

Forskere tverrvender og advarer mot 5G

Denne teksten ble først publisert på <http://einarflydal.com> den 18.01.2019.

Når fagfolk gjør tverrvending på grunn av innsikt de har skaffet seg, er det grunn til å lytte. For det koster dem som regel en del. Ikke minst prestisje og karriere. Når det gjelder elektromagnetiske felt og helserisiko fins det mange slike eksempler der ute på det store nettet - etterretningsoffiserer, direktører fra Nokia og Microsoft, teknologispesialister som plutselig selv ble syke, osv. Og leger som har kommet med det ene oppropet etter det andre.

For litt siden kom jeg over et spesielt interessant tilfelle: en gjeng forskere fra ulike land som hadde jobbet intenst og i en årrekke med å utnytte "millimeterbølger" til nye og spennende anvendelser - altså slike svært høyfrekvenser som etterhvert skal tas i bruk til 5G. De har - med litt skiftende bemanning - publisert en rekke artikler, hvorav sju er referert her.

Men så konkluderer de med skarpe advarsler mot å bruke slike frekvenser til 5G, slik planen er. De advarer faktisk så sterkt forskere kan gjøre.

Budskapet deres er:

- Skadevirkninger som berører sentralnervesystemet må forventes. Det er uforsvarlig å ta i bruk slike høye frekvenser uten å undersøke virkningene skikkelig først.

Å se på hva disse forskerne har drevet med, er spennende og lærerikt. Det gir samtidig en innføring i hva "greia er" med akkurat denne typen bølger. Nedenfor blir det hele riktignok fortalt av meg, en samfunnsviter fra telekomsektoren, så detaljer kan være upresist gjengitt og til og med misforstått, men det er ikke så farlig i akkurat denne sammenhengen, for konklusjonen blir uansett den samme. (Klarer du å lese "the real thing", som er spekket med matematiske formler og fysikk-detalljer, får du gå til kildene selv.)

Om å fjernavlese hjerter og sinn med millimeterbølger

Når vi bruker en 4G mobil som sender med frekvens rundt 1 GHz, er bølgene 30 centimeter mellom toppene. 5G-forsøkene bruker foreløpig 5 GHz, samme frekvens som en moderne WiFi-ruter. Den frekvensen har en bølgelengde på 6 centimeter. Etterhvert kommer 5G til å ta i bruk frekvenser på 60 GHz (5 mm) og høyere, og teknologer arbeider med å ta i bruk frekvenser over 300 GHz, som tilsvarer bølgelengder på 1 millimeter og kortere.

Teknologene har lenge vært begeistret over alt som millimeter-korte bølger kan brukes til. Det foregår forskning med store visjoner rundt på kloden, blant annet innen medisinsk diagnostikk. Mye av forskningen dreier seg om å måle ved å undersøke ekkoene man får, for eksempel fra et vibrerende DNA-molekyl. For alt vibrerer visst, bare man kan måle nøye nok. Og utsetter man materialer for bølger, kan de begynne å svinge med og sende et ekko tilbake. Ekkoet kan avsløre de mest ørsmå detaljer, for eksempel om DNA-molekylets oppbygning. Millimeterbølger gir muligheter for å observere og måle gjenstander som er så små at man ikke får målt dem på annen måte - ved å analysere deres vibrasjoner og ekkoet de sender tilbake dersom de "plukker opp" bølgene som sendes mot dem, og dermed får sine egne vibrasjoner påvirket.

Så kom jeg altså over noen artikler fra en litt skiftende forskergruppe som har vært opptatt av hvordan ekkoet fra huden kan brukes til å undersøke en rekke medisinske sider ved pasienter. (Se de første sju artiklene i referanselista.) For millimeterbølger reflekteres av huden, visste de, og huden endrer egenskaper etter hvordan vi har det. Dermed tenkte de at de kunne finne en måte å fjernavlese kroppens tilstander på ved å analysere ekkoet.

