

# Elektrobiologisk Selskab

- [www.elektrobiologi.dk](http://www.elektrobiologi.dk) -

---

Forskningsorientering #8 - Elektrobiologisk Selskab 2017

---

Elektromagnetisk Hyper Sensivitet, EHS

Kim Horsevad

2017

---

## Indhold:

Elektromagnetisk Hyper Sensitivitet, EHS.....	3
Prevalens af EHS og EHS-relaterede symptomer.....	9
Endokrine og neurofysiologiske virkninger.....	12
EHS-relaterede resultater fra modelorganismer.....	15
Neurokognitions­mæssige virkninger.....	17
Neurodegenerative virkninger.....	19
Referencer.....	21

## Elektromagnetisk Hyper Sensitivitet, EHS

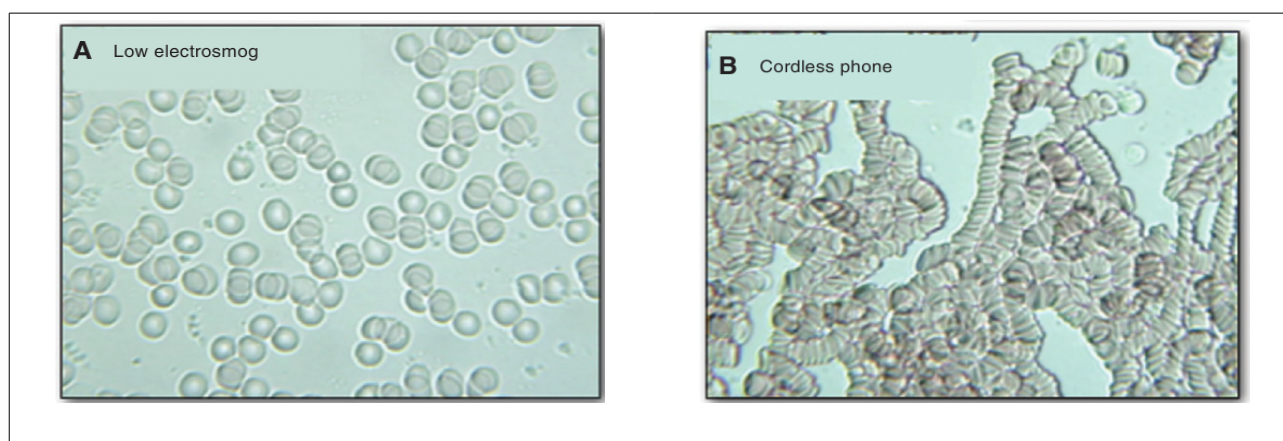
For nuværende pågår den største ændring af det elektromagnetiske miljø, menneskeheden har oplevet, gennem hele menneskehedens historie. Udbredelse af trådløs kommunikations- og underholdningsteknologi har ændret baggrundsstrålingen for det høj-frekvente elektromagnetiske spektrum adskillige størrelsesordener.

Som forventet vil en så drastisk ændring af en arts miljø medføre væsentlige helbredsproblemer for artens enkeltindivider. Med fremkomsten af EHS er det moderne samfund i dag vidne til "toppen af isbjerget" for det problemfelt, der kan få omfattende konsekvenser for de følgende generationer.

EHS er en tilstand, hvor organismen udvikler en overfølsomhed overfor elektromagnetiske felter. Symptomerne kan være forbundet til eksponering for enkelte frekvenser, eller kan være gældende for hele det elektromagnetiske spektrum. Efter WHO's data er mellem 3% og 6% (WHO, 2011) af befolkningen ramt af tilstanden, hvilket betyder at mellem 168705 og 337410 danskere aktuelt er ramte af tilstanden.

Der eksisterer i dag en vid række af kliniske, epidemiologiske og eksperimentelle forskningsresultater, der både påviser tilstanden og etablerer interaktionsmekanismer mellem elektromagnetiske felter og biologiske systemer.

For nogle EHS-ramte kan eksponering for elektromagnetiske felter direkte aflæses i Rouleaux-formationer blandt blodets røde blodlegemer (Havas M, Marrongelle J., 2013)



Figur 33: Rouleaux-formationer efter udsættelse for mikrobølgestråler. Illustration: Havas M, Marrongelle J., 2013

Rouleaux-formationer er en patologisk tilstand (et sygdomstegn) og er et udtryk for, at de røde blodlegemer klumper sig sammen i stakke, hvilket er stærkt uhensigtsmæssigt, idet det

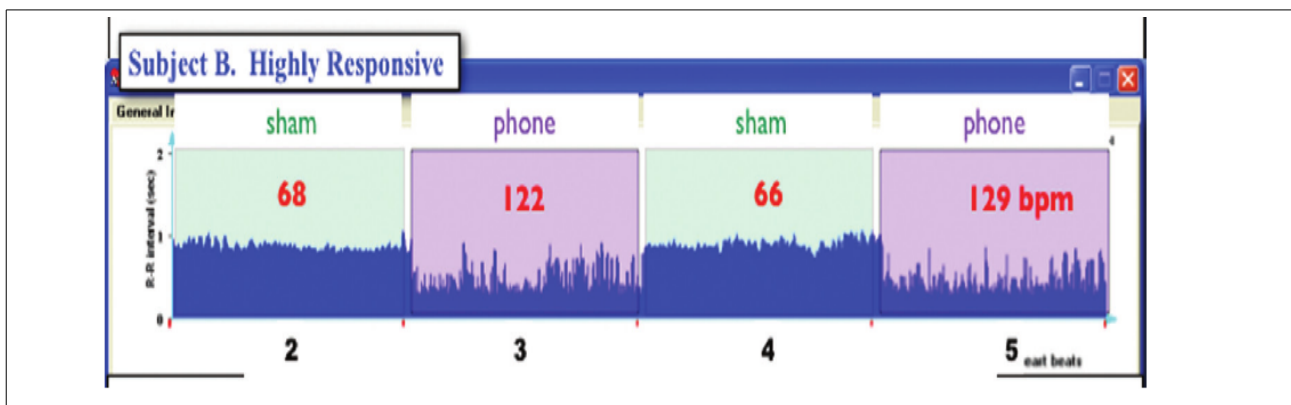
Citer denne udgivelse som:

Horsevad, Kim. 2017. *Elektromagnetisk Hyper Sensitivitet, EHS*.  
Forskningsorientering #8, *Elektrobiologisk Selskab*.

mindsker blodets evne til ilttransport og forøger risikoen for blodpropper. I ovenstående eksperiment kunne tilstanden måles allerede efter 10 minutters eksponering til en standard (kommercielt tilgængeligt) trådløs telefon ved 0,5% af nuværende grænseværdi. Forskerne fremfører i øvrigt, at man på baggrund af blodets tilbagevenden til normalt tilstanden vil kunne kvantificere et individs niveau af EHS.

Uafhængigt af dette resultat er eksponering for elektromagnetiske felter i andre sammenhænge sat i forbindelse med forhøjet risiko for hjerte-kar-sygdomme (Vangelova K, Deyanov C, Israel M., 2006) og med sammenklumpning af blodplader, hvilket kan lede til blodpropper (Khamidova, Gulzoda M., 2014)

For nogle EHS-ramte bliver hjerterytmen også påvirket:



Figur 34: Tachycardi ved udsættelse for mikrobølgestråler. Illustration: Havas M, Marrongelle J., 2013

Ved eksponering for elektromagnetiske felter oplever forsøgspersonen stærkt forhøjet puls (næsten fordobling) og oplever samtidigt stærkt irregulær pulsfrekvens. Eksponeringskilden var en trådløs telefon - strålingsintensiteten var på 0,5% af den tilladte grænseværdi.

Påvirkning af hjerterytmen dokumenteres også af andre forskere. I et resultat fra 2008 påvist ændring af hjerterytmen hos fostre og nyfødte, når moderen eksponeredes for mikrobølger fra mobiltelefoner i blot 10 minutters (Rezk AY, Abdulqawi K, Mustafa RM, Abo El-Azm TM, Al-Inany H., 2008.)

I et klinisk-eksperimentelt forsøg i Kina (Bin Lv, Zhiye Chen, Tongning Wu, Qing Shao, Duo Yan, Lin Ma, Ke Lu, Yi Xie. 2014) blev et antal forsøgspersoner udsat for mikrobølgestråling svarende til en 4G mobiltelefon i et niveau, der er under gældende grænseværdier. Forsøgspersonerne vidste ikke, hvorvidt de blev eksponeret eller ej - alligevel kunne effekten af bestrålingen måles i hjerneaktiviteten ved hjælp af fMRI efter blot 30 minutters eksponering.

