

Hørings svar

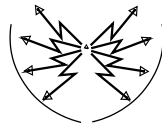
vedr

Folketingets Sundheds- og Ældreudvalgs høring om stråling fra mobiltelefoni,  
trådløse netværk og anden ikke-ioniserende stråling d. 12. april 2018

Kim Horsevad

Elektrobiologisk Selskab

---



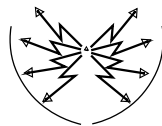
## Til medlemmerne af Folketingets Sundheds- og ældreudvalg

Liselott Blixt, liselott.blixt@ft.dk - Karin Nødgaard, dfkarn@ft.dk - Karina Adsbøl, karina.adsbol@ft.dk - Susanne Eilersen, susanne.eilersen@ft.dk - Jeppe Jakobsen, jeppe.jakobsen@ft.dk - Jan Erik Messmann, jan.messmann@ft.dk - Jane Heitmann, jane.heitmann@ft.dk - Hans Christian Schmidt, hans.schmidt@ft.dk - Hans Andersen, hans.andersen@ft.dk - Mads Fuglede, mads.fuglede@ft.dk - Thomas Danielsen, thomas.danielsen@ft.dk - Jacob Jensen, jacob.jensen@ft.dk - Laura Lindahl, laura.lindahl@ft.dk - May-Britt Kattrup, may-britt.kattrup@ft.dk - Brigitte Klintkov Jerkel, brigitte.jerkel@ft.dk - Astrid Krag, astrid.krag@ft.dk - Flemming Møller Mortensen, flemming.m.mortensen@ft.dk - Erik Christensen, erik.christensen@ft.dk - Julie Skovsby, julie.skovsby@ft.dk - Karin Gaardsted, karin.gaardsted@ft.dk - Lea Wermelin, lea.wermelin@ft.dk - Yildiz Akdogan, yildiz.akdogan@ft.dk - Stine Brix, stine.brix@ft.dk - Finn Sørensen, finn.s@ft.dk - Pernille Schnoor, pernille.schnoor@ft.dk - Torsten Gejl, torsten.gejl@ft.dk - Marlene Borst Hansen, marlene.borst.hansen@ft.dk - Kirsten Normann Andersen, kirsten.normann.andersen@ft.dk - Trine Torp, trine.torp@ft.dk

## Vedr befolkningens almene eksponering for pulserede mikrobølgestråler

Det er selskabets opfattelse, at der på nuværende tidspunkt er tilstrækkelig evidens til at aktivere forsigtighedsprincippet i forhold til befolkningens almene eksponering for pulserede mikrobølgestråler fra trådløst underholdnings- og kommunikationsapparat.

- I. Majoriteten af den publicerede forskning påviser eller indikerer bioreaktivitet for elektromagnetiske felter ved intensiteter betydeligt under nuværende grænseværdier
- II. Der findes velbeskrevne biofysiske modeller for interaktionsmekanismerne mellem det elektromagnetiske felt og biologiske systemer. Væsentlige af disse modeller er understøttet af en robust eksperimentel verifikation med gentagen replikering
- III. Internationale specialister påpeger, efter NTP- og Ramazzini-studiet, nødvendigheden af at opgradere WHO/IARC's 2b carcinogenitetsklassificering af elektromagnetiske felter til en kategori 1 klassifikation. (Påvist carcinogenitet for mennesker).



## Påvirkningsmekanismer

De senere års forskning har bragt stor viden om de nonlineære biofysiske påvirkningsmekanismer, hvormed biologiske systemer kan påvirkes af elektromagnetiske felter med intensiteter langt under kT-grænsen.

Selv om denne udforskning på nuværende tidspunkt langt fra kan karakteriseres som fuldstændig, er visse centrale dele dog udforsket til et detaljerethedsniveau, der tillader omfattende eksperimentel verifikation af de teoretiske modeller.

Traditionelt har man opfattet fotonenergien, udregnet ved  $E_f = h \cdot \nu$  (hvor  $E_f$  er fotonenergien,  $h$  er Planck's konstant og  $\nu$  er frekvensen) som den begrænsende faktor i forhold til mulige biofysiske påvirkningsmekanismer, idet fotonenergien generelt skal nå 1eV, før man forventer opsplitting af kovalente bindinger; men i dag ved man at fotonenergien, ved lave feltintensiteter, spiller en forholdsvis mindre rolle end de forskellige resonansfænomener som, via lavfrekvenskomponenter i den valgte modulationsform for den specifikke trådløse teknologi, medieres via det elektromagnetiske signals elektriske feltkomponent på ionkanaler i cellemembranens dobbeltfosforlipidlag.

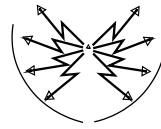
Vi kan således påvise, både teoretisk og eksperimentelt, at der forekommer bioreaktivitet i væsentlig udstrækning for elektromagnetiske felter ved feltintensiteter adskillige størrelsesordener under nuværende termiske grænseværdier.

