

# **Barn och EMF**

**Riskerna med mobiltelefonin och trådlös teknik för  
våra uppväxande barn och ungdomar.**

Lena Hedendahl  
Luleå 2011

# Innehållsförteckning

Barn och EMF .....	1
Innehållsförteckning .....	2
Sammanfattning .....	3
Inledning .....	4
Syfte .....	5
Metod och Material .....	5
Resultat.....	6
Exponering under graviditet och fostertid.....	6
Bruk av mobil under graviditet och småbarnsår kan ge beteendeproblem .....	6
Immunologisk påverkan .....	6
Höga magnetfält under graviditet gav ökad astma hos barn .....	7
Mikrokärnor i röda blodkroppar.....	7
Minskat antal nervceller i hippocampus.....	8
Minskad antioxidativ förmåga i levern .....	8
Hjärtpåverkan.....	8
Exponering efter födseln .....	9
Hög exponering för mikrovågor kan ge beteendeproblem.....	9
Radarstation påverkade skolbarns reaktionstid och neuromuskulära förmåga .....	9
Många mobilsamtal visade på snabbare svarstid men fler felaktiga svar .....	10
Färre hjärnceller .....	10
Färre pyramidala celler i hippocampus .....	11
Nedsatt minne .....	11
Ökad tillbakadragenhet .....	11
Dåligt minne och döende nervceller i hippocampus .....	11
Blodhjärnbarriären öppnas .....	11
Vardagsminnet försämrades.....	12
Påverkan på glukosmetabolismen i hjärnan .....	12
Skador på DNA.....	12
Cellstress .....	13
Sömnpåverkan.....	14
Påverkan på EEG .....	14
Djupsömnen minskar .....	14
EEG under minnestest.....	14
Pulsade magnetfält påverkar hjärnans alfa-vågor .....	14
EEG påverkades mer i hypothalamus än i hjärnbarken .....	15
Hälsopåverkan av pulsad mobilstrålning från en GSM-mobilmast .....	15
Barn och cancer.....	16
Barn, mobil och risken för hjärntumör.....	16
Cefalostudien på barn, mobil och hjärntumörer.....	17
WHO klassar den radiofrekventa strålningen som möjligen cancerogen .....	17
Diskussion.....	17
Referenser .....	21
Ordförklaringar .....	25
Ansvarig för ”Barn och EMF” .....	26

# Sammanfattning

Barn är idag utsatta för mikrovågsstrålning från mobiler och trådlös teknik i vårt samhälle från ögonblicket de blir till, som foster och under hela sin uppväxt. Under hela denna tid sker en celledelning och cellmognad i alla kroppens organ, även i hjärna och nervvävnad. En växande och delande cell är extra känslig för påverkan utifrån. Stamceller är känsligare än mogna celler och påverkas lättare av yttre faktorer. Foster och växande barn har fler stamceller och fler delande celler än vuxna vilket gör att riskerna ökar för dem.

Många studier har visat på biologisk påverkan av mikrovågsstrålning långt under dagens gällande gräns- och referensvärden, som enbart skyddar mot skador från en uppvärmning. De säger inte någonting om riskerna för andra biologiska skademekanismer.

Vetenskapliga studier från många håll i världen visar hur mikrovågsstrålning kan skada människan på många olika sätt. Nervceller i hjärnan kan påverkas och skadas av mikrovågsstrålning och ge sämre minne och sämre intellektuell förmåga. Speciellt områden där minnen lagras, såsom hippocampus, drabbas. Blodhjärnbarriären öppnas under ett mobiltelefon-samtal och släpper in stora albuminmolekyler och andra skadliga ämnen som inte bör finnas i vår hjärna. Glukosomsättningen i hjärnan ökar under ett mobiltelefon-samtal. Vårt stressvar på cellnivå sätts igång, fria radikaler bildas och stresshormonerna adrenalin och noradrenalin påverkas. Nivån av PEA i hjärna sjunker efter en längre tids exponering från en vanlig GSM-mast och kan vara en orsak till den ökade förekomsten av ADHD och liknande beteenderubbningar. Barn som bodde nära en militär radarmast visade sig ha sämre minne, långsammare reaktionstid och sämre neuromuskulär förmåga. Sömnen kan påverkas både via störningar på ett sömninducerande hormon och genom påverkan på EEG. Hjärtrytmen och hjärtminutvolymen påverkas hos foster redan efter att modern pratat tio minuter i en mobiltelefon.

Risken att utveckla en hjärntumör är större hos barn än hos vuxna som pratar i mobiltelefon på grund av barnets tunnare skallben, mindre huvud och växande hjärna.

I Ryssland avråder man alla gravida och barn under 18 år från att använda mobiltelefon. I Frankrike är det inte tillåtet att använda mobiltelefon i grundskolan på grund av strålningsrisken och mobilreklam riktad mot barn är förbjuden.

WHO klassade våren 2011 den radiofrekventa strålningen som möjligen cancerframkallande. Europarådet uppmanar medlemsländerna i en resolution att skydda barn och ungdomar från höga nivåer av mikrovågsstrålning genom att välja kabelbunden teknik för Internet i skolan och att begränsa användningen av mobiltelefoner. Europarådet rekommenderar informationskampanjer riktade mot lärare, elever och föräldrar för att skapa större medvetenhet om riskerna med mobiltelefon och trådlös teknik. Europarådet förordar medlemsländerna en sänkning av gränsvärdet på mikrovågsstrålning inomhus till  $0,1 \text{ mW/m}^2$ . Det är en sänkning med 100 000 gånger jämfört med dagens referensvärde för frekvenser över 2000 MHz.

Barn är känsligare än vuxna och kommer att exponeras för dagens mikrovågsstrålning under många år. Även små riskökningar kan få stor genomslagskraft i framtiden och leda till fler hjärntumörer, sämre minne och intellektuell förmåga, fler barn med beteendestörningar och större stresspåslag med risk för kroniska sjukdomar.

Våra barn och ungdomar är vår framtid. Låt oss följa försiktighetsprincipen. Låt oss redan nu beakta de studier som visar på risker med mobiltelefonin och trådlös teknik och med dem som grund skydda våra barn. Låt oss satsa på kabelbunden teknik och låt oss forska fram en teknik som är säker för alla.

# Inledning

Idag finns mer än tre miljarder mobiltelefonanvändare i världen och Sverige har fler mobilabonnemang än invånare. I Sverige kom det analoga NMT-nätet på 80-talet, GSM-telefonerna på 90-talet, 3G introducerades 2003 och 4G införs nu i år, 2011, i alla städer och större tätorter. Från att ha varit något man enbart pratade i, är nu de nya mobilerna små datorer som möjliggör kommunikation över hela världen. Via mobilt bredband är det lätt att hitta all information man behöver och man kan utföra sitt arbete var man än befinner sig. PTS, Post och Telestyrelsen, har lovat att 99,98 % av Sveriges befolkning ska ha full mobiltäckning via 3G-nätet.

Det fasta telefonnätet läggs nu ner överallt i glesbygden och ingen hänsyn tas till de boendes önskan att få ha kopparnätet kvar. Glesbygdsborna tvingas in i en trådlös tillvaro.