I et tilsvarende eksperiment fra 2011 undersøgte en forskergruppe (McCarty DE, Carrubba S, Chesson AL, Frilot C, Gonzalez-Toledo E, Marino AA., 2011) en EHS-ramt læges reaktioner på elektromagnetiske felter og fandt signifikant ( $p < 0.05$ ) sammenhæng mellem eksponering og symptomer som hovedpine, muskelsitren, uregelmæssig hjerterytme og smertefornemmelse allerede efter 100 sekunders eksponering. Eksperimentet var selvfølgelig tilrettelagt ”dobbelt-blindet”, altså hvor hverken forsøgsleder eller forsøgsperson ved, om strålingskilden er tilsluttet i de enkelte eksperimenter. På denne måde udelukkes muligheden, for at psykologiske faktorer spiller ind i eksperimentets resultater:

*The subject demonstrated statistically reliable somatic reactions in response to exposure to subliminal EMFs under conditions that reasonably excluded a causative role for psychological processes. (...) EMF hypersensitivity can occur as a bona fide environmentally inducible neurological syndrome.*

--- McCarty, et al., 2011, p670

EHS kan manifestere sig i form af flere forskellige symptomer som eksempelvis hovedpine, svimmelhed, sitren, koncentrationsbevær, hukommelsesbevær, nedsat reaktionstid, søvnforstyrrelser og synsforstyrrelser (Santini R, Santini P, Danze JM, et al., 2002; Abdel-Rassoul G, Abou El-Fateh O, Abou Salem M, et al., 2007; Hutter HP, Moshammer H, Wallner P, Kundi M., 2006; Kolodynski AA, Kolodynska VV., 1996).

I en finsk undersøgelse af EHS-ramte beregnedes, at det mest fremherskende symptom i forbindelse med eksponering for elektromagnetiske felter var stress (60,3%). Søvnforstyrrelser blev oplevet af 59,3% og træthed af 57,2% (Hagström M, Auranen J, Ekman R., 2013)

Der er lavet en del forskellige såkaldte provokationsforsøg, hvor forskere forsøger at afklare, hvorvidt enkelte personer kan føle tilstedeværelsen af et elektromagnetisk felt. Sådanne studier kan være med til at afklare yderligere detaljer i EHS-problematikken; men de er meget komplekse at udføre metodologisk korrekt, idet udefrakommende elektromagnetiske felter kan indgå som confounders i undersøgelsen.

Samtidigt er det påvist, at et elektromagnetisk felt kan forårsage neurofysiologiske ændringer uafhængigt af, hvorvidt forsøgspersonen er i stand til korrekt at opfatte feltet (McCarty DE, Carrubba S, Chesson AL, Frilot C, Gonzalez-Toledo E, Marino AA., 2011)

Kompleksiteten i forsøgsproceduren understreges af, at nogle EHS-ramte reagerer på særdeles lave intensiteter af elektromagnetiske felter, samt at de frekvenser, forskellige EHS-ramte reagerer på, er vidt forskellige. Der er således tre specifikke metodologiske krav til et sådant provokationsstudie, før dets resultater kan siges at være valide i forhold til egentlig udforskning af problemfeltet:

### 1: Forsøgslokalets baggrundsstråling:

I et teknisk laboratorium vil der ofte være betydelige elektriske, magnetiske og/eller elektromagnetiske felter - eksempelvis fra elektrisk drevet teknisk/digitalt udstyr. Samtidigt vil forskere i laboratoriet (og tilstødende laboratorier) ofte have forskellige trådløst kommunikerende enheder (mobiltelefoner, ipads, trådløse computere, etc), og slutteligt er sådanne laboratorier ofte placeret i universiteterne i storbyerne, hvor der i forvejen er et væsentligt forhøjet niveau af elektromagnetisk stråling i stort set alle frekvenser. Det kan således være svært (eller direkte umuligt) for den EHS-ramte at adskille ubehaget fra baggrundsniveauet af elektriske/magnetiske/elektromagnetiske felter i forsøgslokalet fra den konkrete eksponering. Eksperimentet må derfor tage hensyn hertil og gennemføre forsøget i en lokalitet, hvor der, ved måling, kan dokumenteres et tilstrækkeligt lavt niveau af elektrisk/magnetisk/elektromagnetisk forstyrrelse i alle bølgelængder. SBM2008 giver retningslinier for anbefalede grænseværdier for EHS-ramte.

### 2: Specifik frekvensrespons:

For de fleste EHS-ramte er der specifikke frekvensområder, der giver større biologisk virkning (ubehag) end andre. På trods af den indlysende karakter af dette forhold - man ville eksempelvis heller ikke teste mælkeallergikere ved at fodre forsøgspersonen med gulerødder - er der forbløffende få studier, der rent faktisk tager hensyn hertil. Eksperimentet skal derfor indeholde en afklarende fase, hvor hver enkelt forsøgspersons individuelt-specifikke frekvensrespons afklares.

### 3: Krydsreaktioner med MCS:

Mange EHS-ramte har samtidigt - i større eller mindre grad - symptomer på MCS. I et forsøgslaboratorium, hvor der ikke er taget hensyn dertil, vil den EHS-ramte således have meget svært ved at adskille ubehaget fra MCS-relaterede symptomer med ubehaget fra en kontrolleret eksponering. Eksperimentet skal derfor foregå i en lokalitet, der er sikret fri for eksponeringskilder, der kan forårsage MCS.

Med mindre der specifikt er taget hensyn til alle tre ovenstående forhold, må provokationsstudiets metodologiske karakter anses for så svag, at eksperimentets resultater er behæftede med så alvorlige validitetsproblemer, at deres forskningsmæssige værdi er særdeles diskutabelt.

Samtidigt er der eksperimenter, hvor man finder sammenhæng mellem eksponering og helbredsreaktioner - også selv om forsøgspersonerne (formentlig af ovenstående årsager) ikke kan registrere eksponeringen (Hillert L, Akerstedt T, Lowden A, Wiholm C, Kuster N, Ebert S, Boutry C, Moffat SD, Berg M, Arnetz BB. 2008)

I eksperimenter, hvor der tages hensyn til alle tre ovenstående forhold, er EHS-ramtes sikkerhed for korrekt at opdage eksponeringen dog forbløffende høj. Et eksperiment (Rea WJ, Pan Y, Fenyves EJ, Sujisawa, Suyama H, Samadi N, Ross GH., 1991) melder således om 100% korrekt detektering af det elektromagnetiske felt i et dobbelt-blindet forsøgssetup:

*The active frequency was found to be positive in 100% of the challenges, while all of the placebo tests were negative. we concluded that this study gives strong evidence that electromagnetic field sensitivity exists, and can be elicited under environmentally controlled conditions.*

--- Rea, et al., 1991, p241

Den manglende registrering af forekommende elektromagnetiske felter i forsøgslokaler og laboratorier antages i øvrigt at have udslagsgivende effekt i flere replikationsstudier, derved at det almindeligt forekommende elektromagnetiske felt i forsøgslokalet i visse tilfælde kan overstige de eksponeringsniveauer, man forsøger at afklare effekten af:

*"As described in the previous paragraphs, there are frequently contradictory results in the bioelectromagnetic experiments performed by different labs. One factor that we have found to be very important and able to completely change the results of a biological experiment is the influence of the stray electromagnetic fields that exist inside any lab.*

*Within a usual room inside a house or laboratory there are 50-60 Hz fields due to the electric wirings and electrical appliances. Close to the walls, near to sockets or close to electrical appliances one can measure electric fields up to 50 V/m and magnetic fields up to 10 mG. Such fields are found to affect biomolecules, cells and whole organisms in different ways and therefore to affect the outcome of any biological experiment."*

--- Panagopoulos & Margaritis, 2008, p117

### Diagnosticeringsmæssige perspektiver i forhold til EHS:

En tysk forskergruppe (Tuengler A, von Klitzing L., 2013) rapporterer at have udviklet en diagnosticeringsmetode til EHS, hvor de simultant måler variationer i hjerterytmen (ECG), variationer i mikrocirkulation (blodgennemstrømning i kapillærer) og elektrisk potentialeforskel i hudoverfladen.

Rimbach-studiets (Buchner, Klaus & Eger, Horst. 2011) målinger af forskelle i biomarkører for det adrenerge nervesystem før og efter opsætning af en mobilmast i Rimbach har også mulige diagnostiske perspektiver. Tilsvarende har en forskergruppe i Egypten (Eskander EF, Estefan SF, Abd-Rabou AA., 2012) målt mindskning i niveauet af ACTH, kortisol, stofskiftehormoner, prolactin (ved yngre kvinder) og testosteron (for mænd i alle aldre)

En anden forskergruppe har udviklet en diagnosticeringsmetode for både MCS og EHS baseret på måling af forskellige biomarkører (De Luca C, Thai JC, Raskovic D, Cesareo E, Caccamo

---

D, Trukhanov A, Korkina L. 2014). Samtidigt påvises en speciel genkombination, som giver 9.7 gange forhøjet risiko for udvikling af EHS.

Fortsat udvikling af diagnosticeringsmetoder er selvfølgelig stadig i høj grad påkrævet; men de allerede publicerede metoder kunne være relevant i tilfælde, hvor borgergrupper forsøger at forhindre myndighedsgodkendelse af opsætning af yderligere trådløst udstyr. Hvis man med før-og-efter målinger kan dokumentere ændringer i væsentlige biomarkører, vil det formentlig have et vist potentiale i forbindelse med retslige skridt som eksempelvis erstatningssager.