### Ion-vibration og deraf følgende påvirkning af ion-kanaler

Allerede i 2011 fremsatte<sup>1</sup> Dr. Dimitris J. Panagopoulos en fuldt gennemberegnet og eksperimentelt verificeret model for biofysisk interaktion mellem elektromagnetiske felter i non-termiske intensiteter og cellulære membrankomponenter. For fuldstændighedens skyld medtages en kort og stærkt forenklet formidling af denne model i nærværende hørings svar – for

---

<sup>1</sup> Panagopoulos, DJ. Biological impacts, action mechanisms, dosimetry and protection issues of mobile telephony radiation. In Barnes MC and Meyers NP, eds. Mobile Phones: Technology, Networks and User Issues. New York: Nova Science Publishers, 2011



mere fuldstændig behandling henvises til originallitteratur (ibid).

Det kan vises<sup>2</sup>, at en ions forskydning ( $x$ ) ved udsættelse for et elektrisk felt ( $E = E_0 \sin \omega t$ ) kan beskrives ved følgende udtryk, idet  $z$  er ionens valens,  $q_e$  er elementarladningen og  $\lambda$  er dæmpningsfaktoren for ionbevægelsen i det pågældende medium:

$$x = E_0 z q_e / \lambda \omega \cos \omega t - E_0 z q_e / \lambda \omega$$

Idet sidste del af udtrykket er konstant, vil ionens vibrationsbevægelse derfor kunne beskrives ved:

$$x = E_0 z q_e / \lambda \omega \cos \omega t$$

Det ses, at ionbevægelsen er faselåst til det eksterne felt, hvorfor amplituden i ionbevægelsen samtidigt kan beskrives ved udtrykket:

$$A = E_0 z q_e / \lambda \omega$$

Det ses her, at ionbevægelsens amplitude er proportionel til intensiteten og omvendt proportionel til frekvensen af det elektriske felt.

Det er samtidigt vist<sup>2</sup> at kraftpåvirkningen ( $F$ ) på en S4 spændingsensor i en VGCC kan beskrives ved følgende udtryk, idet  $\partial \Delta \Psi$  er den krævede transmembranspænding for at aktivere VGCC'en,  $s$  er membrantrykkelsen og  $q$  er ladningen på hver S4:

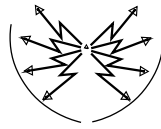
$$\partial F = \partial \Delta \Psi \cdot q/s$$

Idet  $\partial \Delta \Psi = 30\text{mV}$ <sup>3</sup> og  $q \cong 1,7 q_e$ <sup>1</sup> bliver kraftpåvirkningen,  $\partial F$ , for at åbne en enkelt VGCC  $8,16 \times 10^{-13}$  N.

---

2 Panagopoulos, DJ. Biological impacts, action mechanisms, dosimetry and protection issues of mobile telephony radiation. In Barnes MC and Meyers NP, eds. Mobile Phones: Technology, Networks and User Issues. New York: Nova Science Publishers, 2011

3 Panagopoulos DJ, Messini N, Karabarounis A, Filippelis AL, and Margaritis LH, 2000. "A Mechanism for Action of Oscillating Electric Fields on Cells", Biochemical and Biophysical Research Communications, 272(3), 634-640.



Kraftpåvirkningen på en S4 fra en enkelt vibrerende ion kan herefter beregnes idet  $\epsilon_0$  er den dielektriske konstant for vakuum,  $\epsilon$  den relative dielektriske konstant, og  $r$  er afstanden mellem den beregnede frie ion med ladningen  $zq_e$  og ladningen  $q$  på S4 spændingssensoren:

$$F = 1/4\pi\epsilon\epsilon_0 \cdot q \cdot zq_e/r^2$$

Det ses samtidigt, at den mindste krævede ionbevægelse ( $\partial r$ ) for at aktivere VGCC'en kan skrives ved:

$$\partial r = 2\pi\epsilon\epsilon_0\partial F \cdot r^3 / q^*zq_e$$

Idet  $\epsilon_0$  kan variere mellem 4 og  $80^4 \cdot 5$  bliver den mindste krævede ionbevægelse for at aktivere VGCC'en at regne i få picometer;  $0,8 \times 10^{-10}$  m for  $\epsilon = 80$  og  $4 \times 10^{-12}$  m for  $\epsilon = 4$ .

Ethvert eksternt elektrisk felt, som kan frembringe en ionvibration med en amplitude over  $4 \times 10^{-12}$  m vil derfor kunne aktivere VGCC'ere med deraf følgende elektrokemisk forstyrrelse af cellen, hvilket samtidigt betyder, at et elektrisk felt som overholder følgende beregning vil have bioreaktivt potentiale i forhold til elektrokemisk forstyrrelse af cellen:

$$E_0q_e / \lambda\omega > 4 \times 10^{-12} m$$

Herved kan det samtidigt ses, at et elektrisk felt med en intensitet over

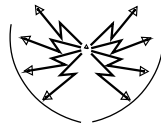
$$E_0 \geq \nu \times 10^{-3}$$

vil medføre bioreaktivt potentiale for en enkelt ion, hvorimod et pulseret felt

---

4 Panagopoulos DJ, Messini N, Karabarbounis A, Filippelis AL, and Margaritis LH, 2000. "A Mechanism for Action of Oscillating Electric Fields on Cells", Biochemical and Biophysical Research Communications, 272(3), 634-640.