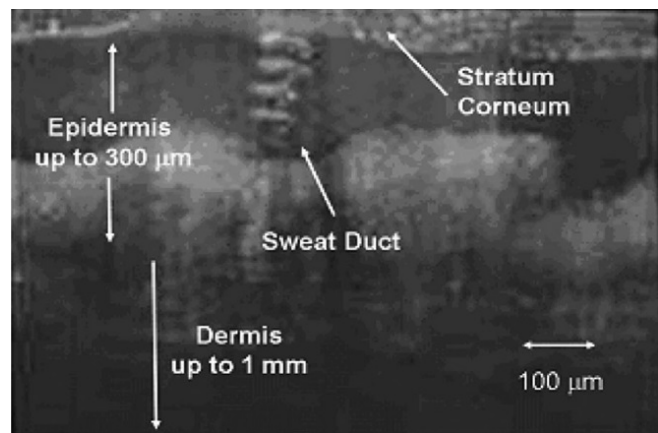
Funnene: Huden plukker opp og reflekterer millimeterbølger

Forskerne fant ut følgende, bit for bit:

Huden er tykk nok til at en del millimeterbølger kan avsette energi i den. Det krever at huden - eller noen organer i den - er minst like tykke eller lange som halve bølgelengden, og det kan de jo være med slike korte bølger. Er huden for tynn i forhold til bølgelengden, vil ikke noe av energien plukkes opp i huden. Det er en forutsetning som har vært lagt til grunn i forskrifter om grenseverdier til nå, men når bølgene blir korte, gjelder altså ikke den forutsetningen lenger. For da forteller standard bølge teori at energi kan avsettes i huden. Mer om det følger nedenfor.

Forskerne fant at når millimeter-bølger treffer huden, vil noe av dem reflekteres fra de ulike lagene i huden. Forskerne påviste at bølgene reflekteres ulikt fra de ulike delene av huden, og at ekkoet som kan registreres, avhenger av individets fysiske og psykiske tilstand.

De fant også et organ som var stort nok til at millimeterbølger absorberes i betydelig grad og gir *resonans*, altså setter dette organet i svingninger slik at det sender ut et ekko nærmest som om det var en antenne: de ørsmå, spiralformede *svettekanalene*. Disse ørsmå kanalene er spiralformede ledere som fører svetten ut fra svettekjertlene og fram i huden (se "spiral fjæra" på elektronmikroskop-bildet). Siden de er spiralformede, er de ganske lange og kan derfor plukke opp lavere frekvenser (lengre bølger) enn andre deler av huden.



Hudlag med svettekanal, Copyright 2008, American Physical Society

Huden er full av slike svettekjertler og svettekanaler. Svettekjertlene fungerer sammen med resten av huden som en forlengelse av sentralnervesystemet. Hvordan vi svetter og andre endringer i huden avhenger av vår fysiske og psykiske tilstand.

Svettekanalene absorberer altså vesentlige deler av energien i millimeterbølger, og fungerer som antenner som sender et ekko tilbake. Hvordan dette ekkoet blir, avhenger av svetten. Resonansen blir derfor ulik avhengig av en rekke faktorer, blant annet hvilke frekvenser som sendes mot huden, av svetten, og av andre forhold som ble for tekniske eller fysiologiske til at jeg har forsøkt å forstå dem. Men jeg skjønner at her hadde forskerne funnet innfallsporten til et informasjonssystem det kan høstes fra når noen bare finner ut i større detalj hva slags tilstander i kroppen som slår ut hvordan i ekkoene. Formen på refleksjonen som sendes tilbake fra huden, kan altså brukes som kilde til informasjon om personens tilstand.

Forskerne fant f.eks. at de kunne lese av om hjertet til forsøkspersonen hadde en forhøyet *ST-puls*. Det er en indikasjon på hjerteinfarkt som er synlig på EKG. De fant også at de kunne måle forskjell på grad av psykisk stress hos forsøkspersonene. Dermed kan man ved lese av hvordan bølgene reflekteres, etterhvert kanskje få noen hint om hva slags psykisk tilstand du er i.