Samtidigt er der fra forskningsside en tiltagende opmærksomhed på problemforholdet:

*It seems necessary to give an International Classification of Diseases to EHS to get it accepted as EMF-related health problems. The increasing exposure to RF-EMF in schools is of great concern and needs better attention. Longer-term health effects are unknown. Parents, teachers, and school boards have the responsibility to protect children from unnecessary exposure.*

--- Hedendahl, Carlberg, Hardell, 2015, (epub - DOI: 10.1515/reveh-2015-0012)



## Prevalens af EHS og EHS-relaterede symptomer

I lighed med tobaksrygning er udnyttelse af trådløs teknologi ikke kun en privat sag for den enkelte borger, men et samfundsanliggende som angår alle borgerne, idet et individs valg kan påvirke mange andre personers helbred og livskvalitet væsentligt. Et studie fra Japan (Kato Y, Johansson O., 2012) angiver således, at 65% af EHS-ramte oplever helbredspåvirkning fra mikrobølgestrålingen fra andre personers trådløse enheder ved anvendelse af offentlige transportmidler, mens 12% angiver, at de ikke længere kan benytte offentlige transportmidler på grund af helbredspåvirkningen fra mikrobølgestrålingen fra andre personers trådløse enheder.

I en østrisk undersøgelse fra 2008 angives prevalensen af EHS at være steget til 3,5% fra 2% i 1994 (Schröttner J, Leitgeb N., 2008). Med den fortsatte udbredelse af mikrobølgebaseret kommunikations- og underholdningselektronik vil det være rimeligt at antage, at prevalensen er endnu højere i dag.

En tilsvarende undersøgelse gennemført i Schweiz i 2004 (Schreier N, Huss A, Rösli M., 2006) beregner prevalensen til 5% (95%CI: 4-6%), og angiver endvidere de to oftest forekommende symptomer, nemlig hovedpine og søvnforstyrrelser. Et andet interessant aspekt af undersøgelsen er, at 53% af respondenterne er bekymrede over mulige helbredseffekter fra elektromagnetiske felter - uden at de selv regner sig for EHS-ramte. Der ligger således en meget stor latent bekymring for problemfeltet hos den almene befolkning, hvilket understreger vigtigheden af relevant og korrekt information om eksponeringsreducerende tiltag for almenheden.

I en genberegning af data fra en spansk undersøgelse fra 2003 (Navarro, E.A., J. Segura, M. Portoles, C. G-P de Mateo. 2003) konstateredes det i øvrigt, at forekomsten af EHS-relaterede symptomer er signifikant korreleret til eksponeringsintensitet - uafhængigt af demografiske faktorer (Gómez-Perretta C1, Navarro EA, Segura J, Portolés M., 2013). Genberegningen anvendte en mere avanceret statistisk beregningsmetode end den oprindelige undersøgelse og kunne dermed samtidigt godtgøre, at bekymring om mulige helbredseffekter ikke er udslagsgivende for forekomsten af helbredseffekter.

Sammenhængen mellem eksponering og helbredseffekter genfindes i et studie fra Iran, hvor nærhed til en mobilmast korreleres ( $p < 0,05$ ) med helbredsvirkninger som svimmelhed, irritabilitet, nervøsitet, depression, ubehag, søvnforstyrrelse og rejsningsbesvær (Shahbazi-Gahrouei D, Karbalae M, Moradi HA, Baradaran-Ghahfarokhi M., 2014).

En nyere undersøgelse fra Kina underbygger samme forhold, hvor eksponering for

mikrobølgestråling fra et mobiltårn statistisk signifikant ( $p < 0.05$ ) korreleres med EHS-relaterede symptomer som hovedpine, svimmelhed, søvnløshed, hukommelsesbesvær, reduceret reaktionstid og humørsvingninger

EHS-lignende symptomer og tilstande kan også observeres hos børn og unge mennesker, hvilket gør den tiltagende installation af mikrobølgebaserede netværksløsninger i uddannelsesinstitutioner særdeles problematisk. Et studie fra Taiwan (Chiu CT, Chang YH, Chen CC, Ko MC, Li CY., 2014) godtgør således, at brug af mobiltelefon er korreleret til et signifikant forhøjet OR for hovedpine og migræne (1.42, 95% CI = 1.12-1.81) og hudkløe (1.84, 95% CI = 1.47-2.29). Samtidigt beregnes det, at børn som bruger mobiltelefon, har dårligere helbredstilstand end de havde året forinden.

*Although the cross-sectional design precludes the causal inference for the observed association, our study tended to suggest a need for more cautious use of MPs in children, because children are expected to experience a longer lifetime exposure to radiofrequency electromagnetic fields (RF-EMF) from MPs [mobile phones].*

--- Chiu, et al., 2014, p1

Lignende forhold dokumenteres i en undersøgelse blandt japanske teenagere, hvor det findes, at høj grad af brug af mobiltelefoner er korreleret ( $P < 0.001$ ) til færre søvntimer og mindre sportsdeltagelse (Ikeda K, Nakamura K., 2014). Samme undersøgelse finder associationer mellem mobilbrug og "deprimeret humør" ( $P=0.005$ ) og "træthed" ( $P<0.001$ )

*Increased duration of mobile phone use is associated with unfavorable psychological mood, in particular, a depressed mood. Decreasing mobile phone use may help maintain appropriate mental health in very long-duration users.*

--- Ikeda K, Nakamura K., 2014, p187

Samtidigt indikeres en korrelation mellem EHS og MCS i en nyere undersøgelse (Nordin S, Neely G, Olsson D, Sandström M., 2014), hvilket understreger det samfundsmæssige ansvar overfor EHS-ramte personer, derved at både elektromagnetiske felter og parfume/duftstoffer er næsten umulige at undgå ved blot et minimum af social interaktion i dagens samfund.

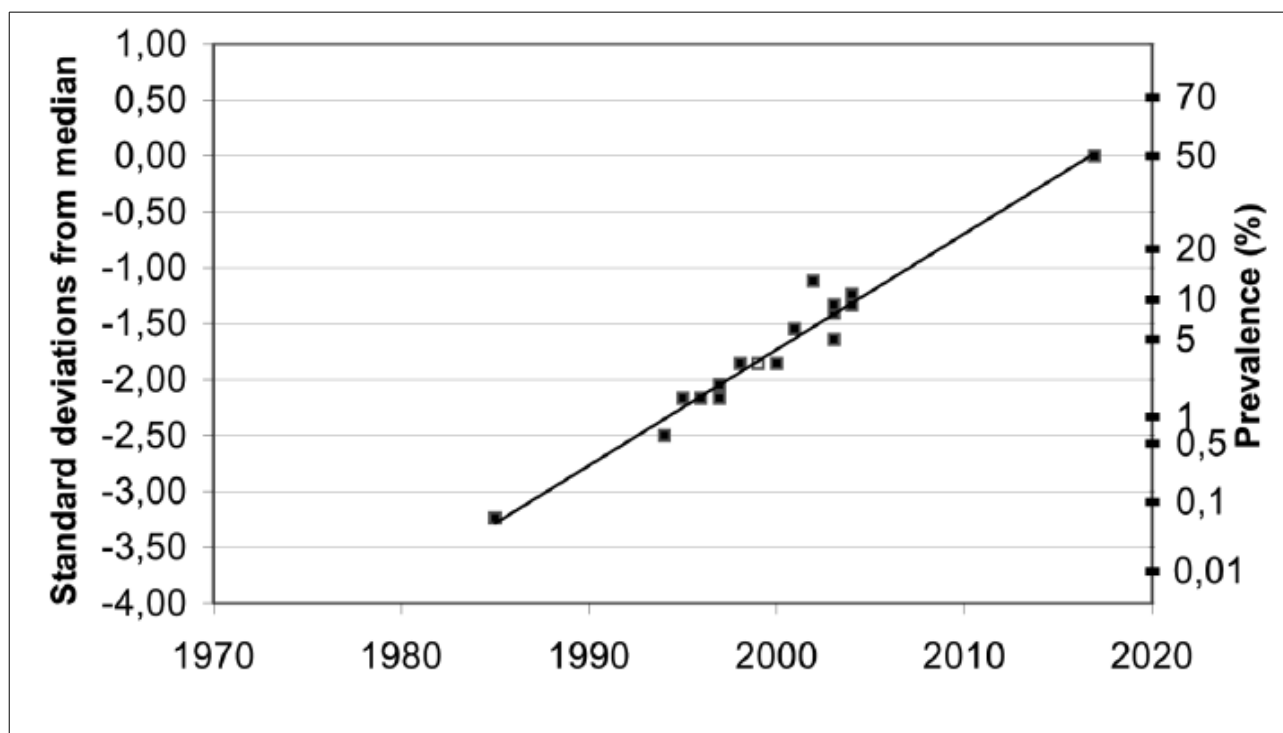
Som det umiddelbart fremgår af ovenstående, kan symptombilledet ved EHS have en vis lighed med symptombilledet for andre funktionsnedsættende lidelser uden erkendt ætologi, hvorfor der er et uafklaret potentiale for fejldiagnoser i forbindelse hermed. Samtidigt ses et konstant stigende antal EHS-ramte (og MCS-ramte).