Barn av idag är utsatta för högfrekvent elektromagnetisk strålning från ögonblicket de blir till, under fostertiden och under hela sin uppväxt. Under hela denna tid sker en celldelning och celldifferentiering av alla celler i kroppen från nerv- och hjärnceller till högt differentierade celler i organ och hud. En växande och delande cell är extra känslig för påverkan utifrån.

Aldrig tidigare i människans utveckling har vi utsatts för så höga koncentrationer av högfrekvent elektromagnetisk strålning som idag. Den bakgrundsstrålning som vi är vana vid från solen, jorden, månen och rymden utgör en mycket liten bråkdel av den strålning som idag far fram genom atmosfären inom det radiofrekventa spektrat från radio-, TV- och mobilmaster, radaranläggningar, trådlösa nätverk, bärbara telefoner med mera.

Denna skrift är tillkommen för att belysa det vetenskapliga underlaget till de risker som finns med vårt bruk av mobiltelefoner och vårt trådlösa samhälle med tanke på våra uppväxande barn. Vi kommer inte att kunna förbjuda mobiltelefonanvändningen för vuxna men vi kan och bör skydda våra barn från riskerna.

Man kan jämföra med rökning och tobak, som fram till 80-talet var tillåten överallt, även på skolgårdar och sjukhus. Inom tobakens område skedde en "greenwashing" där ansedda läkare och forskare fick betalt för att förminska och förneka de risker som fanns för både rökning och passiv rökning, inte minst för fostret till en rökande mamma. Idag har vi en allmän acceptans i Sverige för att barn inte ska röka och allmänna miljöer ska vara rökfria.

Det sker en stor greenwashing från mobilindustrins sida idag. Studier som visar på hälsorisker med mobilen återupprepas med små variationer i upplägget, tillräckliga för att förändra slutresultatet och minska de skadliga effekterna. Andra studier anklagas för forskningsfusk, vilket skett både i Österrike och i Läkartidningen i Sverige [1]. Dementierna på det påstådda fusket tas inte upp till allmän kännedom, inte heller att liknande studier under tiden visat på samma stora risker som de ursprungliga. I årliga genomgångar från FAS (Forskningsrådet för arbetsliv och socialvetenskap) [2] och SSM (Strålsäkerhetsmyndigheten) [3,4] om det vetenskapliga forskningsläget för hälsopåverkan av elektromagnetiska fält, EMF, låter man bli att ta upp studier som visar på allvarlig hälsopåverkan. Om de tas upp förminskar och förringar man dess resultat eller bortförklarar studierna med dåligt upplagd metodik. Angående studier som

författarna själva deltagit i och som visar på biologisk påverkan av EMF, för man fram alla de omringfaktorer som kan göra att resultatet inte är tillförlitligt.

På grund av detta tas i denna sammanställning i stort sett enbart studier upp som på olika sätt visar på risker med exponering från elektromagnetiska fält på människor, djur, celler eller molekylärstudier. De studier som tas upp utgör bara ett fåtal av alla de vetenskapliga forskningsstudier från hela världen som publicerats i ämnet under de senaste åren.

The Bioinitiative Report som är en granskning av 1500 vetenskapliga artiklar kom 2007. Hälften av studierna visade på någon form av biologisk påverkan och hälften ingen påverkan [5]. De studier som utförts av oberoende forskare visade i 75 % på en biologisk effekt av hög- eller lågfrekventa EMF, medan studier sponsrade av mobil- eller försvarsindustrin bara i 25 % visade på en påverkan.

De som är barn och unga idag är de som kommer att använda den trådlösa tekniken under längst tid. Det är därför viktigt att utreda vilka risker som finns för att kunna minska dessa riskfaktorer och göra tekniken säkrare för användaren.

## Syfte

Med hjälp av en genomgång av vetenskapliga artiklar är syftet att visa på det vetenskapliga underlaget för risker med mobiltelefonin och vårt trådlösa samhälle med tanke på våra uppväxande barn och ungdomar.

## Metod och Material

En genomgång av vetenskapliga artiklar har genomförts med hjälp av bland annat Powerwatch's scientific papers [6] och EMFacts [7]. Via PubMed har sedan abstracts lästs igenom och de artiklar som förefallit relevanta har studerats. I denna genomgång har främst studier som visar på olika typer av hälsopåverkan tagits med. Det gäller allt från studier på molekylärnivå, cellnivå, djurförsök, försök på människa till epidemiologiska studier. Främst är studier med tanke på det växande barnet medtagna. Detta för att visa på det breda forskningsläget som finns idag på hälsopåverkan av elektromagnetiska fält.

# Resultat

## Exponering under graviditet och fostertid

### **Bruk av mobil under graviditet och småbarnsår kan ge beteendeproblem**

I Danmark har man följt en stor födelsekohort barn från graviditeten och fram till sju års ålder med telefonintervjuer och frågeformulär via Internet och brev. Man frågade efter om modern använde mobiltelefon under graviditeten, hur ofta och hur stor del av dagen den var påslagen, var den förvarades när den var påslagen (fickan eller i en väska), samt om handsfree användes. När barnet var sju år frågade man om barnet pratade i mobil eller annan trådlös telefon under sina första sju år.

Undersökningen genomfördes två gånger. Den första omfattade mödrar till 13 159 barn födda 1997-99. Den andra undersökningen omfattade barn födda 1998-2002, 12 796 barn från den första undersökningen och 28 745 nya barn födda 1998-2002.

I den första undersökningen fann man att barn som utsatts för mobiltelefon både under graviditeten och under de första åren hade fler beteendestörningar med ett OR (Odds Ratio eller Oddsquot) på 1,8, (95 % konfidensintervall 1,45-2,23) alltså en 1,8 gånger ökad risk för beteendestörningar vid sju års ålder. Exposition bara under graviditeten gav ett OR på 1,54 (1,32-1,81) och enbart under de första åren ett OR på 1,18 (1,01-1,38).

Den andra undersökningen med fler barn som även inkluderade barn födda några år senare, när fler använde mobil, visade på en något lägre justerad total OR på 1,5 (1,4-1,7) för både exponering under graviditet och under de första åren, men man kunde där också se att OR ökade till 2,0 (1,4-2,7) om modern hade sin mobil påslagen hela tiden och ökade också om hon hade fyra eller fler samtal per dag under graviditeten.

Under de år, 1997-2002 när dessa barn föddes var mobiltelefonin inte alls lika vanlig som idag. Endast 10,1 % av barnen i den första undersökningen var utsatta för mobilstrålning under graviditet och de första levnadsåren. I den andra undersökningen för barn födda 1998-2002 var det 17,9 %. Andelen oexponerade under graviditeten och fram till 7 års ålder var 53,3 % respektive 39,5 % [8,9].