5 Honig B.H., Hubbell W.L., Flewelling R.F., (1986): "Electrostatic Interactions in Membranes and Proteins", Ann.Rev.Biophys.Biophys.Chem.,15.



vil kunne medføre bioreaktivt potentiale for en  $\text{Ca}^{2+}$  allerede ved

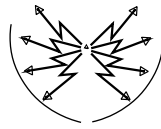
$$E_0 \geq v \times 0,625 \times 10^4$$

Fra et biofysisk udgangspunkt vil elektriske felter (eller elektriske feltkomponenter af elektromagnetiske felter) på blot nogle få tusindedele af en V/m således være tilstrækkelige til at forårsage elektrokemisk forstyrrelse af cellen.

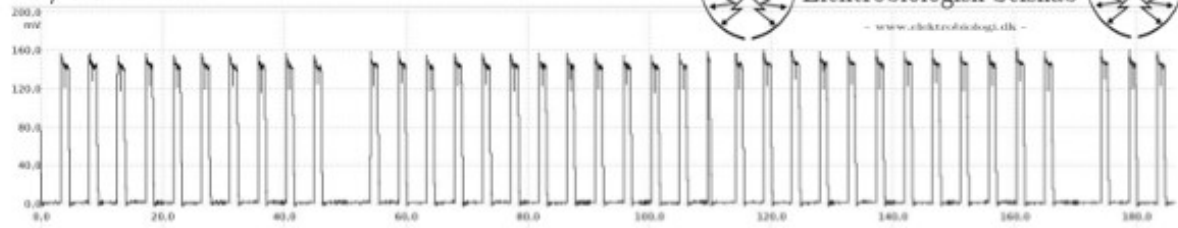
Frekvensen har herved afgørende betydning for feltets bioreaktivitet, idet det dog erindres, at moderne mikrobølgebaseret telekommunikation benytter stærk pulsmodulation, hvorfor den relevante frekvens for beregning af bioreaktivt potentiale ikke er bærebølgrefrekvensen, men derimod de ELF subkomponenter, der kan udmåles i signalet.

Digital pulsmodulation skaber forskellige lavfrekvente mønstre i det elektromagnetiske signal. Den digitalt indlejrede information i signalstrukturen kan kun afkodes med en avanceret digitalmodtager; men selve pulsstrukturen kan let afkodes med simple analoge instrumenter - og kan derved forårsage biologiske påvirkninger, idet vi, blandt andet via ovenstående udregning, har set, hvorledes der ved påvirkning af VGCC'ere i princippet foretages en analog afkodning af de lavfrekvente mønstre (kaldet ELF subkomponentstrukturer) i signalet.

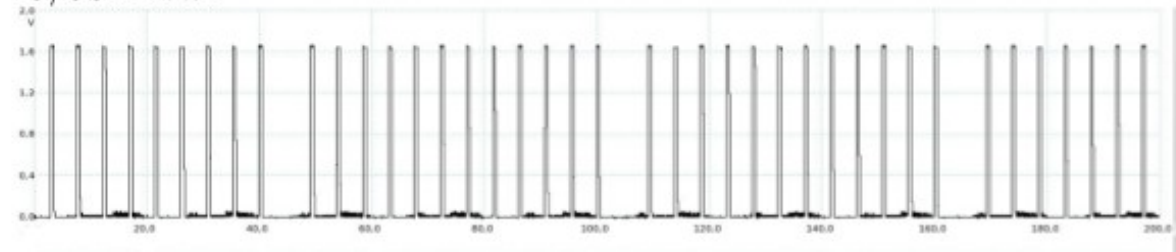
Et udvalg af forskellige trådløse teknologier og deres repræsentative modulationsstruktur findes præsenteret grafisk på næste side.



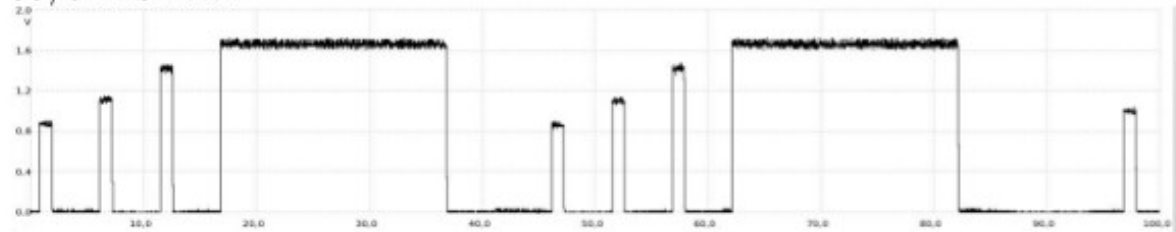
### 2G/GSM Tale



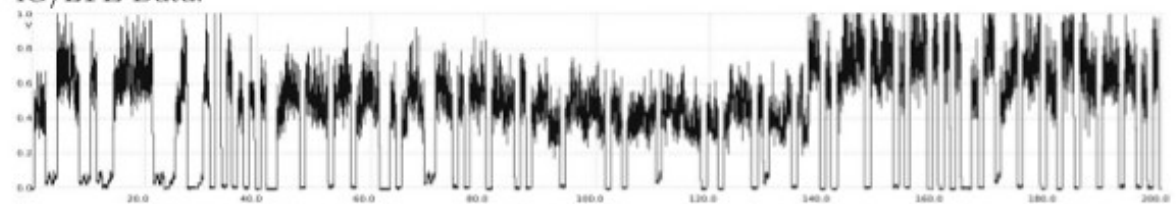
### 2G/GSM Data:



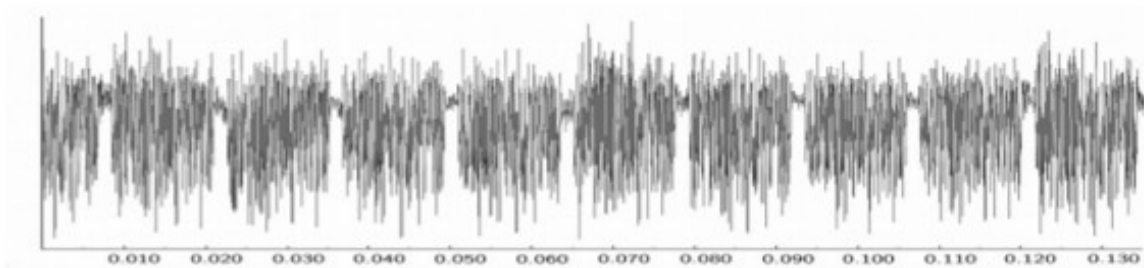
### 3G/UMTS Data

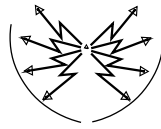


### 4G/LTE Data:



### TETRA:





Den velkendte GSM modulationsstruktur kan anvendes som indledende eksempel for at konkretisere problemfeltet. GSM er bygget op omkring en kombination af to forskellige måder at organisere radiotransmissioner på. Den ene af disse måder kaldes FDMA (frequency division multiple access), og den anden kaldes TDMA (time division multiple access). Kombinationen af FDMA og TDMA er valgt for at give plads til så mange samtaler som muligt på så få radiofrekvenser som muligt, idet operatørene skal betale staten for adgang til frekvensbåndene.

FDMA-strukturen giver således mulighed for omkring hundrede samtidige kommunikationsbånd inden for det allokerede frekvensbånd. Der er omkring 200kHz mellemrum mellem de forskellige kommunikationsbånd. For at give plads til endnu flere samtaler benyttes TDMA-strukturen oven på FDMA. TDMA bryder hvert kommunikationsbånd (GSM "multiframe" på 120 millisekunder) op i 8 tidsenheder, således at 8 mobiltelefoner samtidigt kan bruge samme kommunikationsbånd.

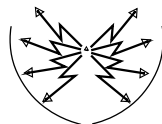
En konsekvens heraf er, at den enkelte mobiltelefon opererer med en transmissionscyklus på 1:8, således at den kun sender i en ottendedel af tiden, den er online. Samtidigt vil en basestation i en mobilmast (ud over normalt at sende med højere effekt) også have en markant højere (8/8) transmissionscyklus end en mobiltelefon. Basestationen kan altså forventes at sende hele tiden.

Disse pulseringsformer giver to distinkte ELF (Extremely Low Frequency) -komponenter i uplink GSM-signalet, nemlig en på 8,33Hz, idet hvert 26. signalpuls udelades og en på 217Hz, idet telefonen sender hvert 4,6ms med varighed af 0,57ms.

Ved indsættelse af ELF-subkomponentfrekvenserne for GSM i slutligningen

$$E_0 \geq \nu \times 0,625 \times 10^4$$





fås således en nedre værdi for elektrisk feltintensitet for potentiel bioreaktivitet på ca 0,0005 V/m ved en ELF-subkomponentfrekvens på 8,33Hz og en tilsvarende nedre værdi for elektrisk feltintensitet for potentiel bioreaktivitet på ca 0,014 V/m ved en ELF-subkomponentfrekvens på 217Hz.

Kun signalstrukturer baseret på TDMA har faste mønstre for ELF-subkomponentfrekvenser. UMTS (3G) og LTE (4G) er ikke TDMA-baserede, hvorfor de præcise ELF-subkomponenter varierer afhængigt af den transmitterede datamængde. Ved praktisk måling varierer ELF-subkomponenter for disse signaler mellem nogle få hertz og nogle få kilohertz. Som det ses fra ovenstående beregning, er det klart de lavere ELF-subkomponentfrekvenser, der har den højeste bioreaktivitet.

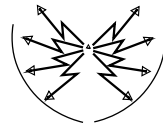
En anden meget anvendt signalteknologi baseret på TDMA findes i den danske beredskabsradio TETRA (som i DK kaldes SINE). Her findes ELF-subkomponenter på 16 Hz og 70 Hz, hvilket igen svarer til nedre elektrisk feltintensiteter for potentiel bioreaktivitet på 0,001 V/m og 0,004 V/m.

Som betragtningens baggrund for ovenstående beregninger kan det nævnes, at den officielle eksponeringsgrænse for non-ioniserende radiofrekvent stråling i frekvensområdet fra 2-300GHz er  $61 \text{ V/m}^6$ , hvilket samtidigt implicerer at den politisk vedtagne grænseværdi er 122000 gange højere end den beregnede nedre grænse for potentiel bioreaktivitet.