En undersøgelse fra 2006 beregnede (Hallberg, Oerjan; Oberfeld, Gerd., 2006) den forventede stigning i EHS på baggrund af den rapporterede prevalens i forskellige undersøgelser og estimater. Ved ekstrapolering af datamængden nås et ret skræmmende billede, nemlig at prevalensen vil nå 50% af befolkningen før 2020:

---

Citer denne udgivelse som:

Horsevad, Kim. 2017. *Elektromagnetisk Hyper Sensitivitet, EHS*.  
Forskningsorientering #8, Elektrobiologisk Selskab.



Rapporteret antal EHS-ramte i 2006 og efterfølgende ekstrapolering. Illustration: Hallberg, Oerjan; Oberfeld, Gerd., 2006, p190

Bemærk i øvrigt, at kurvens estimater gælder det reelle antal EHS-ramte, hvilket ikke nødvendigvis er det samme som det diagnosticerede niveau af EHS-ramte, idet sygdomsbilledet for en EHS-ramt kan være så diffust, at det er meget vanskeligt for behandlere uden dyb indsigt i EHS-relaterede problemer at stille de rigtige diagnoser.

Citer denne udgivelse som:

Horsevad, Kim. 2017. *Elektromagnetisk Hyper Sensitivitet, EHS*.  
Forskningsorientering #8, *Elektrobiologisk Selskab*.

## Endokrine og neurofysiologiske virkninger

I ældre litteratur finder man ofte henvisninger til, at EHS ikke kan påvises objektivt, idet man i moderne evidensbaseret medicin ofte lægger meget lidt vægt på patientens egen opfattelse af tilstanden og udelukkende støtter diagnosen på kvantificerede målinger.

I de senere år er der dog sket en væsentlig forskningsmæssig indsats, og helbredseffekterne kan i dag måles på mange forskellige biomarkører, således at påvirkningen i mange tilfælde nu kan dokumenteres objektivt - ved eksponeringsniveauer, der er meget lavere end nuværende grænseværdier.

En sådan undersøgelse er fra 2010, hvor et forskerhold udførte kemiske analyser af spytpøver fra mennesker, der i 2 x 50 min var eksponeret for 900MHz GSM ved  $5,2\mu\text{W}/\text{m}^2$ ;  $153,6\mu\text{W}/\text{m}^2$  og  $2126,8\mu\text{W}/\text{m}^2$  (Augner C, Hacker GW, Oberfeld G, Florian M, Hitzl W, Hutter J, Pauser G., 2010.). I forbindelse med eksponeringen kunne der iagttages øgede værdier for cortisol og alpha-amylase, hvilket indikerer en neurofysiologisk stress-tilstand.

Et lignende, men betydeligt mere robust resultat kommer fra en tysk forskergruppe i 2011, hvor man undersøgte stress-markører i det adrenerge nervesystem hos personer bosat i Rimbach i Tyskland, hvor teleindustrien på daværende tidspunkt opførte en mobilmast (Buchner, Klaus & Eger, Horst. 2011). De forskellige biomarkører blev målt, inden eksponeringen startede, og forskerne fortsatte målingerne over halvandet år.

Resultaterne var forbløffende. Niveaue af stress-hormoner (adrenalin og noradrenalin) øges signifikant ( $p < 0,0002$ ) allerede i de to første måneder efter installation af mobilmasten (hvorefter de stabiliseres for de mindst eksponerede). Tilsvarende falder niveauet af dopamin signifikant ( $p < 0,0002$ ) efter eksponeringens start. Niveauet af phenylethylamine (PEA, en vigtig neurotransmitter med betydning for velbefindende, blandt andet gennem stimuleret frigivelse af dopamin) falder ligeledes konstant gennem hele forsøgsperioden ( $p < 0,0001$ ).

Med tanke på den nuværende fokus på stress som "folkesygdom" er det tyske studie særdeles interessant. Resultaterne derfra giver mulighed for at fremsætte en hypotese, hvor i hvert fald en del af de personer, der i det moderne samfund føler sig stressede, kunne ændre deres situation positivt ved at søge at undgå mikrobølgeeksponering.

Forfatterne nævner selv den kliniske betydning af deres resultater og sammenhængen mellem de observerede ændringer og det klassiske sygdomsbillede for stress-ramte. Samtidigt kunne der, efter igangsætningen af mobilmasten i Rimbach, iagttages øgede forekomster af migræne/hovedpine, koncentrationsbesvær, søvnforstyrrelser og allergi:

---

Citer denne udgivelse som:

Horsevad, Kim. 2017. *Elektromagnetisk Hyper Sensitivitet, EHS*.  
Forskningsorientering #8, Elektrobiologisk Selskab.

Somit lässt sich als Hypothese aufstellen: Trotz unveränderter Lebensgewohnheiten kommt es bei den Probanden über die Mikrowellenbelastung der neu errichteten Sendeanlage zu einem chronischen Stresszustand mit primärem Anstieg von Adrenalin/ Noradrenalin und konsekutivem Abfall von Dopamin. In der Phase der Gegenregulation fällt das „trace amine“ PEA und bleibt abgesenkt. Dies hat erhebliche klinische Relevanz, da psychiatrische Krankheitsbilder ebenfalls veränderte PEA-Werte ausweisen. In Rimbach konnte die Zunahme von Schlafstörungen, Cephalgie, Schwindel, Konzentrationsstörung und Allergie nach Sender - einschaltung klinisch dokumentiert werden. Über die Störung der humoralen Stressachse sind die neu aufgetretenen Symptome klinisch begründbar.

--- Buchner, Klaus & Eger, Horst., 2011, p55

Andre neurofysiologiske markører påvirkes også af mikrobølgestrålingen. I 2008 dokumenterede et forskerhold, at hjerterytmen ændres ved påvirkning fra en almindelig mobiltelefon. (Andrzejak R, Poreba R, Poreba M, Derkacz A, Skalik R, Gac P, Beck B, Steinmetz-Beck A, Pilecki W. 2008). Eksponeringskilden var en 1800MHz mobiltelefon (SAR=0,48W/kg), som forsøgspersonerne anvendte i 20 minutter.

Påvirkningen kan også måles i forsøgspersoners søvnmønstre og EEG under søvn (Lowden A, Akerstedt T, Ingre M, Wiholm C, Hillert L, Kuster N, Nilsson JP, Arnetz B. 2011). Et interessant aspekt ved undersøgelsen er, at virkningerne kunne måles uafhængigt af, hvorvidt personen forinden følte symptomer ved anvendelse af trådløs teknologi. Helbredsvirkningerne er således ikke isoleret til EHS-ramte, men har betydning for hele befolkningen.

Ændringer i EEG ved eksponering for mikrobølgestråling fra mobiltelefoner er samtidigt blevet målt af andre forskerhold (Maby E, Le Bouquin Jeanes R, Faucon G. 2006; Perentos N, Croft RJ, McKenzie RJ, Cosic I., 2013; Schmid MR, Loughran SP, Regel SJ, Murbach M, Bratic Grunauer A, Rusterholz T, Bersagliere A, Kuster N, Achermann P. 2012). Sidstnævnte forskerholds resultater er dog specifikt interessante, derved at de observerede mikrobølge-inducerede ændringer i EEG udviser betydelig individuel variation blandt forsøgspersonerne, hvilket støtter hypotesen om, at mennesker reagerer forskelligt (formentlig afhængig af genetisk udgangspunkt) på eksponering for mikrobølger.

*Consistent with previous findings, our results provide further evidence that pulse-modulated RF EMF alter brain physiology, although the time-course of the effect remains variable across studies. Additionally, we demonstrated that modulation frequency components within a physiological range may be sufficient to induce these effects.*

--- Schmid, et al., 2012, p50

De registrerede ændringer i EEG støttes af andre resultater (Vecchio F, Babiloni C, Ferreri F, Curcio G, Fini R, Del Percio C, Rossini PM. 2007), som er ekstra interessante, idet forskere fra samme team senere påviser forskelle i EEG-reaktioner som følge af mikrobølgeeksponering mellem yngre og ældre personer.

Ud over ændringer i søvn-EEG forårsager eksponering for mikrobølger fra mobiltelefoner også ændringer i kognitive reaktioner, (Regel SJ, Tinguely G, Schuderer J, Adam M, Kuster N, Landolt HP, Achermann P., 2007):

*In summary, this study reveals first indications of a dose-response relationship between EMF field intensity and its effects on brain physiology as demonstrated by changes in the sleep EEG and in cognitive performance.*

--- Regel, et al., 2007, p253

Ikke blot mikrobølger; men en vid række af elektromagnetiske frekvenser og forstyrrelser kan påvises at have biologiske virkninger. I en af de eneste prospektive undersøgelser i forhold til bioreaktiviteten af elektriske/magnetiske felter påviser et forskerhold (Li, et al, 2012) således, at *in utero* eksponering for magnetfelter øger risikoen (OR=1.69, 95% CI=1.01–2.84) for, at barnet udvikler overvægt senere i livet. Sammenhængen udviste i øvrigt dosis-respons-sammenhæng. Fra samme undersøgelse publiceredes året før (Li, et al, 2011) et andet interessant resultat, hvor *in utero* eksponering for magnetfelter øgede risikoen for, at barnet senere i livet udvikler astma. For hver 1mG forøgning af moderens magnetfeltseksponering under graviditeten øges barnets risiko for at udvikle astma med 15%.