### **Immunologisk påverkan**

Det är inte bara via direkt fysikalisk påverkan på fostret som mobilstrålning och mikrovågor under dagens gällande gränsvärden kan påverka det växande fostret och utvecklingen och mognaden av alla organ och vävnader. Även via immunologiska mekanismer kan fostret påverkas visar en rysk studie som första gången genomfördes under Sovjetunionens tid. Den har nu återupprepats med experter närvarande från USA, Italien och Tyskland vilka övervakat forskningsförfarandet.

Ryssland och tidigare Sovjetunionen har en lång tradition av forskning angående risker och hälsopåverkan av högfrekventa eller radiofrekventa elektromagnetiska fält, RF-EMF, från början på grund av ett stort militärt intresse. RNCINRP, Ryska strålsäkerhetsmyndigheten, har satt betydligt lägre gränsvärden för RF-EMF med 0,1 W/m<sup>2</sup> [10] jämfört med det i väst inflytelserika ICNIRP, the International Committee for Non-Ionized Radiation Protection, som har ett referensvärde på 10 W/m<sup>2</sup> för frekvenser över 2000 MHz. ICNIRP's höga referensvärden skyddar enbart för de termiska skadorna, alltså för den uppvärmning som kan ske av höga nivåer av RF EMF [11].

Den ryska undersökningen, som utfördes 2006 undersökte råttor som utsattes för radiovågor på 2450 MHz med effekttätheten  $5W/m^2$  i 7 timmar, 5 dagar/vecka under 6 veckor. Det visade sig att råttorna bildade antikroppar mot den egna hjärnvävnaden och visade tecken på ökad intracellulär oxidativ stress. Antikroppar, speciellt av IgM-typ, bildades mot ämnen i kroppen och speciellt mot kväveoxidföreningar, fettsyror och ämnen i tryptofanomsättningen. Fria radikaler bildas då och kan skada DNA i cellkärnan. Genom att inducera cellstress kan kronisk inflammation och neurodegenerativa förändringar uppkomma.

I en ytterligare undersökning tog man 1 ml blodserum från de bestrålade råttorna och sprutade intraperitonealt, i buken, på friska dräktiga råttor på dräktighetstidens tionde dag. På en kontrollgrupp sprutade man in 1 ml blodserum från obestrålade råttor. Dessutom hade man en biologisk kontrollgrupp som inte fick något blodserum. Studien visade en fosterdödlighet hos de dräktiga råttorna som fick bestrålad blodserum på 55,6 % jämfört med gruppen dräktiga råttor som fick obestrålad blodserum och kontrollgruppen, vilka hade en fosterdödlighet på 11,7 % respektive 4,3 % . Endast 44 % av de dräktiga råttor som fick bestrålad blodserum hade levande foster dag 20 under dräktighetstiden eller fick levande avkommor dag 22 jämfört med 86 % i gruppen som fick obestrålad blodserum och 100 % i kontrollgruppen. Dock skilde det sig inte signifikant i antalet levande foster eller levande födda bland de råttor som väl fick levande avkomma [12].

Studien visar på att mikrovågsbestrålad blodserum måste ha en immunologisk påverkan för att kunna åstadkomma så stor skada på dräktiga råttor. Endast 44 % av dem fick levande avkomma. För 56 % av de dräktiga råttorna dog alla foster i livmodern. Det tyder på en stor skillnad mellan individer på risken att påverkas och ta skada av mikrovågsstrålningen.

Ryska strålsäkerhetsmyndigheten rekommenderar med bland andra denna undersökning som grund att barn och ungdomar under 18 år bör undvika att använda mobiltelefon. Gravida bör avstå helt från all mobiltelefonanvändning för att förebygga hälsorisker för fostret [13].

### **Höga magnetfält under graviditet gav ökad astma hos barn**

En studie från Kalifornien publicerades i augusti 2011. Den visade att ju högre magnetfält modern hade utsatts för under ett mätdygn i tidig graviditet desto större var risken att barnet utvecklade läkardiagnosticerad astma. Barnen vars mödrar hade exponerats för de högsta magnetfältsnivåerna,  $>2mGauss$ , hade en OR på 3,52 (95 % konfidensintervall, 1,68-7,35) alltså en 3,52 gånger ökad risk att få astma jämfört med den lägst exponerade gruppen på  $<0,3mGauss$ .

Det betyder att 33,3 % av barnen i den högst exponerade gruppen under graviditeten fick en läkardiagnosticerad astma jämfört med 13,6 % i den lägst exponerade gruppen när de följdes fram till 13 års ålder [14].

### **Mikrokärnor i röda blodkroppar**

I en undersökning från Brasilien exponerade man dräktiga råttor med en analog mobiltelefon i talläge under 8,5 timmar per dag under hela dräktighetstiden. Man fann sedan i de nyfödda ungarna en signifikant ökad mängd mikrokärnor i de röda

blodkropparna, vilket tyder på att strålningen hade en genotoxisk, skadlig, effekt på de blodbildade vävnaderna under fosterstadiet [15].

### **Minskat antal nervceller i hippocampus**

I en undersökning från Turkiet utsatte man dräktiga råttor under hela dräktighetstiden 60 minuter per dag för en pulsad 900 MHz signal, motsvarande en GSM 900 mobil. När rättungarna var 4 veckor gamla avlivades de och man undersökte hur många neurala celler som fanns i dentatus fåran i hippocampus i hjärnan. Hos de bestrålade rättthjärnorna fann man betydligt färre neurala celler jämfört med en kontrollgrupp.

I dentatus fåran i Hippocampus bildas nervceller under fostertiden, fortsätter i nyföddhetsperioden och sedan i en långsammare takt fram till vuxenlivet.

Hippocampus är den del i hjärnan som kontrollerar beteende och kognitiva förmågor, såsom rumsorientering och arbetsminne. Slutsatsen i artikeln är att exponering av foster med mobilstrålning kan skada den normala utvecklingen av hippocampus och leda till mental retardation [16].

### **Minskad antioxidativ förmåga i levern**

I en undersökning exponerade man dräktiga kaniner för en pulsad signal på 1800 MHz, motsvarande en GSM 1800 mobil, under 15 minuter per dag under dräktighetens dag 15-22. Man fann minskad antioxidativ förmåga i levern, ökad skada från fria radikaler på membranfosfolipider, nedsatt lipidperoxidation och därmed skadad fettomsättning i de nyfödda kaninungarnas lever [17].

### **Hjärtpåverkan**

I en studie från Egypten visade man hur fostrets och det nyfödda barnets hjärtfunktion påverkades av ett kort mobilsamtal. 90 friska gravida kvinnor, varav 30 vardera i graviditetsvecka 25-30, 31-35 och 36-40, utsattes för expositionen från en vanlig GSM 900 MHz telefon i talläge under tio minuter. 30 nyfödda barn, som var yngre än 48 timmar, utsattes för samma exposition medan de var i moderns famn. Modern hade en mobiltelefon placerade vid sitt högra öra. Hjärtrytmen hos fostren mättes med en CTG-registrering på mammans mage före och efter expositionen. Slutsystolisk volym, slutdiastolisk volym, slagvolym och hjärtminutvolymen på foster och barn mättes med ekokardiografi, ultraljud på hjärtat, före, under och efter expositionen.