Den ganske betydelige forskel, mellem den politisk vedtagne grænseværdi og den forskningsmæssigt begrundede nedre grænse for potentiel bioreaktivitet, er hovedbaggrunden for Selskabets fastholdelse af vigtigheden af anvendelse af forsigtighedsprincippet i forhold til den almene befolknings eksponering

---

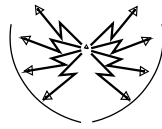
6 ICNIRP. 1998. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non-Ionising Radiation Protection. Health Physics 74, 494-522.



## Øvrige påvirkningsmekanismer

Der er beskrevet et antal forskellige øvrige påvirkningsmekanismer, hvoraf en del er fokuseret på muligheden for direkte interaktion mellem svage bindinger i makromolekyler (London-bindinger, Van der Waal-bindinger, etc) og resonansfænomener induceret af eksterne elektromagnetiske felter. Samtidigt findes der velbeskrevne modeller for, hvorledes det elektromagnetiske felt kan påvirke delokaliserede pi-elektroner i DNA-kæden, og for hvorledes selve DNA-strukturens dobbelt-helix kan virke som fraktalantenne.

Såfremt der ønskes dyberegående udfoldning af disse problemstillinger fremsender Elektrobiologisk Selskab gerne yderligere materiale.



## Evidensgrundlag

Majoriteten af den tilgængelige forskningsmasse påviser eller indikerer i dag bioreaktivitet ved elektromagnetiske felter i effekttætheder betydeligt under nuværende grænseværdier.

Nedenstående evidensgrundlag giver en stærkt forenklet oversigt over områdets forskningsstatus.

I forskningsoversigten er medtaget virkninger forårsaget af både højfrekvente og lavfrekvente felter, idet et pulseret mikrobølgesignal, ud over den højfrekvente bærebølge, samtidigt vil indeholde modulationsbestemte lavfrekvente komponenter.

### Aktivering af calcium-kanaler<sup>a</sup>

Calcium-ioner spiller en meget væsentlig rolle i cellemembranens struktur og kan bevirke igangsættelse af intracellulære signalkaskader på baggrund af ekstracellulær påvirkning af mikrobølgestråler.

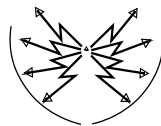
Eksperimenter har vist, at calciumkanalerne kan aktiveres via energien fra pulseret mikrobølgestråling - selv i meget lave intensiteter.

Påvirkning af calciumkanalerne kan igangsætte forskellige signalkaskader, der fører til øget produktion af frie iltradikaler, hvilket efterfølgende kan medføre cancer, infertilitet, søvnforstyrrelser, cellulært stress, hjerterytmeforstyrrelser og beskadigelse af DNA.

Den eksperimentelle udforskning af, hvorledes pulseret mikrobølgestråling aktiverer calciumkanaler, giver en direkte mekanistisk forklaringsmodel for de iagttagne skadevirkninger i anden forskning.

### Frie iltradikaler<sup>b,e</sup>

Frie iltradikaler kan lede til beskadigelse af cellulære processer og til beskadigelse af genetisk materiale med deraf følgende risiko for degenerative



og carcinogene virkninger. Den overvældende majoritet af forskningsresultater påviser eller indikerer sammenhæng mellem dannelse af frie iltradikaler og eksponering for elektromagnetiske felter. For elektromagnetiske felter i det radiofrekvente område dokumenteres sammenhængen i 88% af forskningsresultater publiceret mellem 2007 og 2014. For elektromagnetiske felter i de lavere frekvensområder dokumenteres sammenhængen i 88% af forskningsresultater publiceret mellem 2007 og 2014. Et nyere review fra juli 2015 påviser, at 93% af den publicerede forskning dokumenterer skadevirkninger relateret til frie iltradikaler ved eksponering for radiofrekvente felter i non-termiske intensiteter.

### Neurofysiologiske virkninger<sup>c</sup>

Majoriteten af publicerede (2007-2014) forskningsresultater (60%) påviser eller indikerer neurofysiologiske virkninger ved eksponering for radiofrekvent elektromagnetisk stråling. Den overvældende majoritet (97%) af publiceret (2007-2014) forskningsmateriale påviser eller indikerer neurofysiologiske virkninger ved eksponering for lavfrekvente elektromagnetiske felter.

### Genotoksiske virkninger og ændringer i genekspression<sup>d</sup>

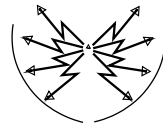
Majoriteten (65%) af publiceret (2007-2014) forskning påviser eller indikerer sammenhæng mellem eksponering for radiofrekvent elektromagnetisk stråling og genotoksiske/genekspressive virkninger. Overvældende majoritet af publiceret (2007-2014) forskning påviser eller indikerer sammenhæng mellem eksponering for lavfrekvente elektromagnetiske felter og genotoksiske/genekspressive virkninger.

### Alzheimer<sup>f</sup>

Overvældende majoritet (75%) af publiceret (2007-2014) forskning påviser eller indikerer, at eksponering for lavfrekvente magnetfelter er en risikofaktor i forhold til udvikling af Alzheimers.

### Melatonin<sup>g</sup>

Overvældende majoritet (85%) af publiceret (2007-2014) forskning påviser



eller indikerer, at eksponering for lavfrekvente magnetfelter nedsætter produktionen af melatonin.