De mange forskelligartede påvirkningsmekanismer og deraf følgende brede spektrum af forskellige symptomer giver - især kombineret med en forholdsvis ringe udbredt viden om EHS - en reel risiko for, at en betragtelig del af de forskellige udefinerbare funktionelle lidelser i deres egentlige ætiologi er relateret til forskellige niveauer af EHS.

## EHS-relaterede resultater fra modelorganismer

Forsøg med både planter og dyr er vigtige i udforskningen af de forskellige interaktioner mellem elektromagnetiske felter og biologiske organismer, idet der gives mulighed for at udføre målinger i bestemte kontrollerede forhold. Samtidigt giver modelorganismene en sikkerhed for, at de målte biologiske reaktioner ikke er behæftet med en confounder i forhold til, hvorvidt menneskets opfattelse af eksponeringen påvirker vedkommendes velbefindende.

Ved museforsøg er der således dokumenteret neuropatologiske ændringer hos mus, der eksponeres in-utero (under fostertilstanden), som leder til adfærdsmæssige og neurofysiologiske ændringer i musenes voksenliv (Aldad, T.S., Gan, G., Gao, X-B., & Taylora, H.S., 2012). Eksponeringskilden var almindelige kommercielt tilgængelige mobiltelefoner med SAR=1,6-1,7 W/kg.

*Mice exposed during pregnancy had impaired memory, were hyperactive, and had decreased anxiety, indicating that in-utero exposure to radiofrequency is a potential cause of neurobehavioral disorders.*

--- Aldad, et al., 2012, p5

De observerede neurofysiologiske ændringer, og den observerede stigning i hyperaktivitet, kunne være relevante i forhold til den omfattende stigning i hyperaktivitets-relaterede diagnoser blandt børn idag.

Bioreaktiviteten af mikrobølgestrålerne fra mobilmaster og mobiltelefoner kan formentlig også findes i naturmiljøet i nærheden af mobilmaster og tilsvarende installationer. Et vigtigt resultat af denne art stammer fra 2010, hvor en forsker eksponerede et antal frø-æg for mikrobølgebestråling fra en mobil-mast i en afstand af 140 meter (Balmori A., 2010). Dvs at bestrålingstilstanden var normalt tilstanden i pågældende laboratorie. Kontrolgruppen blev anbragt på samme lokation, men beskyttet af et faraday-bur. I den eksponerede gruppe døde 90% af æggene/nyklækkede haletudser - i kontrolgruppen var tallet kun 4,2%

Resultat indikerer meget vidtrækkende virkninger i forhold til både menneskers og den omgivende naturs helbredstilstand i forhold til den stigende eksponering for mikrobølger fra trådløs kommunikationsteknologi.

I et tidligere studie (Balmori A, Hallberg O. 2007) har samme forsker i øvrigt påvist signifikant ( $P = 0.0037$ ) negativ korrelation mellem antallet af fugle (gråspurve) og mikrobølgestrålingsintensiteten på forskellige områder i nærheden af Valladolid i Spanien. Studiet blev foretaget mellem oktober 2002 og maj 2006. Korrelationen støttes af identiske resultater hos andre forskere (Everaert J, Bauwens D. 2007).

---

Citer denne udgivelse som:

Horsevad, Kim. 2017. *Elektromagnetisk Hyper Sensitivitet, EHS*.  
Forskningsorientering #8, *Elektrobiologisk Selskab*.

De bioreaktive virkninger af mikrobølgestråling fra kommercielt tilgængelige trådløse enheder kan også iagttages i form af ændrede bevægelsesmønstre hos myrer (Cammaerts MC, Johansson O., 2014).

Hos rotter kan bioreaktiviteten blandt andet aflæses i ændrede niveauer af kortikale neurotransmittere efter eksponering for 900MHz mikrobølgestråling i en time om dagen i fire måneder ved SAR=1,165W/kg (Khadrawy, Yasser A., Ahmed, N. A., Aboulezz, H. S., Radwan, N. M. 2009). Tilsvarende rotteforsøg fra Indien (Narayanan SN, Kumar RS, Kedage V, Nalini K, Nayak S, Bhat PG. 2014) dokumenterer oxidativt stress i rottehjerner efter eksponering for mikrobølgestråling fra en 900MHz mobiltelefon i 1 time om dagen i 28 dage ved SAR= 1,58W/kg. Forfatterne foreslår, at den observerede ændrede adfærd hos rotterne skyldes virkningen af den påviste oxidative stress. Adfærdsændringer og strukturændringer i hippocampus hos rotter eksponeret for GSM mobiltelefon i 45 sekunder pr time i fire uger er ligeledes dokumenteret (Narayanan SN, Kumar RS, Potu BK, Nayak S, Bhat PG, Mailankot M. 2010)

Ved 2450MHz mikrobølgestråling i 2 timer om dagen i 21 dage ved SAR= 0.98 og 3.6 $\mu$ W/g (0,00098 W/kg - 0.0036W/kg) ændredes både emotionel reaktivitet og hormonniveau i skjoldbruskkirtlen hos eksponerede rotter (Sinha RK. 2008)

Hos bananfluer kan virkningen af GSM-mobiltelefoner, DECT-trådløse telefoner, WiFi, Bluetooth, trådløse baby-alarmer, etc måles i mindsket reproduktiv kapacitet og tiltagende celledød blandt follikler (Margaritis LH1, Manta AK, Kokkaliaris KD, Schiza D, Alimisis K, Barkas G, Georgiou E, Giannakopoulou O, Kollia I, Kontogianni G, Kourouzidou A, Myari A, Roumelioti F, Skouroliakou A, Sykioti V, Varda G, Xenos K, Ziomas K., 2014)

Hos protozoer resulterer mikrobølgeeksponering allerede ved 0,1W/m<sup>2</sup> i signifikant mindskelse af bevægeligheden over 10-15 generationer, hvilket indikerer, at de resulterende genetiske ændringer kan videregives til næste generation (Sarapultseva EI, Igolkina JV, Tikhonov VN, Dubrova YE. 2014)



## Neurokognitions-mæssige virkninger

Der er dokumenteret problemer med opfattelse af fonemer, reduceret hukommelse, øget træthed og nedsat effektivitet i opgaveløsning hos børn i alderen 7-12 år ved anvendelse af mobiltelefoner (Khorseva NI, Grigor'ev IuG, Gorbunova NV. 2011)

I et andet eksperiment scorede 9 ud af 11 forsøgspersoner signifikant ( $p=0,0105$ ) lavere testresultater i kognitiv test ved 50min eksponering for standard kommercielt tilgængelig mobiltelefon allerede ved strålingsintensitet på  $1\text{mW}/\text{m}^2$  (Maier R, Greter SE, Maier N. 2004)

*We could show that the participants' cognitive performance was impaired after exposure to pulsed electromagnetic fields. With regard to this finding, we recommend that the use of cellular phones should be restricted generally and in particular in respect of physical hazard of high-risk groups, e.g. elderly, children and ill people.*

--- Maier R, Greter SE, Maier N., 2004, p46

En undersøgelse lavet på baggrund af data fra danske databaser viser, at prenatal og postnatal eksponering for mikrobølgestråler fra mobiltelefoner kan korreleres til adfærdsmæssige problemer i forhold til hyperaktivitet og følelsesmæssige forstyrrelser ved skolestart (Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J., 2008).

En opfølgende undersøgelse omfattende endnu flere individer fra samme database viste stadig forhøjet risiko ( $\text{OR}=1.5$ ; 95% CI: 1.4-1.7) for adfærdsproblemer hos børn, hvis de prenatalt/postnatalt har været eksponeret for mikrobølgestråling fra mobiltelefoner (Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J. 2012).

Neurokognitive virkninger ved eksponering for mikrobølgestråling kan også findes ved dyreforsøg.

Ved eksponering for 900/1800 MHz GSM mikrobølgestråling to timer om dagen fem gange om ugen i 30 dage ved  $\text{SAR}=0,5953\text{-}0,5835\text{ mW}/\text{kg}$  registreredes signifikant mindskelse af rotternes kognitive funktion, forøget niveau af oxidativt stress og forhøjet niveau af cytokiner (hvilket indikerer en inflammatorisk tilstand) (Megha K, Deshmukh PS, Banerjee BD, Tripathi AK, Abegaonkar MP., 2012)

*Significant impairment in cognitive function and induction of oxidative stress in brain tissues of microwave exposed rats were observed in comparison with sham exposed groups. Further, significant increase in level of cytokines (IL-6 and TNF- alpha) was also observed following microwave exposure. Results of the present study indicated that increased oxidative stress due to microwave exposure may contribute to cognitive impairment and inflammation in brain.*

--- Megha, et al., 2012, p889

Tilsvarende findes i et indisk studie fra 2013, hvor der påvistes ændringer i rotters kognitive funktion og oxidativ stress i hjernen ved eksponering for 900MHz mikrobølgestråling i to timer pr dag 5 gange om ugen ved SAR=0.000084738 W/kg (Deshmukh PS, Banerjee BD, Abegaonkar MP, Megha K, Ahmed RS, Tripathi AK, Mediratta PK. 2013).