Hjärtrytmen ökade signifikant med 5-15 slag per minut och mer ju yngre fostret var. Hjärtminutvolymen, hur mycket blod som pumpas ut från hjärtat varje minut, minskade signifikant. Mest minskade den för de yngsta fostren på 25-30 graviditetsveckor med 26,8 %. För de nyfödda barnen minskade hjärtminutvolymen med 10,7 %. Det var främst den diastoliska återfyllnaden av blod till hjärtat som minskade med 30,7 % för de yngsta fostren till 15,4 % för de nyfödda barnen. Detta kan tyda på att det är hjärtats kontraktilitet, hjärtats förmåga att dra ihop sig, som är den viktigaste orsaken till minskad slagvolym och hjärtminutvolym. Den ökade hjärtrytmen ligger inom det fysiologiska referensområdet och borde inte leda till någon större inskränkning i tid för återfyllnad i hjärtkamrarna.

En orsak, som förs fram till hjärtats nedsatta kontraktionsförmåga, kan var en påverkan av kalciumtransporten över cellväggarna i hjärtat. Den ökade hjärtrytmen kan bero på en påverkan av mobilstrålningen på hjärtreglerande centra av autonoma nervsystemet i hjärnan och då speciellt i förlängda märgen och hypothalamus.



Författarna till studien rekommenderar gravida att undvika att använda mobiltelefon, speciellt i tidig graviditet. I nödfall bör samtalen hållas korta och under 10 minuter [18].

## Exponering efter födseln

### Hög exponering för mikrovågor kan ge beteendeproblem

I en studie i Bavaria i södra Tyskland ville man undersöka om exposition för mikrovågor kan ha betydelse för beteendeproblem hos barn och ungdomar. 3000, varav hälften barn 8-12 år, och hälften ungdomar, 13-17 år, fick bära en dosimeter under sin vakna tid under ett dygn under åren 2006-2008. Dosimetern mätte strålningen från GSM 900 MHz, GSM 1800 MHz, 3G på 2100 MHz och trådlösa nätverk, Wlan, på 2400 MHz.

67 % av barnen och 65 % av ungdomarna bodde mindre än 500 m från en mobilmast. Hälften av barnen och nästan alla ungdomar ägde en mobil, men bara 4 % av barnen och 23 % av ungdomarna använde sin mobil varje dag.

28 % av barnen och 55 % av ungdomarna använde en sladdlös telefon hemma nästan varje dag.

Barnen, barnens föräldrar och ungdomarna fick besvara frågor från ”the Strengths and Difficulties Questionaries”. Resultaten från dosimetrarna visade värden långt under ICNIRP’s gällande referensvärden, med 0,13 – 0,92 % av referensvärdena.

Ungdomar med en exposition i den högsta fjärdedelen visade på signifikant ökad nivå av beteendeproblem med ett OR, ökad risk, på 2,2 (95 % konfidensintervall 1,1-4,5), jämfört med de tre lägre fjärdedelarna. Barnen i den högsta fjärdedelen visade på en tendens till ökade beteendeproblem med OR på 1,3 (0,7-2,6).

I undergruppen uppförandeproblem visade både barn och ungdomar i den högst exponerade fjärdedelen på en signifikant ökning med OR på 2,9 (1,4-5,9) respektive 3,7 (1,6-8,4).

Det egna mobiltelefonanvändandet påverkade inte dessa resultat vid en analys [19].

### Radarstation påverkade skolbarns reaktionstid och neuromuskulära förmåga

I Skrunda i Lettland ville man undersöka om en militär radarstation, verksam sedan 25 år, kunde påverka barnens motoriska och psykologiska förmåga. Radarstationen sände på frekvensbandet 154-162 MHz, en pulsad signal med medelvärde 3,2 mW/m<sup>2</sup> och toppvärde på 164 mW/m<sup>2</sup>. 966 barn i åldrarna 9-17 år undersöktes varav 224 bodde nära, inom synfältet från radarstationen, 385 bodde lite längre ifrån och 357 bodde i en annan region.

Man fann att barnen som levde nära radarstationen hade sämre minne och uppmärksamhet vid de olika testerna, att deras reaktionstid var långsammare och att deras neuromuskulära förmåga fungerade sämre.

Radarsignalen var pulsad med en frekvens på 24,4 Hz, vilket sammanfaller med de mänskliga beta-vågorna på EEG. Andra undersökningar har visat att lågfrekventa magnetiska fält kan framkalla en hämning av motoriska och neurogena funktioner [20].

### **Många mobilsamtal visade på snabbare svarstid men fler felaktiga svar**

I en studie från Australien undersökte man om antalet mobiltelefonsamtal per vecka kunde påverka de kognitiva funktionerna hos 13-åringar. 144 pojkar och 173 flickor fick svara på frågor om mobiltelefonanvändning och genomgå ett datorbaserat test på kognitiva förmågor. Medianvärdet för röstsamtal var 8, liksom för skickade SMS per vecka. Mycket få hade över 50 röstsamtal eller skickade mer än 50 SMS per vecka. Man fann att de som rapporterade fler mobilsamtal hade sämre tillförlitlighet på sitt arbetsminne, reaktionstiden för enkla uppgifter var kortare, svarstiden för associativ inlärning var kortare, men precisionen och riktigheten i svaren var sämre [21].

Frågan som framkommer är om tendensen hos dessa barn att svara innan de vet det rätta svaret kan härledas till en impulsiv svarsstil som är inlärd av mobiltelefonbruk, med många sända korta SMS-meddelanden eller om denna impulsiva tendens påverkats av exponeringen av mobiltelefonstrålningen. Den danska stora födelsekohortundersökningen kan tyda på det sistnämnda [8,9,21].

### **Färre hjärnceller**

Det finns flera studier på djur som tidigt efter födseln utsatts för mikrovågor. I en studie utsattes dels 7 dagar gamla råttungar och dels 24 månader åldrande vuxna råttor för en pulsad 2,45 GHz strålning på 28 W/m<sup>2</sup>. Både råttungarna och de äldre råttorna delades in i två grupper. Den ena gruppen bestrålades 4 timmar per dag i 2 dagar och den andra gruppen 8 timmar per dag i 3 dagar.

Man hade planerat att följa råttorna i 4 veckor, men experimentet avbröts redan efter 3 veckor på grund av att den högst bestrålade gruppen råttungar vägde 50 % mindre än de mindre bestrålade råttungarna och den oexponerade kontrollgruppen. Dessa råttungar var i mycket dåligt fysiskt skick och avlivades därför. Man undersökte den zon i hjärnan på utsidan av sidoventriklarna, där nervcellsbildning fortfarande sker efter födseln. Här fann man en kraftig nedgång i nervceller som delade sig och detta höll i sig fram till vecka 3 när de alla avlivades.

De råttungar som bestrålades kortare tid, 4 timmar per dag i 2 dagar, visade en tvådelad upp och nedgång. Dagen efter expositionen var det många delande nervceller, medan det efter 1 och 2 veckor gick ned till normala nivåer jämfört med en icke exponerad grupp av råttungar. Efter 3 veckor gick antalet delande nervceller åter upp.