## Fertilitet<sup>h</sup>

Overvældende majoritet (79%) af publiceret (2005-2014) forskning påviser eller indikerer, at eksponering for radiofrekvent elektromagnetisk stråling i mikrobølgeområdet har fertilitetsnedsættende virkning.

## Svulstdannelse<sup>ii</sup>

Eksponering for mikrobølger øger dannelsen af kræftsvulster i forsøgsdyr. Sammenhængen er godtgjort i et indledende og i et opfølgende eksperiment. De benyttede eksponeringsværdier er så lave, at det svarer til, at man befinder sig i samme rum som en person, der bruger trådløst udstyr

## Gen-ekspression<sup>k</sup>

Resultater fra et nyligt publiceret studie viser en forhøjet risiko for ændringer i ekspressionen af en specifik transkriptionsfaktor (p53) for personer, som bruger mobiltelefon mere end 3 timer om dagen.

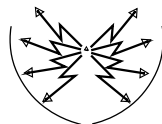
p53 er styrende for en lang række meget vigtige cellulære processer, heriblandt celledeling, DNA-reparationer og programmeret celledød.

Der er statistisk sammenhæng mellem ændringen i nævnte genekspression og kortere overlevelseschancer for personer med hjernekræft.

## Vurdering af kausalitetsforhold<sup>l</sup>

Et svensk forskerhold anvendte i slutningen af 2013 de kendte Hill-kriterier som grundlag for en kausalitetsvurdering af forholdet mellem mikrobølgeeksponering og cancer.

Konklusionen på kausalitetsvurderingen er, at mikrobølgeeksponering er kræftfremkaldende for mennesker.



## Hjernekræft<sup>m</sup>

- Anvendelse af mobiltelefon giver forøget risiko for hjernekræft (OR = 1.3; 95%CI=1.1–1.6).
- Anvendelse af mobiltelefon i lang tid (>25år) giver yderligere forhøjet risiko for hjernekræft (OR = 3.0; 95%CI=1.7–5.2).
- Anvendelse af trådløs telefon giver forøget risiko for hjernekræft (OR = 1.4, 95% CI = 1.1–1.7).
- Anvendelse af trådløs telefon i lang tid (>15år) giver yderligere forhøjet risiko for hjernekræft (OR = 1.7, 95% CI = 1.1–2.5).

Risikoforøgelsen for udvikling af hjernekræft ved anvendelse mikrobølgebaseret telefoni er sammenlignelig med risikoforøgelsen for udvikling af lungekræft ved eksponering for passiv tobaksrygning<sup>n</sup>

## Carcinogenitetsklassificering<sup>o</sup>

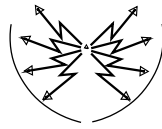
WHO har klassificeret mikrobølger som muligt kræftfremkaldende (Gruppe 2B). Klassificeringen gælder alle frekvensområder fra 30kHz til 300GHz og omfatter således alle kendte nuværende mikrobølgebaserede trådløse kommunikationsteknologier. Andre kendte stoffer fra gruppe 2B er bly og DDT

## Stigende antal kræfttilfælde i Danmark<sup>p</sup>

Antal tilfælde af hjernekræft er steget dramatisk i Danmark, med 41,2 % hos mænd og 46,1 % hos kvinder i årene mellem 2003-12. Tidsperioden er overlappende med den periode, hvor trådløs teknologi for alvor har vundet udbredelse blandt den almene befolkning.

## Stigende antal kræfttilfælde i Sverige<sup>q</sup>

Forskere har undersøgt de svenske arkiver og har fundet en meget alvorlig manglende registrering af hjernekræfttilfælde i det svenske cancerregister. Den manglende registrering af stigende antal kræfttilfælde i det svenske cancerregister har hidtil været brugt som argument mod farligheden af mobiltelefoner, så den systematiske udeladelse af hjernekræfttilfælde i dette



register er påfaldende. Ved gennemgang af patientregistre og dødsårsagsregistre fandt forskerne en statistisk signifikant stigning af hjernekræft fra 2007 og frem.

## Glioma<sup>r</sup>

Glioma er det medicinske navn for en ondartet kræftsvulst i hjernen. Svensk forskning har vist en statistisk sikker korrelation mellem hjernekræft og anvendelse af mobiltelefoner og trådløse DECT-telefoner. Risikoen forøges, desto mere apparatet anvendes. Yderligere er der statistisk korrelation mellem det område af hjernen, som er mest eksponeret, og det område, hvor kræftsvulsterne blev fundet.

## Akustikusneurinom<sup>s</sup>

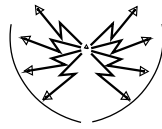
Akustikusneurinom er en knude på hørenerven. Sygdommen er oftest ikke ondartet og forekommer ret sjældent, men kan forårsage problemer, idet dens vækst presser vitale områder. Første symptomer er oftest tinnitus og høreproblemer. Svensk forskning har vist en statistisk sikker korrelation mellem anvendelse af mobiltelefoner / trådløse telefoner og forekomst af akustikusneurinom. Risikoen stiger i takt med kummuleret eksponering. Der er statistisk korrelation mellem svulstens størrelse og kummuleret eksponering.