Refleksjonen, eller ekkoet, kunne leses av på en avstand av ca 70 cm fra hudens overflate. Tenk hvordan det kan revolusjonere legens arbeid, for eksempel når pasienter kommer inn på legevaktas akutt mottak! På et øyeblikk kan legen kanskje avlese viktige sider ved pasientens tilstand - uten en gang å desinfisere apparatet som brukes mellom hver pasient. Det sparer tid og penger.

Alle de andre detaljene forskerne tar for seg i artiklene sine er i vår sammenheng uvesentlige. Det interessante for oss er at forskerne samtidig hadde funnet ut at energi fra strålingen avsettes i huden,

og at påvirkning av huden, og indirekte sentralnervesystemet, dermed er en særdeles reell mulighet, siden vi jo må gå ut fra at det kommuniserer to-veis og ikke bare énveis ut til huden.

Disse forskerne som i utgangspunktet skulle finne fram til praktiske anvendelser av millimeterbølger, trakk etter tiårs forskning eller så, noen svært tydelige konklusjoner. De kom seinst i en artikkel i det anerkjente *Environmental Research*, et tidsskrift som vi nok kan ta for gitt at Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (tidligere Statens strålevern) og andre relevante myndigheter under Helsedepartementet *ikke* leser. For slikt rekker man ikke i en travel hverdag. Jeg summerer opp min sammenfatning, og gjengir dernest forskernes konklusjoner mer ordrett:

Huden er menneskets største organ. Vi kan på ingen måte ta for gitt at huden ikke påvirkes av millimeterbølger. Tvertimot ville det være å forvente, for i huden er det ørsmå organer som gir resonans, og huden plukker opp vesentlige deler av energien fra bølgene. Som vi lærer i fysikken, blir energi ikke borte, den bare omdannes. Og da til hva? Det vet vi ikke, for dette er ikke undersøkt. Men når sentralnervesystemet benytter seg så intenst av huden som forskningen tyder på, må vi forvente at det har konsekvenser om vi klusser med nettopp dette - altså med hvordan sentralnervesystemet får benyttet seg av huden. Og det gjør vi når vi påvirker den. Kanskje klusser vi med mye annet også.

Å bygge ut en teknologi som baserer seg på slike frekvenser, er derfor uforsvarlig. Eller sagt med deres egne ord - diplomatisk, men lett omskrevet til forståelig norsk (av meg), og satt sammen fra to av deres artikler:

... Signalene som kommer fra svettekanalene, åpner lovende muligheter for å utvikle sensorer som kan avlese mentalt stress og fysiologiske egenskaper på avstand. Men de samme signalene viser også at det foreligger en fare gjennom de høye absorpsjonsnivåene som simuleringene våre tyder på. Dagens sikkerhetsanbefalinger er så gamle som fra 2009 og forholder seg i hovedsak til oppvarmingsskade, noe som ikke er relevant for våre funn. Mens informasjonsnæringen galopperer fram mot 5G-standardene, med bruk av stadig høyere frekvensområder, viser forskningen vår at der er et reelt behov for å vurdere om på hvordan sikkerhetsnivåene skal fastsettes.

...