På de äldre råttorna såg man ingen skillnad på delande nervceller jämfört med kontrollgruppen äldre råttor [22].

Denna studie, som visserligen gjordes på en exponering 3 gånger ICNIRP's referensvärde, visar på stora skador på den växande unga hjärnan och att denna skillnad är starkt dosberoende.

Angående ICNIRP's referensvärden är de enbart satta med tanke på de termiska skador som en exponering kan ge hos vuxna efter 30 minuters exponering och endast med 50 gångers marginal. Alltså skador som kan initieras av den uppvärmning som kan ske i exponerad vävnad och när det gäller mobiltelefoner beräknad efter en vuxen mans skalle och hjärna [11].

Andra studier har visat på 5 ggr ökad mängd döda celler och 11 ggr fler mikrokärnor i nervceller från bestrålade mushjärnceller [23] och försenad mognad och minskad utväxt av nervcellskott på bestrålade nervceller från råttor [24].

### **Färre pyramidala celler i hippocampus**

En annan studie på 12 veckor gamla råttor som exponerades 1 timme per dag i 28 dagar för en 900 MHz pulsad GSM-liknande signal med SAR-värdet 2 W/kg på huvudet omväxlande med 0,016 W/kg mot hela kroppen visade på färre pyramidala celler i hippocampus vid 16 veckors ålder. Dessutom såg man fler mörka nervceller i det studerade området cornu ammonis i hippocampus. 16 veckors ålder på råttor kan jämföras med tonåringar hos människan. Denna studie tyder på att inte bara foster och yngre barn har en ökad känslighet för mobilstrålning utan även en tonårings hjärna [25].

### **Nedsatt minne**

En studie på möss visade att 2 timmars daglig strålning i 4 dagar från en vanlig GSM-mobiltelefon gav nedsatt inlärning och nedsatt rumsorienterat minne i ett vattenlabyrinttest.

I artikeln tas fyra tänkbara mekanismer upp till det försämrade minnet. Strålningen från en GSM-telefon kan ge 1. cellskador i hjärnan p.g.a. påverkan på minneslagrande proteiner såsom androgena receptorer och apolipoprotein A, 2. ökad mängd fria radikaler, 3. öppnad blodhjärnbarriär och 4. skador i hippocampus, som är den del i hjärnan som kontrollerar beteende och kognitiva förmågor såsom rumsorientering och arbetsminne [26].

### **Ökad tillbakadragenhet**

I en studie från Sydafrika exponerade man råttungar från och med två till fjorton dagars ålder för en låg strålningsdos på 380  $\mu$ W, 840 MHz, i 3 timmar per dag. Först på 58 levnadsdagen genomförde man ett vattenlabyrinttest, som klart visade på en ökad tillbakadragenhet och minskad rörlighet hos de exponerade råttorna jämfört med en kontrollgrupp. Man fann också ökade kortisonnivåer hos de exponerade råttorna. Dessa båda fynd kan tyda på att exponering för mikrovågor i barndomen kan medföra beteendestörningar under uppväxten och som vuxen [27].

### **Dåligt minne och döende nervceller i hippocampus**

I en studie från Indien exponerades råttor för 50 missade samtal á 45 sekunder under en timme varje dag i 4 veckor från en vanlig GSM-mobiltelefon. Ett dygn efter sista exponeringen genomgick råttorna ett test där man undersökte hur lång tid det tog för dem att dra sig tillbaka från ett upplyst till ett mörkt rum där de fick en obehaglig elstöt i fötterna. De exponerade råttorna drog sig tillbaka till det mörka rummet 4 ggr snabbare än de oexponerade råttorna vilket tyder på att de inte kom ihåg de obehagliga elektriska stötarna. Normalt undviker råttor väl upplysta rum men de har förmåga att ändra sitt beteende vid behov. Efter att råttorna avlivats kunde man i de exponerade råttornas hjärnor i hippocampus se skrumpna, mörkfärgade neuron, som tydde på döende nervceller. Detta syntes inte alls i de oexponerade hjärnorna [28].

### **Blodhjärnbarriären öppnas**

Salfordgruppen i Lund har i flera försök på råttor som exponerats för GSM 900 MHz visat på strukturella skador i hjärnan. I en undersökning exponerades 12-26 veckor

gamla råttor för en GSM 900 mobiltelefon under två timmar vid ett enda tillfälle. Tre olika grupper fick en helkroppsbestrålning med 3 olika SAR-värden på 2 mW/kg, 20 mW/kg respektive 200 mW/kg. Efter 50 dagar avlivades råttorna. Man kunde då se att i de exponerade råttornas hjärna, jämfört med gruppen icke exponerade råttor, hade stora albuminmolekyler lagrats in och att över hela hjärnan fanns skrumpna mörka neuron som tydde på nervcellsskada. Speciellt i hjärnbarken, hippocampus och basala ganglierna fanns dessa mörka skadade neuron i större mängd. Nervcellsskadorna var mer uttalade ju högre exposition djuret fått.

Blodhjärnbarriären ska skydda hjärnan från skadliga ämnen som cirkulerar i blodet och stora albuminmolekyler ska normalt inte släppas in. I en annan studie där man avlivade råttorna direkt efter en exposition för en GSM-telefon såg man att 40 % av råttorna hade släppt in albuminmolekyler genom blodhjärnbarriären till hjärnan.

Dessa råttor i 12-26 veckors ålder är jämförbara i ålder med våra tonåringar. De har fortfarande växande och mognande hjärnor och är känsliga för fysikalisk påverkan utifrån. [29]

### **Vardagsminnet försämrades**

Nittby visade i en avhandling från Lund hur råttor som utsattes för en vanlig mobiltelefon 2 timmar per vecka under 1 år fick sämre minne, speciellt det episodiska minnet dvs. vardagsminnet. [30]

### **Påverkan på glukosmetabolismen i hjärnan**

I en studie på 47 friska män och kvinnor mätte man glukosomsättningen i hjärnan med hjälp av positron emission tomografi och insprutad radioaktivt flourodeoxyglucose efter det att de exponerats för en mobiltelefon i aktivt läge under 50 minuter. Man kunde då se att områdena av hjärnan närmast antennen, orbitofrontala hjärnbarken och temporala loben eller på svenska pann- och ögonloben samt tinningloben visade på betydligt högre glukosmetabolism jämfört med placeboexponeringen på samma person [31].

I en kommenterande artikel i samma tidskrift tar man upp flera intressanta frågor. Kan glukosmetabolism vara stadigvarande ökad vid lång exponering? Är effekten på glukosmetabolismen liknande vid exponering för andra mobiltelefoner med andra frekvenser och pulsmoduleringar.

Kan ökningen i glukosmetabolism förklara den ökade svarssnabbheten som observerats i andra psykologiska tester på människor under mobiltelefonexponering? Kan andra frekvenser som mobilen utsänder, inom området låga och mycket låga elektromagnetiska fält framkalla förändringar i nervvävnadsmetabolismen?

