202
- Microwave News (1991). p. 8. Available at: <https://microwavenews.com/back-issues/1991>
- Héroux P. A dosimeter for assessment of exposures to ELF fields. *Bioelectromagnetics.* (1991) 12:241–57. doi: 10.1002/bem.2250120405
- Theriault G, Goldberg M, Miller AB, Armstrong B, Guenel P, Deadman J, et al. Cancer risks associated with occupational exposure to magnetic fields among electric utility Workers in Ontario and Quebec, Canada, and France: 1970–1989. *Am J Epidemiol.* (1994) 139:550–572.
- Armstrong B, Theriault G, Guenel P, Deadman J, Goldberg M, Héroux P. Association between exposure to pulsed electromagnetic fields and Cancer in electric utility Workers in Quebec, Canada, and France. *Am J Epidemiol.* (1994) 140:805–20. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a117329
- Louis Slesin, PhD. Microwave News, vol. XIV No 6 (1994). p. 1. Available at: <https://microwavenews.com/back-issues/1994>
- Skotte JH. Exposure to high-frequency transient electromagnetic fields. *Scand J Work Environ Health.* (1996) 22:39–44. doi: 10.5271/sjweh.107
- Sarma Maruvada P, Jutras P, Plante M. An investigation to identify possible sources of electromagnetic field transients responsible for exposures reported in recent epidemiological studies. *IEEE Trans Power Delivery.* (2000) 15
- Microwave News, vol. XV No 5 (1995). p. 4. Available at: <https://microwavenews.com/back-issues/1995>
- Sastre A, Kavet R, Guttman JL, Weaver JC. “Residential magnetic field transients: how do their induced transmembrane voltages compare to thermal noise?” paper no. A-33, DOE, (1994).
- NIEHS (2024). “The research was technically challenging and more resource-intensive than expected. No additional RFR studies are planned.” Available online at: https://www.niehs.nih.gov/sites/default/files/NTP_cell_phone_factsheet_jan_2024_508.pdf
- Becker RO, Selden G. The body electric. Electromagnetism and the foundation of life. New York: Quill, William Morrow (1985).
- Shi H, Xiong J, Chen Y, Wang J, Qiu X, Wang Y, et al. Early application of pulsed electromagnetic field in the treatment of postoperative delayed union of long-bone fractures: a prospective randomized controlled study. *BMC Musculoskelet Disord.* (2013) 14:35. doi: 10.1186/1471-2474-14-35
- 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. doi: 10.1371/journal.pone.0185461
- Lai H, Singh NP. Acute exposure to a 60 Hz magnetic field increases DNA Strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics.* (1997) 18:156–65. doi: 10.1002/(SICI)1521-186X(1997)18:2<156::AID-BEM8>3.0.CO;2-1
- University of Washington Magazine (2005). Available online at: <https://magazine.washington.edu/feature/uw-researchers-wake-up-call-on-cellphone-radiation-is-finally-getting-heard/>
- Phillips JL, Singh NP, Laib H. Electromagnetic fields and DNA damage. *Pathophysiology.* (2009) 16:79–88. doi: 10.1016/j.pathophys.2008.11.005
- Héroux P. The collision between wireless and biology. *Heliyon.* (2025) 31:e42267. doi: 10.1016/j.heliyon.2025.e42267
- American National Safety Institute standard. American National Standard Safety Levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 300 kHz to 100 GHz. ANSI C95.1-1982. (1982).
- IEEE Std C95.1-1982. American National Standard safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 300 kHz to 100 GHz. New York, NY, USA. COMMENT: IEEE (1982).
- ICNIRP International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Phys.* (1998) 74:494–522.
- BioInitiative (2007) BioInitiative report: A rationale for a biologically-based public exposure standard for electromagnetic fields (ELF and RF). Available online at: bioinitiative.org Accessed 26 April 2024.
- ORSAA. Oceanic Radiofrequency Scientific Advisory Association. Available online at: <https://www.orsaa.org/resources.html> (Accessed 24 April 2024).
- Lai H. A summary of recent literature (2007–2017) on neurobiological effects of radiofrequency radiation In: M Markov, editor. Mobile communications and public health. Boca Raton: CRC press (2018). 187–222.
- National Toxicology Program (2019) Cell phone radio frequency radiation. Available online at: <https://ntp.niehs.nih.gov/whatwestudy/topics/cellphones/index.html>. Accessed 26 April 2024.
- 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. doi: 10.1016/j.envres.2018.01.037
- Microwave News, vol. XVII, No 1 (1997). p. 13. Available at: <https://microwavenews.com/back-issues/1997>
- Johnson G.B., Kavet R., Sastre A., “Residential magnetic field transients: effect of residential services on fields arising from distribution line capacitor Bank switching.” Paper No. P-130A, BEMS (1995).
- Cordelli E, Bignami M, Pacchierotti, F. Comet assay: a versatile but complex tool in genotoxicity testing. *Toxicology Research* (2021) 10, 68–78. doi: 10.1093/toxres/tfaa093