Framskrittene innen halvlederteknologi og behovet for høy dataoverføringshastighet presser kommunikasjonsnæringen til å ta i bruk frekvensområdet opp mot 1 THz. Dette er riktignok en forholdsvis lite utnyttet del av det elektromagnetiske spektrum, men det har sin pris å ta det i bruk. For frekvensområdet er så høyt at signalet dempes av atmosfæren. For å få brukbar dekning, må det derfor plasseres ut mange små og forholdsvis kraftige sendere med ganske kort rekkevidde. Resultatene av vår forskning understreker at snarere enn i blinde å haste avgårde med disse løsningene, må man først undersøke konsekvensene for menneskers helse, ettersom disse bølgelengdene nærmer seg dimensjonene på elementer i huden som kan reagere. Forskningsresultatene viser den dominerende rollen som svettekanalene har når det gjelder hvordan huden absorberer elektromagnetisk energi. Vi har godt grunnlag for å trekke den slutningen og for å hevde at hvis man akter å la 5G bli den nye standarden for trådløse nettverk (WLAN) i løpet av de nærmeste årene, bør man ta i betraktning de vesentlige betenkelighetene som gjelder hvordan menneskekroppen vil bli påvirket biologisk.

Sterkere formuleringer kan man ikke forvente fra forskerhold. Forøvrig har det alt i 50 år vært påvist i en rekke studier at millimeterbølger har biologiske virkninger. Forskerne viser selv til slike kilder. Jeg har også vist til slike tidligere, som f.eks. viser at visse bakterier vi helst ikke bør forstyrre for mye, bruker millimeterbølger i sin kommunikasjon ([bloggpost 17.02.2017](#)).

Vi vet altså ikke hva vi tukler med når vi tar slike frekvenser i bruk. Kroppen er full av organer i ulike størrelser. Hvem har oversikt over hvilke frekvenser som er "ledige" fordi ingen organer

absorberer energien fra dem? Det vet selvsagt ingen, hverken hva gjelder mennesker eller andre skapninger.

Framdriften sørger for at bevisene kommer for seint

Det er blitt rapportert fra de byene som først satte i gang 5G-pilotanlegg at man har sett insekter bli borte og fugler falle døde ned fra himmelen uten tegn til virus, bakterier eller andre sykdommer (f. eks. [Sott.net, 18.1.2019](#)). Har de fått akutt hjertestans av å fly inn i 5G-strålekjegler? Ingen vet, for ingen undersøker. Kildene er ikke de aller beste, men er vel til de grader i strid med utbredte oppfatninger at de automatisk blir tatt for å være upålitelige, og slike observasjoner blir ikke en gang nevnt i de store mediene. Hadde det vært snakk om fugleinfluensa, ville et stort apparat vært satt i gang av helsevesenet. Hvordan skal forøvrig slikt etterforskes? Forskning på slikt tar fort 10 år, og insekter og fugler ville vært borte før forskerne kunne trukket sikre konklusjoner.

Det er ganske enkelt deprimerende, og selvsagt i strid med enhever føre-var-tenkning. Samfunnet burde selvsagt satt inn stunt-forskning og pålagt telekom-bransjen å utrede med uavhengig mannskap, slik veimyndighetene er pålagt å sette i gang akutt-arkeologi dersom man finner så mye som en skålgrop eller en gammel hustuft når nye veier skal bygges.

Hva er det med millimeterbølgene?

Hvorfor har millimeterbølgene som 5G skal bruke etterhvert, større påvirkning enn lengre bølger? Nedenfor får du en forklaring. Den tar bare for seg *bærefrekvensen*, eller *grunnfrekvensen* som det også kalles. Man får bare huske på at i virkeligheten fins det flere mekanismer og bærefrekvensen er slett ikke den eneste: På toppen av bærefrekvensen oppstår det mange lavere frekvenser når informasjon skal kodes inn i radiobølgene, og det brukes nye teknologier (faseforskyvning/"phased array", se [bloggpost 26.02.2018](#)). De gjør at strålen konsentreres og styres nesten som en laserpeker, og får bli langt kraftigere enn dagens. Men slikt blir for komplisert å ta med her, så det holder vi utenom. Vi ser også bort fra at selv i slike høye frekvenser, vil det blandes inn lave frekvenser som har kjente, meget biologisk aktive virkemåter. Vil du vite mer om dette, så se (Flydal 2018) pkt. 4.2.5 s. 99).