Kan denna förändring i glukosmetabolismen i hjärnan efter exponering vara en markör för andra funktioner som påverkats såsom neurotransmittorer och neurokemiska aktiviteter? [32].

### **Skador på DNA**

Stamceller påverkas mer av mikrovågor än mogna differentierade celler. I en studie exponerade man dels mogna hudceller dels stamceller för en GSM-mobil på 905 MHz, en GSM-mobil på 915 MHz och en 3G-mobil på 1 947,4 MHz, alla med en output på 0,25 W. Man jämförde med dels oexponerade celler dels två positiva kontroller, varav

en grupp celler fick radioaktiv strålning för en kontroll på skador på arvsmassan och en grupp celler förhöjd temperatur på 4°C för en positiv kontroll för stressrespons. Exponeringen pågick under som mest 3 timmar. Man mätte sedan efter 1, 2 och 3 timmars exposition mängden av ett reparationsfokus för DNA dubbelsträngsbrott, 53BP1foci. Medan den positiva kontrollen med radioaktiv strålning ökade mängden 53BP1 både hos hud- och stamceller, minskade 53BP1 signifikant hos båda typerna av celler när de utsattes för GSM 915 MHz och 3G strålning samt i samma grad för en temperatur till 41°C.

Det fanns dock en skillnad mellan de två GSM-frekvenserna när det gällde hudcellerna. 905 MHz påverkade inte reparationsfokus i hudcellerna, medan 915 MHz gjorde det. Stamcellerna påverkades av båda frekvenserna, även om 915 MHz gav en kraftigare nedgång av 53BP1. Redan efter 1 timme hade den maximala nedgången i reparationsfokus nåtts.

Man exponerade också både hudcellerna och stamcellerna för en långvarig exponering på 1 timme dagligen, 5 dagar i veckan i 2 veckor av de tre olika mobiltelefonfrekvenserna. Här kunde man se att hudcellerna hade en god anpassningsförmåga och visade efter 2 veckor en mycket liten påverkan på sina reparationsfokus, medan stamcellerna inte visade någon anpassningsförmåga alls.

Denna studie visar hur mikrovågsstrålningen från vanliga GSM- och 3G-mobiltelefoner kan skada speciellt stamcellerna, som inte har en förmåga att vänja sig vid strålningen. Stamceller finns i många av den vuxnes organ och vävnader, såsom i blod, hud och hjärna. Det växande barnet har ännu mer aktiva stamceller och skadas därmed lättare. DNA-dubbelsträngsbrott kan leda till kromosomfel och vara en orsak till cancerutveckling och leukemier.

Intressant är också att en närliggande frekvens 905 MHz framkallade mindre skada än den vanliga GSM frekvensen på 915 MHz på mogna celler. Detta kan ha betydelse för en framtida utveckling av en säkrare teknologi [33].

### **Cellstress**

I kroppen finns en fysiologisk stressmekanism som kan reagera på smärta eller rädsla med svar från olika organ. Exempelvis kan nervsystemet förmedla till binjurarna att adrenalin och noradrenalin ska frisättas och transporteras via blodcirkulationen. Beroende på om kroppen ställer in sig på att slåss eller fly ändras hjärt- och andningsrytmen och muskelaktiviteten. Det finns också ett stressvar i cellerna som kan reagera på bl.a. ändringar i pH, temperatur, olika gifter och toxiska metaller. Det har visats att samma cellsvaret kan reagera på den lågfrekventa elströmmen och på mikrovågor, både pulsade och icke pulsade.

Man har i studier sett att det vanligaste stressproteinet, hsp70, som finns i kroppens celler börjar bildas redan efter 5 minuters exponering för EMF. Även mycket låga nivåer av EMF kan sätta igång stressvaret i cellerna. En EMF-reaktiv sekvens i DNA har identifierats som en EMF-sensitiv antenn. Detta gör att även svaga EMF kan aktivera DNA att börja tillverka proteiner, ex hsp70. HSP70 och de andra stressproteinernas roll är att reparera och laga skadade proteiner och transportera dem över cellmembranen.

Både den lågfrekventa elströmmen och de högfrekventa mikrovågorna aktiverar samma biologiska stressvar, vilket betyder att en exponering från olika fält troligen ger en

additiv effekt och den totala exponeringen är viktig att ta hänsyn till. Detta är speciellt viktigt att beakta när man sätter gränsvärden för olika elektromagnetiska fält [34].

### **Sömnpåverkan**

$\beta$ -trace protein tillverkas i hjärnan och har en tydlig dygnsrytm med ökade mängder under kvällen och sin högsta koncentration på natten.  $\beta$ -trace är ett nyckelenzym i tillverkningen av det sömninducerande neurohormonet prostaglandin D2.

I en studie på 62 friska personer i åldrarna 18-30 år fann man att  $\beta$ -trace protein minskade i blodet med ökande antal år som personen använt trådlös telefon och mobil. Denna påverkan av mikrovågor kan vara en orsak till de ökade sömnsvårigheterna både hos vuxna och ungdomar. Mellan 1993 och 2003 ökade sömnsvårigheter hos vuxna från 10 % till 20 % och bland ungdomar med 3-4 gånger [35].

## **Påverkan på EEG**

Kroppens celler styrs genom kemiska men också elektriska impulser. Vi känner väl till mätning av EKG, då vi mäter hjärtats retledningssystem. Vi kan också mäta EEG i hjärnan, EMG i musklerna och ENeG i nerver ute i kroppen. Vi mäter dessa elektriska signaler för att se om de blivit störda, vilket kan tyda på en rubbning i kroppen. De högfrekventa elektromagnetiska fälten, mikrovågorna, kan störa dessa elektriska signaler i kroppen.

### **Djupsömnen minskar**

Flera studier har visat hur EEG påverkas av strålningen från en vanlig mobil. I en studie visade man hur exponering från en GSM-liknande pulsmodulerad signal under 30 min före en 8-timmars nattsömn ökade EEG-utslagen under stadium 2 i REM-cykeln. [36] I en annan studie utsattes deltagarna för en GSM-liknande signal under 3 timmar före nattsömnen. Här fann man också att stadium 2 ökade i längd och att den djupare sömnen under stadium 3 och 4 minskade. Man såg också att alfa-vågorna ökade under stadium 2. Detta kan ha betydelse eftersom ökade alfavågor är associerade med sämre och tydligare sömn och förekommer i många sömnstörningar [37].

### **EEG under minnestest**

I Finland undersökte man hur EEG påverkades på 15 barn i åldrarna 10-14 år när de utsattes för en vanlig GSM-mobil i talläge placerad 20 mm från huvudet. De fick samtidigt genomföra ett minnestest med hörseln där de skulle känna igen ett ord bland andra ord. Man såg här tydligt hur theta, alfa och beta-vågor påverkades under exponering av EMF jämfört med när barnen var oexponerade [38].