## Meningeom<sup>t</sup>

Meningeom er en type af hjernesvulst, som dog i mange tilfælde er godartet. Der findes kun korrelation mellem eksponering og forekomst af svulster af denne type hos personer med størst kumuleret eksponering; men meningeomer vokser meget langsomt (har lang latenstid), hvorfor risikoen let undervurderes.

## Overlevelseschancer ved hjernekræft<sup>u</sup>

Der er statistisk sikker korrelation mellem lavere overlevelseschancer for hjernekræft og anvendelse af mobiltelefoner og trådløse telefoner.



## Børn og unge har størst risiko<sup>v</sup>

Børn og unge har tyndere kranie, hjernevævet har højere ledningsevne, og deres hoveder er mindre – børns risiko ved eksponering for mikrobølger er derfor højere end voksnes.

Der er forøget risiko for hjernekræft hos personer, som starter anvendelse af mobiltelefoner inden deres 20. år.

## CERENAT-studiet<sup>w</sup>

Et fransk forskerhold har lavet en meget omfattende undersøgelse af hjernekræfttilfælde i Frankrig.

Undersøgelsen viser en statistisk sikker korrelation mellem eksponering og hjernekræfttilfælde efter 896 timers brug - svarende til en halv time om dagen i 5 år.

## Genberegning af data fra CERENAT-studiet<sup>x</sup>

Et andet forskerhold har lavet yderligere beregninger af data fra CERENAT-studiet.

Det konkluderes, at den egentlige risiko for hjernekræft er endnu højere end omtalt i den oprindelige artikel, idet det oprindelige eksperiment ikke tager højde for brugen af trådløse (DECT)-telefoner.

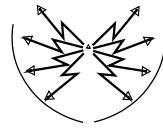
Forskergruppen opfordrer til opgradering af IARC's kategorisering.

## Den danske kohorte<sup>y</sup>

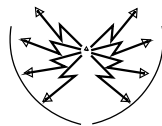
Den danske kohorteundersøgelse nævnes ofte som en undersøgelse, der frikender mobiltelefoni og andre mikrobølgebaserede kommunikationsløsninger for skadelige virkninger.

Undersøgelsens metodologiske grundlag er imidlertid så svagt, at kohortestudiet ikke repræsenterer nogen reel evidens.





På grundlag af undersøgelsens metodiske svaghed valgte IARC<sup>z</sup> at se bort fra kohorteundersøgelsen ved kategoriseringsarbejdet i 2011.



## Konklusion og anbefalinger

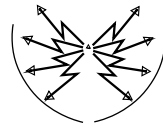
Endnu mangler mange detaljer fuld udforskning; men der er entydigt evidensgrundlag fra både biofysisk modellering af interaktionsmekanismer, eksperimenter på celleniveau, eksperimenter baseret på modelorganismer og epidemiologiske undersøgelser for bioreaktivitet for elektromagnetiske felter i non-termiske intensiteter.

Der er samtidigt stigende evidens fra epidemiologiske undersøgelser og eksperimenter baseret på modelorganismer for betydeligt potetiale for negativ helbredspåvirkning for mennesker.

- Elektrobiologisk Selskab anbefaler derfor uophørlig iværksættelse af forsigtighedsprincippet i forhold til den almene befolknings kroniske eksponering for pulserede højfrekvente elektromagnetiske felter.
- Selskabet anbefaler samtidigt, at der iværksættes mere stringente tiltag egnede til at beskytte særlig sensitive dele af befolkningen – eksempelvis børn/unge og personer med særlig følsomhed over for påvirkningen.
- Elektrobiologisk Selskab anbefaler yderligere, at der oprettes et tværfagligt forskningsinitiativ med tilstrækkelige midler til at kunne foretage egentlig udforskning af problemfeltet og tilstrækkelig strukturel opsplitning fra det politiske niveau til at sikre fri og uhildet forskning.

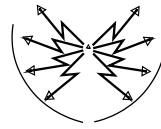
Selskabet gør samtidigt opmærksom på, at en øget forskningsindsats vil være vital for at sikre Danmarks førerposition indenfor trådløse løsninger. For at bevare de trådløse teknologiers fordele i en biokompatibel fremtidssikker løsning er det af afgørende vigtighed, at der fremforskes modulationsstrukturer, der ikke indebærer negativ bioreaktivitet.

Kim Horsevad  
(Teknisk Analytiker for Elektrobiologisk Selskab)