*Results showed significant impairment in cognitive function and increase in oxidative stress, as evidenced by the increase in levels of MDA (a marker of lipid peroxidation) and protein carbonyl (a marker of protein oxidation) and unaltered GSH content in blood. Thus, the study demonstrated that low level MW radiation had significant effect on cognitive function and was also capable of leading to oxidative stress.*

---Deshmukh, et al., 2013, p114

Givetvis er rotter mindre end mennesker, men det er bemærkelsesværdigt lave SAR-værdier, der foranlediger de påviste virkninger. I samme forbindelse kan det være nyttigt at erindre, at SAR-værdien netop udtrykker mængden af absorberet stråling pr masseenhed, hvorfor det i udgangspunktet er en relativ måling, som man derfor skulle kunne overføre direkte mellem forskellige organismer. Det bemærkes i denne forbindelse, at eksponeringsværdien anvendt af Desmukh et al (ibid) er 1/24000 af nuværende grænseværdi anbefalet af ICNIRP.

Andre forskere har tilsvarende målt kognitions-mæssige virkninger på rotter ved eksponering for meget lave intensiteter af mikrobølgestråling (Nittby H, Grafström G, Tian DP, Malmgren L, Brun A, Persson BR, Salford LG, Eberhardt J., 2008). I forsøget blev rotterne eksponeret for 900MHz GSM mikrobølgestråling to timer hver uge i 55 uger ved SAR=0,6-60mW/kg.

Virkningerne findes også hos mus, hvor et græsk forskerteam i 2009 påviste forringet spatial hukommelse hos mus, der var eksponeret for mikrobølgestråling fra 900MHz GSM i to timer om dagen i 4 timer ved SAR= 0,41-0,98W/kg (Fragopoulou AF, Miltiadous P, Stamatakis A, Stylianopoulou F, Koussoulakos SL, Margaritis LH. 2010). En lignende tilstand påvistes hos rotter i 2014 ved 900 MHz mikrobølgeeksponering en time om dage i 21 dage ved SAR= 0,05-0,18 W/kg (Maaroufi K, Had-Aissouni L, Melon C, Sakly M, Abdelmelek H, Poucet B, Save E., 2014).

Andre museforsøg viser lignende resultater. I 2011 måler et forskerteam (Ntzouni MP, Stamatakis A, Stylianopoulou F, Margaritis LH., 2011) signifikant nedsat hukommelse hos mus efter eksponering for mikrobølgestråler fra en 1800MHz mobiltelefon i 90 minutter om dagen i 3, 17 eller 31 dage ved SAR=0,22W/kg. Mikrobølgestrålernes indvirkning på kognitive mønstre bekræftes i senere forsøg (Ntzouni MP, Skouroliahou A, Kostomitsopoulos N, Margaritis LH., 2013).

## Neurodegenerative virkninger

Professor, Dr. Dominique Belpomme fra Frankrig har benævnt EHS som en præ-alzheimer-tilstand (Belpomme, 2014), idet fortsat eksponering kan medføre så omfattende neurodegenerative skader, at skadesniveauet bliver irreversibelt.

Påvirkningen af hjernen efter eksponering for mikrobølger fra trådløs kommunikationsteknologi er også omdrejningspunktet for andre undersøgelser. I et nyere review fra 2014 fremlægges således en hypotese om hvorledes en væsentlig del af de skadevirkninger, der observeres hos EHS-ramte, kunne skyldes beskadigelse af myelin-skeder omkring nervecellernes axoner (Redmayne M, Johansson O., 2014)

Neurodegenerative virkninger af mikrobølgestråling genfindes i andre forskningsresultater. Eksempelvis kunne forskerne i et ældre case-kontrol-studie fra USA finde korrelation mellem forskellige neurodegenerative sygdomme (deriblandt Alzheimer) og arbejdsrelateret eksponering for elektromagnetiske felter (Savitz DA, Loomis DP, Tse CK., 1998). Justerede OR var 1,2 for Alzheimer, 1,1 for Parkinsons og 1,3 for ALS

Et andet arbejdsmedicinsk studie fra 2003 fandt mere tydelige sammenhænge mellem arbejdsrelateret eksponering for magnetfelter og dødelighed som følge af neurodegenerative sygdomme (Håkansson N, Gustavsson P, Johansen C, Floderus B., 2003). Her påvist en sammenhæng mellem eksponering og risikoen for at dø af Alzheimers, med  $RR=4,0$  ( $95\%CI=1,4-11,7$ ) i gruppen med højest eksponering. Tilsvarende påvist en  $RR$  på 2.2 ( $95\%CI=1.0-4.7$ ) for ALS i den mest eksponerede gruppe.

Ligeledes finder en anden arbejdsmedicinsk undersøgelse fra 2002 (Noonan et al, 2002) forøget forekomst ( $OR= 1.50$ ,  $95\% CI=1.02-2.19$ ) af Parkinsons syge blandt personer, der eksponeres for magnetfelter gennem deres arbejde. Endvidere kunne der i denne undersøgelse påvises en tydelig sammenhæng ( $OR 2.30$ ,  $95\% CI =1.29-4.09$ ) mellem eksponering for elektriske felter i arbejdsmæssig henseende og udvikling af ALS

Et svensk forskerteam har lavet statistiske analyser, der indikerer en højere dødelighed blandt Alzheimer-patienter, der eksponeres for mikrobølgestråling fra mobiltelefoni (Hallberg Ö, Johansson O., 2005)

*"The correlation between mobile phone average output power and mortality has increased the last few years and is today significant. Conclusions: The mortality in Alzheimer's disease appears to be associated with mobile phone output power. The mortality is increasing fast and is expected to increase substantially within the next 10 years. Deeper studies in this complex area are necessary."*

---

--- Hallberg Ö, Johansson O., 2005., p225

Samme forskerteam fandt også sammenhæng mellem arten af mikrobølgestrålingen og dødeligheden:

1. *The mortality in Alzheimer's disease is significantly higher in counties having higher output pulse power from mobile phones than in those having lower output power.*
2. *The mortality has increased by 106% from 1997 to 2002 in sparsely populated counties and by 71% in the more densely populated counties."*

--- Hallberg Ö, Johansson O., 2005., p228

Sammenhængen støttes af et eksperiment fra 2009, hvor eksponering for 900MHz GSM-moduleret mikrobølgestråling ved SAR=1W/kg mindsker væksten af nervetråde i nervecellekultur *in vitro* (Del Vecchio G, Giuliani A, Fernandez M, Mesirca P, Bersani F, Pinto R, Ardoino L, Lovisolo GA, Giardino L, Calzà L. 2009), og af et kinesisk eksperiment fra 2006, der påviser hæmning af nervecellernes aktivitet ved eksponering for 1800MHz GSM mikrobølgestråling i 15 minutter pr dag i 8 dage ved SAR=2,4W/kg (Xu S, Ning W, Xu Z, Zhou S, Chiang H, Luo J. 2006)

Et nyere kinesisk studie (Jiang DP, Li J, Zhang J, Xu SL, Kuang F, Lang HY, Wang YF, An GZ, Li JH, Guo GZ. 2013) påviser endvidere, at niveauet af beta amyloid (et proteinflragment, som i hvert fald delvist er årsagen til Alzheimer) stiger hos rotter, der eksponeres for pulseret elektromagnetisk stråling. Den anvendte eksponering var højere, end der almindeligvis vil forekomme ved anvendelse af almindelige mobiltelefoner; men resultatet kan give interessant viden om, hvilke interaktionsmuligheder der kan forekomme.