### **Pulsade magnetfält påverkar hjärnans alfa-vågor**

Även hur en mikrovåg är pulsad kan ha betydelse för hur EEG påverkas. I en studie undersökte man hur längden på den refraktära perioden på ett pulsat lågfrekvent

magnetiskt fält påverkade 32 friska försökspersoners EEG. När den refraktära periodpausen i signalen var 1200 ms blev alfa-vågorna över nack- och hjässloben i hjärnan lägre redan efter 5 min, medan en paus på 5000 ms gav högre alfavågor över samma område.

Alfavågor på EEG är vanligast vid vila och tydligast över nack- och hjässloben i hjärnan. En minskad amplitud på alfa-vågor ses vid uppvaknande och ökad uppmärksamhet. Undersökningen visar att hur de magnetiskafälten är pulsade påverkar hur alfavågorna minskar eller ökar i bakre delen av hjärnan [39].

### **EEG påverkades mer i hypothalamus än i hjärnbarken**

Även i djurstudier har man funnit påverkan på EEG av mikrovågor. I en undersökning utsattes råttor för lågfrekvent pulsade mikrovågor = ELF-MW i en minuts exponering, en minuts off osv. i 10 minuter. Under en EEG-registrering kunde man visa att betavågorna i hypothalamus påverkades mer än i hjärnbarken. Dessutom såg man ett kumulativt fenomen under den upprepade exponeringen.

Att EEG påverkades mer i hypothalamus än i hjärnbarken och speciellt efter upprepad exponering kan tyda på en ökad känslighet för ELF-MW i hypothalamus. Detta kan påverka HPA-axeln, hypothalamus – hypofys – binjureaxeln och dess betydelse i svaret på stressande stimulering. Stressade stimuli har visats kunna öka nivåerna av serotonin och katekolaminerna adrenalin och noradrenalin i hypothalamus [40].

Alla studier på EEG gjordes med EMF under dagens gällande gräns- och referensvärden enligt ICNIRP [11].

## **Hälsopåverkan av pulsad mobilstrålning från en GSM-mobilmast**

Innan en GSM-mast sattes upp i byn Rimbach i Tyskland våren 2004 mätte man neurotransmittorer i urinen på 60 invånare i åldrarna 2-68 år.

Stresshormonerna adrenalin och noradrenalin ökade signifikant under de första sex månaderna. Efter ett och ett halvt år då studien avslutades hade adrenalin och noradrenalin sjunkit tillbaka nästan till ursprungsnivån. De boende som hade den högsta exponeringen från mobilmasten nådde inte tillbaka till ursprungsnivån, speciellt inte de som samtidigt hade trådlösa DECT-telefoner eller datanätverk hemma. Dopamin sjönk med 50 % under första halvåret och lyckades under det kommande året inte komma upp i ursprungsnivån. Phenylethylamine, PEA, steg något under det första halvåret för att sedan sjunka till 50 % av ursprungsvärdet efter totalt 18 månader. Det visade sig att barn och kroniskt sjuka vuxna påverkades mest.

PEA kan syntetiseras bl.a. från dopamin, noradrenalin och adrenalin. När mer av stresshormonerna adrenalin och noradrenalin utsöndras kan det leda till att PEA-nivåerna sjunker. PEA är dessutom en överordnad neuromodulator i regleringen av syntesen av katekolaminerna adrenalin, noradrenalin och dopamin. När PEA ökar stimuleras syntesen av katekolaminer och återupptaget i nervcellerna hämmas. PEA är mycket fettlösligt och kan därför lätt ta sig igenom blodhjärnbarriären. Därför är nivåerna av PEA i hjärnan, blodet och urinen ungefär lika. PEA har en klinisk relevans

vid psykiska sjukdomar. Deprimerade patienter brukar ha lågt PEA och maniska patienter brukar ha ett högt PEA i blodet.

PEA har en amfetaminliknande effekt. Hos patienter med ADD och ADHD är PEA oftast lågt. Behandlingen av ADHD med methylphenidate, Ritalin, normaliserar PEA-utsöndringen i urinen hos en del.

Det ökade stresspåslaget av mobilstrålningen kan vara en orsak till de ökade kliniska symtomen som nytillkomna sömnsvårigheter hos 8 av de 60 personerna, huvudvärk hos 8, allergier hos 5, yrsel hos 3 och koncentrationsproblem hos 4.

Det ökade stresspåslaget med förhöjda nivåer av adrenalin och noradrenalin, som sedan hos känsliga personer såsom barn och kroniskt sjuka inte kom tillbaka till ursprungsnivån och de stadigt sjunkande PEA-nivåerna tyder på början till en utmattning. Detta ökar risken för olika kroniska sjukdomar.

Den idag ökade förekomsten av ADHD och liknande beteende rubbningar kan delvis bero på sjunkande PEA-nivåer hos barn som exponeras för en allt högre mikrovågsstrålning i vårt samhälle. [41].

## Barn och cancer

Den första studie som gjordes på att elektromagnetiska fält kan orsaka cancer hos barn publicerades 1979 av Wertheimer och Leeper. De fann att barn som bodde nära en kraftledning med högre kilovolttal eller en transformatorstation hade högre incidens av olika cancertyper.

Leukemier, lymfom och hjärntumörer var vanligast. Att det är många olika typer av cancer tyder på att det inte är det magnetiska fältet som initierar cancer, men att det kan vara kroppens förmåga att motstå cancer som minskar [42].

Sedan dess har kontroverserna varit många angående risken för cancer för boende nära kraftledningar.

Först 2002 klassade WHO och IARC höga nivåer av lågfrekventa magnetiska fält som möjligen cancerframkallande och som möjlig orsak till barnleukemi [43].

Milham i USA har visat hur dödligheten i leukemi hos barn ökade när de olika staterna elektrifierades på landsbygden mellan 1920-1955. Vid 2-4 års ålder ökade dödligheten i leukemi med 24 % för varje ytterligare 10 % som fick elektricitet i den delstaten.

Det var 3 gånger så många som dog i leukemi om nära 100 % hade elektricitet i hemmet jämfört med om få hade el hemma. Runt 1955-1960, när i stort sett hela USA var elektrifierat, hade alla stater samma höga dödlighet i barnleukemi. Samma mönster kan man se idag i länder i t.ex. Afrika där få har elektricitet och där incidensen av leukemi i 2-4 års ålder är låg, medan länder med hög grad av elektrifiering såsom länder i Nordamerika och Skandinavien, Nya Zeeland och bland den vita befolkningen i Australien har hög incidens [44].

### Barn, mobil och risken för hjärntumör

Hardell i Örebro har i en studie visat att ungdomar som börjar använda mobiltelefon före 20 års ålder har 8 gånger ökad risk att få en elakartad hjärntumör, ett gliom, redan inom 10 år. Risken för vuxna med samma användning är betydligt lägre med en 2-3 gånger ökad risk [45].