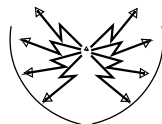


## Referencer vedr evidensgrundlag

- (a):** Pall ML. 2015. Scientific evidence contradicts findings and assumptions of Canadian Safety Panel 6: microwaves act through voltage-gated calcium channel activation to induce biological impacts at non-thermal levels, supporting a paradigm shift for microwave/lower frequency electromagnetic field action. *Rev Environ Health*. 2015;30(2):99-116.
- (b,c,d):** Rewievbaseret optælling: Biointitative 2014, "Research Summaries", samt
- (e):** Yakymenko et al. 2015. Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation. *Electromagn Biol Med*. 2015 Jul 7:1-16.
- (f,g):** Rewievbaseret optælling: Biointiative 2012, "Conclusions"
- (h):** Numerisk optælling via Pubmed. Optælling foretaget august 2014.  
Søgeterm: ("cell phones"[MeSH Terms] OR ("cell"[All Fields] AND "phones"[All Fields]) OR "cell phones"[All Fields] OR ("mobile"[All Fields] AND "phone"[All Fields]) OR "mobile phone"[All Fields]) AND ("fertility"[MeSH Terms] OR "fertility"[All Fields])
- (i):** Tillmann T, Ernst H, Streckert J, Zhou Y, Taugner F, Hansen V, Dasenbrock C. Indication of cocarcinogenic potential of chronic UMTS-modulated radiofrequency exposure in an ethylnitrosourea mouse model. *Int J Radiat Biol*. 2010 Jul;86(7):529-41.
- (j):** Lerchl A, Klose M, Grote K, Wilhelm AF, Spathmann O, Fiedler T, Streckert J, Hansen V, Clemens M. Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans. *Biochem Biophys Res Commun*. 2015 Apr 17;459(4):585-90
- (k):** Akhavan-Sigari R, Mazloun Farsi Baf M, Ariabod V, Rohde V, Rahighi S. Connection between Cell Phone use, p53 Gene Expression in Different Zones of Glioblastoma Multiforme and Survival Prognoses. *Rare Tumors*. 2014 Aug 8;6(3):5350.
- (l):** Hardell L, Carlberg M. Using the Hill viewpoints from 1965 for evaluating strengths of evidence of the risk for brain tumors associated with use of mobile and cordless phones. *Rev Environ Health*. 2013;28(2-3):97-106.



- (m):** Hardell L, Carlberg M. Mobile phone and cordless phone use and the risk for glioma - Analysis of pooled case-control studies in Sweden, 1997-2003 and 2007-2009. *Pathophysiology*. 2015 Mar;22(1):1-13.
- (n):** Kundi M. The controversy about a possible relationship between mobile phone use and cancer. *Environ Health Perspect*. 2009 Mar;117(3):316-24.
- (o):** <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol102/mono102.pdf>
- (p):** <http://www.ssi.dk/~media/Indhold/DK%20-%20dansk/Sundhedsdata%20og%20it/NSF/Registre/Cancerregisteret/Cancerregisteret%202012.ashx>
- (q):** Hardell L, Carlberg M. Increasing rates of brain tumours in the Swedish national inpatient register and the causes of death register. *Int J Environ Res Public Health*. 2015 Apr 3;12(4):3793-813
- (r):** Hardell L, Carlberg M. Mobile phone and cordless phone use and the risk for glioma - Analysis of pooled case-control studies in Sweden, 1997-2003 and 2007-2009. *Pathophysiology*. 2015 Mar;22(1):1-13.
- (s):** Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, Mild KH. Pooled analysis of case-control studies on acoustic neuroma diagnosed 1997-2003 and 2007-2009 and use of mobile and cordless phones. *Int J Oncol*. 2013 Oct;43(4):1036-44.
- (t):** Carlberg M, Hardell L. Pooled analysis of Swedish case-control studies during 1997-2003 and 2007-2009 on meningioma risk associated with the use of mobile and cordless phones. *Oncol Rep*. 2015 Jun;33(6):3093-8.
- (u):** Carlberg M, Hardell L. Decreased survival of glioma patients with astrocytoma grade IV (glioblastoma multiforme) associated with long-term use of mobile and cordless phones. *Int J Environ Res Public Health*. 2014 Oct 16;11(10):10790-805.
- (v):** Hardell L, Carlberg M. Mobile phone and cordless phone use and the risk for glioma - Analysis of pooled case-control studies in Sweden, 1997-2003 and 2007-2009. *Pathophysiology*. 2015 Mar;22(1):1-13.
- (w):** Coureau G, Bouvier G, Lebailly P, Fabbro-Peray P, Gruber A, Leffondre K, Guillamo JS, Loiseau H, Mathoulin-Pélissier S, Salamon R, Baldi I. Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study. *Occup Environ Med*. 2014 Jul;71(7):514-22.
- (x):** Morgan LL, Miller AB, Sasco A, Davis DL. Mobile phone radiation causes brain tumors and should be classified as a probable human carcinogen



(2A) (review). Int J Oncol. 2015 May;46(5):1865-71.

(y): Söderqvist F, Carlberg M, Hardell L. Review of four publications on the Danish cohort study on mobile phone subscribers and risk of brain tumors. Rev Environ Health. 2012;27(1):51-8.

(z): Baan R, Grosse Y, Lauby-Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Islami F, Galichet L, Straif K; WHO International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group. Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. Lancet Oncol. 2011 Jul;12(7):624-6.

+ + +

### Elektrobiologisk Selskab

Elektrobiologisk Selskab er et videnskabeligt selskab organiseret som et privat forskningsfællesskab.

Elektrobiologisk Selskabs formål er at virke for udbredelsen af kendskab til og interesse for elektrobiologiske forhold, herunder rettidig anvendelse af elektrobiologisk forskning i samfundsvigtige beslutningsprocesser.

Selskabets mærkesag er anvendelse af forsigtighedsprincippet i forhold til den almene befolknings eksponering for pulseret non-ioniserende radiofrekvent stråling.

Selskabets webadresse er: [www.elektrobiologi.dk](http://www.elektrobiologi.dk)