Så da tar vi litt bølgeteori:

Tenk deg at du ligger ute i vannet på en flåte og det kommer fem tsunami-bølger som er 1 000 meter lange og 10 meter høye. Langsamt hever de hele flåta og senker den pent ned igjen. Omtrent som flo og fjære. Du bremser ikke bølgene det aller minste. Det ville heller ikke tusen flåter gjort i nevneverdig grad.

Tenk så at det kommer 5 bølger som er 10 meter høye, men at det bare er 3 meter mellom bølgetoppene. Da ville du og flåta fått skikkelig juling. For energien ville støtt mot deg og flåta med noen voldsomme slag. Dersom det var tusen flåter der, ville dere fungere som bølgebrytere: En del av energien ville bli absorbert. Flåtene ville kanskje bli knust eller skadet, men de ville dempet bølgene på veien.

Telekom- og trådløs-bransjen er konstant ute etter mer trådløs kapasitet. Siden alt annet av frekvenser er nesten brukt opp allerede, må man stadig ta i bruk høyere frekvenser, altså kortere bølgelengder. Sett fra teknologenes og bransjens side, er ulempen med kortere bølgelengder at mer av energien avsettes i alle de små gjenstandene som bølgene treffer, slik at rekkevidden og gjennomtrengeligheten blir kortere.

Det praktiske resultatet av kortere rekkevidde ved kortere bølgelengde er derfor må man ha tettere med antenner. 5G tar etterhvert i bruk frekvenser som er millimeter-korte, og må derfor ha tett i tett med antenner. Det koster penger og skaper mange praktiske problemer.

Ser vi på bølgelengdene fra biologiens side, tar det seg slik ut i det lille og i det store bildet:

Er du en cellevegg, eller et molekyl eller et atom, rister du neppe i stykker når frekvensene er lave nok og bølger dermed lange nok. Du blir ikke utsatt for så mye energi. Men er bølgene krappe og korte, tar de tak i deg og kan riste deg i stykker.

Bølgene bremses til og med av fuktigheten i lufta, som altså betyr at det avsettes energi i vanddampen i lufta, med Vårherre vet hvilken langsiktige virkning på livsmiljøet på Jorda.

Frekvensbruken hadde vel derfor kanskje vært et viktigere forhandlingstema for den nye fireparti-regjeringen enn selv antall taxfree-flasker og "fosterreduksjon"...

Bølgelengden teller altså for hvor stor den biologiske påvirkningen er, men er som nevnt slett ikke det eneste som teller. F.eks. kan en lav frekvens (stor bølgelengde) treffe et molekyls egentone og dermed få det i svingninger som ødelegger det (mer her: [bloggpost 11.11.2016](#)).

Å angi hvilke frekvenser som en bestemt kropp *ikke* kan påvirkes av, er altså uendelig komplisert. Forskerne kjenner bare til småbiter av hvilke mekanismer som er i sving. Ingeniører og andre handlingsorienterte har da lett for å tenke seg at det vi ikke vet noe om, behøver vi ikke bry oss med, mens økologen vil tenke motsatt: Det vi vet, er så lite, og det *ikke* vet, må vi anta kan være av stor betydning.

Spesialister er ofte farlig uvitende

Det tankesettet som siden slutten av 1950-tallet har dominert i vestlige radioingeniørenes verden for å forstå hvordan elektromagnetiske felt kan skade levende vesener, har gått ut på at det er faren for oppvarming som utgjør den eneste helsefaren. Oppvarmingsfaren avhenger av vevets absorpsjonsevne, og den varierer i ulike deler av menneskets kropp.

Hva gjelder påvirkning av huden har man tenkt at radiobølger med de frekvenser som hittil har vært i bruk til mikrobølge-basert radiokommunikasjon (rundt 800 MHz til 2,6 GHz), har vært for lave (og bølgene dermed for lange) til at energien kan fanges opp av huden. Man har ment at bølgene går rett gjennom og videre innover, uten å avsette energi, og at det var det eneste av betydning som skjedde.