*The present results showed that EMP exposure can cause long-term impairment in impaired cognition and memory of rats, resulting in AD-like symptoms*

--- Jiang, et al., 2013, p178

---

## Referencer

- Abdel-Rassoul G, Abou El-Fateh O, Abou Salem M, et al. 2007. Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. *Neurotox.* 2007; 28(2): 434-440.
- Aldad, T.S., Gan, G., Gao, X-B., & Taylora, H.S., 2012. Fetal Radiofrequency Radiation Exposure From 800-1900 Mhz-Rated Cellular Telephones Affects Neurodevelopment and Behavior in Mice. *Sci Rep.* 2012; 2: 312.
- Andrzejak R, Poreba R, Poreba M, Derkacz A, Skalik R, Gac P, Beck B, Steinmetz-Beck A, Pilecki W. 2008. The influence of the call with a mobile phone on heart rate variability parameters in healthy volunteers. *Ind Health.* 2008 Aug;46(4):409-17.
- Augner C, Hacker GW, Oberfeld G, Florian M, Hitzl W, Hutter J, Pauser G., 2010. Effects of exposure to GSM mobile phone base station signals on salivary cortisol, alpha-amylase, and immunoglobulin A. *Biomed Environ Sci.* 2010 Jun;23(3):199-207
- Balmori A, Hallberg O. 2007. The urban decline of the house sparrow (*Passer domesticus*): a possible link with electromagnetic radiation. *Electromagn Biol Med.* 2007;26(2):141-51.
- Balmori A. 2010. Mobile phone mast effects on common frog (*Rana temporaria*) tadpoles: the city turned into a laboratory. *Electromagn Biol Med.* 2010 Jun;29(1-2):31-5
- Belpomme, Dominique, 2014. Electrosensitivity a Pre-Alzheimer's State? URL: <http://electromagnetichealth.org/electromagnetic-health-blog/electrosensitivity-a-pre-alzheimers-state/>
- Bin Lv, Zhiye Chen, Tongning Wu, Qing Shao, Duo Yan, Lin Ma, Ke Lu, Yi Xie. 2014. The alteration of spontaneous low frequency oscillations caused by acute electromagnetic fields exposure. *Clinical Neurophysiology* 125 (2014) 277–286
- Buchner, Klaus & Eger, Horst. 2011. Veränderung klinisch bedeutsamer Neurotransmitter unter dem Einfluss modulierter hochfrequenter Felder - Eine Langzeiterhebung unter lebensnahen Bedingungen. *Umwelt Medizin Gesellschaft* 2011; 24(1): 44-57
- Cammaerts MC, Johansson O., 2014. Ants can be used as bio-indicators to reveal biological effects of electromagnetic waves from some wireless apparatus. *Electromagn Biol Med.* 2014 Dec;33(4):282-8.
- Chiu CT, Chang YH, Chen CC, Ko MC, Li CY., 2014. Mobile phone use and health symptoms in children. *J Formos Med Assoc.* 2014 Aug 9. pii: S0929-6646(14)00207-1. [Epub ahead of print]
- De Luca C, Thai JC, Raskovic D, Cesareo E, Caccamo D, Trukhanov A, Korkina L. 2014. Metabolic and genetic screening of electromagnetic hypersensitive subjects as a feasible tool for diagnostics and intervention. *Mediators Inflamm.* 2014;2014:924184. Epub 2014 Apr 9.
- De-Kun Li, MD, PhD; Hong Chen, MPH; Roxana Odouli, MSPH. 2011. Maternal Exposure to Magnetic Fields During Pregnancy in Relation to the Risk of Asthma in Offspring. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2011;165(10):945-950.

- Del Vecchio G, Giuliani A, Fernandez M, Mesirca P, Bersani F, Pinto R, Ardoino L, Lovisolo GA, Giardino L, Calzà L. 2009. Continuous exposure to 900MHz GSM-modulated EMF alters morphological maturation of neural cells. *Neurosci Lett.* 2009 May 22;455(3):173-
- Deshmukh PS, Banerjee BD, Abegaonkar MP, Megha K, Ahmed RS, Tripathi AK, Mediratta PK. 2013. Effect of low level microwave radiation exposure on cognitive function and oxidative stress in rats. *Indian J Biochem Biophys.* 2013 Apr;50(2):114-9.
- Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J. 2012. Cell phone use and behavioural problems in young children. *J Epidemiol Community Health.* 2012 Jun;66(6):524-9
- Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J., 2008. Prenatal and postnatal exposure to cell phone use and behavioral problems in children. *Epidemiology.* 2008 Jul;19(4):523-9.
- Eskander EF, Estefan SF, Abd-Rabou AA., 2012. How does long term exposure to base stations and mobile phones affect human hormone profiles? *Clin Biochem.* 2012 Jan;45(1-2):157-61.
- Everaert J, Bauwens D. 2007. A possible effect of electromagnetic radiation from mobile phone base stations on the number of breeding house sparrows (*Passer domesticus*). *Electromagn Biol Med.* 2007;26(1):63-72.
- Fragopoulou AF, Miltiadous P, Stamatakis A, Stylianopoulou F, Koussoulakos SL, Margaritis LH. 2010. Whole body exposure with GSM 900MHz affects spatial memory in mice. *Pathophysiology.* 2010 Jun;17(3):179-87.
- Gómez-Perretta C1, Navarro EA, Segura J, Portolés M., 2013. Subjective symptoms related to GSM radiation from mobile phone base stations: a cross-sectional study. *BMJ Open.* 2013 Dec 30;3(12):e003836.
- Hagström M, Auranen J, Ekman R., 2013. Electromagnetic hypersensitive Finns: Symptoms, perceived sources and treatments, a questionnaire study. *Pathophysiology.* 2013 Apr;20(2):117-22.
- Hallberg Ö, Johansson O. 2005. Alzheimer mortality - why does it increase so fast in sparsely populated areas?. *European Biology and Bioelectromagnetics.* 2005; 1: 225-246.
- Hallberg, Oerjan; Oberfeld, Gerd., 2006. Do we all become electrosensitive? *Electromagnetic Biology and Medicine,* 25: 189-191, 2006
- Havas M, Marrongelle J. 2013. Replication of heart rate variability (HRV) provocation study with 2.4 GHz cordless phone. *Electromagn Biol Med* 2013;32:1-14.
- Havas M., 2013. Radiation from wireless technology affects the blood, the heart, and the autonomic nervous system. *Rev Environ Health.* 2013;28(2-3):75-84
- Hedendahl, Lena; Carlberg, Michael; Hardell, Lennart. 2015. Electromagnetic hypersensitivity – an increasing challenge to the medical profession. *Reviews on Environmental Health.* Epub. DOI: 10.1515/reveh-2015-0012, September 2015.
- Hillert L, Akerstedt T, Lowden A, Wiholm C, Kuster N, Ebert S, Boutry C, Moffat SD, Berg M, Arnetz BB.

2008. The effects of 884 MHz GSM wireless communication signals on headache and other symptoms: an experimental provocation study. *Bioelectromagnetics*. 2008 Apr;29(3):185-9
- Hutter HP, Moshhammer H, Wallner P, Kundi M. 2006. Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. *Occup. Environ. Med.* 2006; 63: 307-313.
- Håkansson N, Gustavsson P, Johansen C, Floderus B. 2003. Neurodegenerative diseases in welders and other workers exposed to high levels of magnetic fields. *Epidemiology*. 2003 Jul;14(4):420-6; discussion 427-8.
- Ikedo K, Nakamura K., 2014. Association between mobile phone use and depressed mood in Japanese adolescents: a cross-sectional study. *Environ Health Prev Med.* 2014 May;19(3):187-93.
- Jiang DP, Li J, Zhang J, Xu SL, Kuang F, Lang HY, Wang YF, An GZ, Li JH, Guo GZ. 2013. Electromagnetic pulse exposure induces overexpression of beta amyloid protein in rats. *Arch Med Res.* 2013 Apr;44(3):178-84.
- Kato Y, Johansson O., 2012. Reported functional impairments of electrohypersensitive Japanese: A questionnaire survey. *Pathophysiology*. 2012 Apr;19(2):95-100.
- Khadrawy, Yasser A., Ahmed, N. A., Aboulezz, H. S., Radwan, N. M. 2009. Effect of electromagnetic radiation from mobile phone on the levels of cortical amino acid neurotransmitters in adult and young rats. *Romanian J. Biophys.* , vol. 19 , issue 4, pp. 295–305., 2009.
- Khamidova, Gulzoda M., 2014. The Influence of Radiofrequency Electromagnetic Radiation on the Platelet Aggregation. *International Journal of BioMedicine* 4(3) (2014) 155-158
- Khorseva NI, Grigor'ev IuG, Gorbunova NV. 2011. Psychophysiological indicators for children using mobile phones. *Communication 2. Results of four-year monitoring. Radiats Biol Radioecol.* 2011 Sep-Oct;51(5):617-23.
- Kolodynski AA, Kolodynska VV. 1996. Motor and psychological functions of school children living in the area of the Skrunda Radio Location Station in Latvia. *Sci. Total Environ.* 1996; 180: 87-93.
- Li DK, Ferber JR, Odouli R, Quesenberry Jr CP. A Prospective Study of In-utero Exposure to Magnetic Fields and the Risk of Childhood Obesity. *Scientific Reports*. 2(540):1-6. Published 27 July 2012.
- Lowden A, Akerstedt T, Ingre M, Wiholm C, Hillert L, Kuster N, Nilsson JP, Arnetz B. 2011. Sleep after mobile phone exposure in subjects with mobile phone-related symptoms. *Bioelectromagnetics*. 2011 Jan;32(1):4-14
- Maaroufi K, Had-Aissouni L, Melon C, Sakly M, Abdelmelek H, Poucet B, Save E., 2014. Spatial learning, monoamines and oxidative stress in rats exposed to 900 MHz electromagnetic field in combination with iron overload. *Behav Brain Res.* 2014 Jan 1;258:80-9
- Maby E, Le Bouquin Jeannes R, Faucon G. 2006. Short-term effects of GSM mobiles phones on spectral components of the human electroencephalogram. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2006;1:3751-4.
- Maier R, Greter SE, Maier N. 2004. Effects of pulsed electromagnetic fields on cognitive processes - a pilot study on pulsed field interference with cognitive regeneration. *Acta Neurol Scand.* 2004 Jul;110(1):46-52.