Kraftig forenklet kan kroppen derfor sammenliknes med et væskefylt kar, som har vegger - altså huden - som er for tynne til å reagere med oppvarming eller annen skade, mens væsken inni karet absorberer strålingen og omdanner den til skadelig varme hvis strålingen er sterk nok. Denne forenklede modellen er lagt til grunn når man har fastsatt grenseverdiene.

Man undersøker følgelig oppvarmingsfaren i hovedsak på to måter: konkret i et kar (se bildet) der man måler oppvarmingen av væsken. Det er selvsagt en særdeles grov og unøyaktig metode som forutsetter at vevet innenfor huden har jevn konsistens. Eller så simuleres kroppen, strålingen og absorpsjonen i dataprogrammer som beregner hvor mye av strålingen som absorberes. Slike simuleringsprogrammer kan inneholde mer eller mindre detaljerte modeller for ulike kroppsdeler med ulike absorpsjonsegenskaper. De minste kroppsdelerne man tar med, kan være noen millimeter store.



Slik testes helsefaren: inntil økning på 1 grad Celcius på 6 minutter er tillatt.

Dette testsystemet er innarbeidet, har sine laboratorier og sertifiseringsordninger, sine laboranter og datakonsulenter og eksperter - og hviler på premisser som overser enhver moderne forståelse av hvordan elektromagnetiske felt påvirker biologien ved svakere eksponeringer enn de som gir oppvarming. Men de lever videre fordi produsentene og myndighetene ser på formalitetene, og ikke på forskningen, og lar seg forføre av de såkalte "kunnskapsgjennomgangene" som kontrolleres av miljøet rundt ICNIRP.

Det er så sin sak. Men når vi kommer opp i millimeterbølgenes frekvenser, gjelder heller ikke premisset om at bølgene ikke påvirker huden. Og det rokker ved en annen side som ligger til grunn for radioingeniørenes begeistring for millimeterbølger:

At millimeterbølger ikke trenger gjennom huden, har telekom-ingeniører sett på som en stor fordel. For det betyr - tenkte de seg - at det ikke kan oppstå noen skader. Jeg har flere eposter fra en diskusjon med en SINTEF-forsker fra noen år tilbake der hun begeistret forklarte meg nettopp dette: at siden millimeterbølger ikke når gjennom huden, kunne de ikke utgjøre noen helserisiko. Slik tenkte hun den gangen.

Men det var altså feil. Lettelsen hos SINTEF-forskeren var basert på feilaktige forutsetninger: At millimeterbølger stanser alt mot huden, betyr ikke at de ikke skaper skade i huden eller lengre innover. Solide forskningsfunn viste at antakelsen var feil, men slike funn passet ikke inn i den enkle bølge-teori-forståelsen: Det ble for eksempel funnet utvikling av varmesjokkproteiner (HSP) og nye cellekjerner ved enkle eksperimenter, og det ble observert eksemmer og andre utslett ved eksponering. Fagfolkene har jobbet i ulike faglige siloer, og i fora der de møtes, har forskningsmidlene styrt hva som ble konklusjonene. De som drev med den forskningen som påviste biologiske skadevirkninger, ble overdøvd av dem som hadde sterke interesser i saken - forsvar og trådløsbransjen. Disse fagfolkene kunnskap blir fortsatt oversett. Funnene av HSP og dannelse av mikrokjerner i huden ved eksponering fra elektromagnetiske felt, ble i stedet direkte motarbeidet og lagt lokk på.

Perspektiver

Som et lite kuriosum til slutt kan det nevnes at forskere for lengst har funnet ut at vi alle omhyller oss med uhyre svake elektromagnetiske felt fra vår egen kropp, og at disse både kan tenkes å variere med vår tilstand og oppfattes av andre. En av USAs nestorer innen fysikkfaget, Abraham Liboff, publiserte for få år siden i en alder av noen-og-nitti en rad artikler (Liboff 2013a) og b) og 2015) der han blant annet tar opp den underlige følelsen man noen ganger merker av at noen står rett bak en. Liboff viser at disse svake feltene vi omhyller oss med, er sterke nok til at vi mer eller mindre ubevisst kan registrere dem, og at denne følelsen derfor kan ha et slikt rent fysisk, elektromagnetisk grunnlag. Han skriver om hvordan variasjoner i slike ekstremt svake felt - enda langt svakere enn naturens bakgrunnsstråling - har vist seg å påvirke biologien. Videre drøfter Liboff hvorfor denne ømfintligheten for så svake ytre felt er et slikt grunnleggende trekk ved livet, og at slike felt i vår hjerne og vårt nervesystem er helt vesentlige for å bygge opp det som utgjør den menneskelige bevissthet (Liboff 2015).

Slikt stoff er fascinerende, og forteller oss at det er "mer mellom himmel og jord enn de fleste andre steder". Det forteller oss også at fagspesialister kan være svært farlige på grunn av sin uvitenhet straks de kommer utenom sitt felt, og at det kan være fornuftig å utsette utrullingene av invaderende teknologier til man har sørget for uhildede konsekvensanalyser. For selv enhver elektriker forstår at *interferens* - at et elektrisk system påvirker et annet og kan skape mer eller mindre grad av forstyrrelser - her kan være et nøkkelord.

Kort sagt: Det er allverdens grunn til å benytte seg av Grunnlovens paragraf 112, som pålegger staten å praktisere føre-var-tenkning. Det gjør hverken bransjen eller myndighetene når de nå har

satt i gang 5G-testingen og legger løpet for videre utrulling.

Einar Flydal, 18. januar 2019

Referanser

Yuri Feldman and Paul Ben-Ishai: Potential Risks to Human Health Originating from Future Sub-MM Communication Systems, upublisert notat

Eli Safrai, Paul Ben Ishai, Andreas Caduff, Alexander Puzenko, Alexander Polzman, Aharon J. Agranat and Yuri Feldman: The Remote Sensing of Mental Stress From the Electromagnetic Reflection Coefficient of Human Skin in the Sub-THz Range, *Bioelectromagnetics* 33:375-382 (2012)

Eli Safrai,, Paul Ben Ishai, Alexander Polzman,, Sharon Einav, and Yuri Feldman: The Correlation of ECG Parameters to the Sub-THz Reflection Coefficient of Human Skin, *IEEE Transactions On Terahertz Science And Technology*, Manuscript received December 04, 2013; revised April 08, 2014, June 28, 2014; accepted July 15, 2014.

Itai Hayut, Paul Ben Ishai, Aharon J. Agranat, and Yuri Feldman: Circular polarization induced by the three-dimensional chiral structure of human sweat ducts, *Physical Review E* 89, 042715 (2014)

Noa Betzalel, Yuri Feldman, and Paul Ben Ishai: The Modeling of the Absorbance of Sub-THz Radiation by Human Skin, *IEEE Transactions On Terahertz Science And Technology*, Vol. 7, No. 5, September 2017

Noa Betzalel, Paul Ben Ishaia, Yuri Feldman: The human skin as a sub-THz receiver – Does 5G pose a danger to it or not?, *Environmental Research* Volume 163, May 2018, Pages 208-216, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.032>

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

--

Abraham R. Liboff: A human source for ELF magnetic perturbations, *Electromagnetic Biology And Medicine*, <http://dx.doi.org/10.3109/15368378.2015.1107841>

Abraham R. Liboff: Ion Cyclotron Resonance interactions in living systems, *Società Italiana Biofisica Elettrodinamica*, Atti Iv Convegno Nazionale, Pavia, 19 Ottobre 2013

Abraham R. Liboff: Why are living things sensitive to weak magnetic fields?, *Electromagn Biol Med*, Early Online: 1–5, 2013