- Margaritis LH1, Manta AK, Kokkaliaris KD, Schiza D, Alimisis K, Barkas G, Georgiou E, Giannakopoulou O, Kollia I, Kontogianni G, Kourouzidou A, Myari A, Roumelioti F, Skouroliakou A, Sykioti V, Varda G, Xenos K, Ziomas K., 2014. *Drosophila* oogenesis as a bio-marker responding to EMF sources. *Electromagn Biol Med.* 2014 Sep;33(3):165-89.
- McCarty DE, Carrubba S, Chesson AL, Frilot C, Gonzalez-Toledo E, Marino AA. 2011. Electromagnetic hypersensitivity: evidence for a novel neurological syndrome. *Int J Neurosci.* 2011 Dec;121(12):670-6.
- Megha K, Deshmukh PS, Banerjee BD, Tripathi AK, Abegaonkar MP., 2012. Microwave radiation induced oxidative stress, cognitive impairment and inflammation in brain of Fischer rats. *Indian J Exp Biol.* 2012 Dec;50(12):889-96.
- Narayanan SN, Kumar RS, Kedage V, Nalini K, Nayak S, Bhat PG. 2014. Evaluation of oxidant stress and antioxidant defense in discrete brain regions of rats exposed to 900 MHz radiation. *Bratisl Lek Listy.* 2014;115(5):260-6.
- Narayanan SN, Kumar RS, Potu BK, Nayak S, Bhat PG, Mailankot M. 2010. Effect of radio-frequency electromagnetic radiations (RF-EMR) on passive avoidance behaviour and hippocampal morphology in Wistar rats. *Ups J Med Sci.* 2010 May;115(2):91-6.
- Nittby H, Grafström G, Tian DP, Malmgren L, Brun A, Persson BR, Salford LG, Eberhardt J., 2008. Cognitive impairment in rats after long-term exposure to GSM-900 mobile phone radiation. *Bioelectromagnetics.* 2008 Apr;29(3):219-32.
- Noonan CW, Reif JS, Yost M, Touchstone J. 2002. Occupational exposure to magnetic fields in case-referent studies of neurodegenerative diseases. *Scand J Work Environ Health.* 2002 Feb;28(1):42-8.
- Noonan CW, Reif JS, Yost M, Touchstone J. 2002. Occupational exposure to magnetic fields in case-referent studies of neurodegenerative diseases. *Scand J Work Environ Health.* 2002 Feb;28(1):42-8.
- Nordin S, Neely G, Olsson D, Sandström M., 2014. Odor and noise intolerance in persons with self-reported electromagnetic hypersensitivity. *Int J Environ Res Public Health.* 2014 Aug 27;11(9):8794-805.
- Ntzouni MP, Skouroliakou A, Kostomitsopoulos N, Margaritis LH., 2013. Transient and cumulative memory impairments induced by GSM 1.8 GHz cell phone signal in a mouse model. *Electromagn Biol Med.* 2013 Mar;32(1):95-120.
- Ntzouni MP, Stamatakis A, Stylianopoulou F, Margaritis LH., 2011. Short-term memory in mice is affected by mobile phone radiation. *Pathophysiology.* 2011 Jun;18(3):193-9.
- Panagopoulos, Dimitris J. & Margaritis, Lukas H. 2008. Mobile Telephony Radiation Effects on Living Organisms. 2008. In: A.C. Harper & R.V. Bures (eds). 2008. *Mobile Telephones; Networks, Applications and Performance.* Nova Science Publishers, Inc.pp. 107-149
- Papageorgiou CC, Hountala CD, Maganioti AE, Kyprianou MA, Rabavilas AD, Papadimitriou GN, Capsalis CN., 2011. Effects of wi-fi signals on the p300 component of event-related potentials during an auditory hearing task. *J Integr Neurosci.* 2011 Jun;10(2):189-202.



- Perentos N, Croft RJ, McKenzie RJ, Cosic I. 2013. The alpha band of the resting electroencephalogram under pulsed and continuous radio frequency exposures. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2013 Jun;60(6):1702-10.
- Rea WJ, Pan Y, Fenyves EJ, Sujisawa, Suyama H, Samadi N, Ross GH. 1991. Electromagnetic Field Sensitivity. *J Bioelectricity* 1991; 10 (1 - 2): 241 - 256
- Redmayne M, Johansson O. 2014. Could myelin damage from radiofrequency electromagnetic field exposure help explain the functional impairment electrohypersensitivity? A review of the evidence. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev.* 2014;17(5):247-58.
- Regel SJ, Tinguely G, Schuderer J, Adam M, Kuster N, Landolt HP, Achermann P. 2007. Pulsed radio-frequency electromagnetic fields: dose-dependent effects on sleep, the sleep EEG and cognitive performance. *J Sleep Res.* 2007 Sep;16(3):253-8.
- Rezk AY, Abdulqawi K, Mustafa RM, Abo El-Azm TM, Al-Inany H., 2008. Fetal and neonatal responses following maternal exposure to mobile phones. *Saudi Med J.* 2008 Feb;29(2):218-23.
- Santini R, Santini P, Danze JM, et al. 2002. Study of the health of people living in the vicinity of mobile phone base stations: 1. Influences of distance and sex. *Pathol Biol.* 2002; 50: 369-373.
- Sarapultseva EI, Igolkina JV, Tikhonov VN, Dubrova YE. 2014. The in vivo effects of low-intensity radiofrequency fields on the motor activity of protozoa. *Int J Radiat Biol.* 2014 Mar;90(3):262-7.
- Savitz DA, Loomis DP, Tse CK. 1998. Electrical occupations and neurodegenerative disease: analysis of U.S. mortality data. *Arch Environ Health.* 1998 Jan-Feb;53(1):71-4.
- Schmid MR, Loughran SP, Regel SJ, Murbach M, Bratic Grunauer A, Rusterholz T, Bersagliere A, Kuster N, Achermann P. 2012. Sleep EEG alterations: effects of different pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields. *J Sleep Res.* 2012 Feb;21(1):50-8.
- Schreier N, Huss A, Rösli M., 2006. The prevalence of symptoms attributed to electromagnetic field exposure: a cross-sectional representative survey in Switzerland. *Soz Präventivmed.* 2006;51(4):202-9.
- Schröttner J, Leitgeb N., 2008. Sensitivity to electricity--temporal changes in Austria. *BMC Public Health.* 2008 Sep 12;8:310.
- Shahbazi-Gahrouei D, Karbalae M, Moradi HA, Baradaran-Ghahfarokhi M., 2014. Health effects of living near mobile phone base transceiver station (BTS) antennae: a report from Isfahan, Iran. *Electromagn Biol Med.* 2014 Sep;33(3):206-10.
- Sinha RK. 2008. Chronic non-thermal exposure of modulated 2450 MHz microwave radiation alters thyroid hormones and behavior of male rats. *Int J Radiat Biol.* 2008 Jun;84(6):505-13.
- Suleiman A, Gee TT, Krishnapillai AD, Khalil AM, Hamid MWA, Mustapa M., 2014. Electromagnetic Radiation Health Effects in Exposed and Non-Exposed Residents in Penang. *GEP* 2014; 2 : 77 - 83

- 
- Tuengler A, von Klitzing L., 2013. Hypothesis on how to measure electromagnetic hypersensitivity. *Electromagn Biol Med.* 2013 Sep;32(3):281-90.
- Vangelova K, Deyanov C, Israel M., 2006. Cardiovascular risk in operators under radiofrequency electromagnetic radiation. *Int J Hyg Environ Health.* 2006 Mar;209(2):133-8.
- Vecchio F, Babiloni C, Ferreri F, Buffo P, Cibelli G, Curcio G, van Dijkman S, Melgari JM, Giambattistelli F, Rossini PM. 2010. Mobile phone emission modulates inter-hemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms in elderly compared to young subjects. *Clin Neurophysiol.* 2010 Feb;121(2):163-71.
- Vecchio F, Babiloni C, Ferreri F, Curcio G, Fini R, Del Percio C, Rossini PM. 2007. Mobile phone emission modulates interhemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms. *Eur J Neurosci.* 2007 Mar;25(6):1908-13.
- WHO. 2011. Multiple Chemical Sensitivity (MCS) and Electrohypersensitivity (EHS), Summary of meeting at the WHO headquarters Geneva, May 13, 2011
- Xu S, Ning W, Xu Z, Zhou S, Chiang H, Luo J. 2006. Chronic exposure to GSM 1800-MHz microwaves reduces excitatory synaptic activity in cultured hippocampal neurons. *Neurosci Lett.* 2006 May 8;398(3):253-7.