När Interphone studien genomfördes i början av 2000-talet var mobiltelefonanvändningen betydligt lägre än idag. I den studien klassades högförbrukaren som någon som pratade i mobilen 30 minuter per dag. Idag är det en normalförbrukare. Det är en anledning till att man i slutresultaten kunde påstå att mobilbruk under 10 år inte gav någon säker ökning av risken för hjärntumör. De flesta i studien hade använt sin mobil betydligt kortare tid och mer sällan. Vanemobilanvändaren ansågs en person vara som använde sin mobil en gång per vecka i minst ett halvår [46]. Idag är det en ovanlig lågförbrukare. Idag har de flesta ungdomar sin mobil påslagen dygnet runt och pratar aldrig i en fast trådbunden telefon om de ens har tillgång till en. Allt fler familjer, speciellt unga, säger upp sitt fasta telefonabonnemang och förlitar sig helt på en trådlös kommunikation.

### **Cefalostudien på barn, mobil och hjärntumörer**

Cefalostudien, om mobilbruk ger ökad risk för hjärntumörer hos barn i åldrarna 7-19 år, genomfördes i Sverige, Danmark, Norge och Schweiz. I sammanfattningen till studien påstod man att det inte fanns någon ökad risk för hjärntumörer. Dock framkommer i resultatdelen att de tyngsta mobilanvändarna hade en klart ökad risk för att få en hjärntumör. Den ökade risken att få en hjärntumör på samma sida av huvudet som mobilen användes på var 2,75 gånger om barnet använt en mobiltelefon i över 5 år, OR 2,75 (95 % konfidensintervall 0,93-8,06). Ett eget abonnemang i över 4 år gav en ökad risk på 3,74 gånger, OR 3,74 (1,19-11,77). Redan små ökningarna i antalet mobilsamtal per dag från ett till tre samtal ökade risken påtagligt för att utveckla en hjärntumör. Även hur länge ett samtal varade hade betydelse, då redan en timmes mobilsamtal per vecka gav en fördubblad risk jämfört med den som inte använde mobiltelefon alls. Jämfört med dagens bruk av mobiltelefoner och sladdlösa hemmatelefoner är Cefalostudiens mobilbruk mycket små. Bara 8 % av deltagarna i 12-15 års gruppen hade använt mobiltelefon sedan 10 års ålder. Bland 16-19 åringarna var det bara 2 % [47].

Idag har de flesta barn i Sverige en egen mobiltelefon vid 10 års ålder och många får en mobil redan i lågstadiet för att kunna hålla kontakt med sina föräldrar och kompisar.

### **WHO klassar den radiofrekventa strålningen som möjligen cancerogen**

I maj 2011 klassade IARC, WHO's vetenskapliga råd för cancerforskning, den radiofrekventa strålningen som möjligen cancerframkallande. Detta betyder att IARC anser att strålningen från en mobiltelefon kan vara en möjlig orsak till hjärntumör [48].

## **Diskussion**

De genomgångna studierna visar att vi redan idag har kunskap om att elektromagnetiska fält, både lågfrekventa och högfrekventa, har en tydlig hälsopåverkan på det växande barnet och de växande och mognande cellerna i kroppen och speciellt i hjärnan. En påverkan sker via många olika mekanismer.

Immunologiskt sker en påverkan via bildning av antikroppar mot kroppsegna ämnen [12]. Under graviditeten är det snabbt växande fostret extra känsligt. Både risken för fosterdöd, organskador och framtida sjukdomar, såsom astma [14] och hjärtpåverkan [18], finns vid exponering av den gravida kvinnan för höga låg- och högfrekventa elektromagnetiska fält [8,9,15-17].

Cellstress leder till ökning av stresshormonerna adrenalin och noradrenalin, till ökad mängd fria radikaler [17,41] och ökade halter av HSP70 vars roll är att reparera skadade proteiner [34]. Skador på DNA där stamceller är betydligt mer känsliga än mogna differentierade celler som hudceller visar på den större risken på skador hos det växande barnet [33].

Fyra tänkbara mekanismer till försämrat minne efter exposition för mobilstrålning framkommer. Strålningen från en GSM-telefon kan ge: 1. cellskador i hjärnan p.g.a. påverkan på minneslagrande proteiner såsom androgena receptorer och apolipoprotein A, 2. ökad mängd fria radikaler, 3. öppnad blodhjärnbarriär och 4. skador i hippocampus, som är den del i hjärnan som kontrollerar beteende och kognitiva förmågor såsom rumsorientering och arbetsminne [26].

Hjärnan är barnets mest känsliga organ och utvecklingen och mognaden av hjärnan har en enorm betydelse för hur barnet ska klara sig i livet som vuxen.

Flera studier på djur tyder på sämre minne och sämre kognitiv förmåga vid exponering för mikrovågor som foster och under uppväxten [16,22-30].

Blodhjärnbarriären öppnas under ett längre mobilsamtal och släpper in stora albuminmolekyler, som normalt inte ska finnas där [29]. Det betyder att även andra skadliga ämnen kan ta sig in till hjärnan och skada den. Frågan är vad det kan betyda för det växande barnet som får en mobiltelefon vid skolstarten.

EEG kan påverkas både under sömnen och under olika minnestester under påverkan av vanlig mobilstrålning [36-40]. Sömnen kan också påverkas via ett sömninducerande hormon [35]. Glukosmetabolismen i de delar av hjärnan som ligger närmast mobilantennen ökade under exponering av en mobil i aktivt läge [32].

Anmärkningsvärda är de studier som visar på ökad risk för beteendestörningar som ADHD om mamman pratat i mobil under graviditeten [8,9] eller barnet utsätts för hög exponering för mikrovågor under uppväxten [19]. Att halten av PEA i hjärnan sjunker av de relativt låga nivåerna av mikrovågor från en dygnet runt strålande GSM-mast kan vara en förklaring till ökningen av diagnosen ADHD och andra beteendestörningar [41].

Även studier där man i sammanfattningen förnekar ökad risk för hjärntumörer av mobiltelefoner visar i resultatdelen på att de vuxna som använt mobilen mycket i över 10 år har en klart ökad hjärntumörförekomst. För barn och ungdomar kan det handla om en kortare tid på 4-5 år för en ökad risk att utveckla en hjärntumör [46,47].

IARC, WHO's vetenskapliga råd för cancerforskning fastslog 2002 att höga nivåer av lågfrekventa magnetfält möjligen kan orsaka barnleukemi [43]. I maj 2011 klassade IARC den radiofrekventa strålningen som möjligen cancerframkallande. Detta betyder att IARC anser att strålningen från en mobiltelefon kan vara en möjlig orsak till hjärntumör [48].

Vi kan inte längre blunda för att den av "alla" älskade mobilen faktiskt kan vara skadlig och mer skadlig än vad vi någonsin kunnat föreställa oss. Våra uppväxande barns liv och välmående är i fara.

Givetvis kommer inte alla som använder mobil dagligdags att ta skada av den. Liksom med rökning får inte alla som röker ett paket cigaretter per dag i 40 år lungcancer men en mycket stor andel får kronisk bronkit, KOL, och påverkan på hjärtkärlsystemet.

Det finns en mycket stor individuell skillnad mellan oss där en del är känsligare än andra av ärftliga eller miljöorsakade faktorer.

I Ryssland avråder man alla gravida och barn under 18 år från att använda mobiltelefon. I Frankrike är det inte tillåtet att använda mobiltelefon i grundskolan på grund av strålningsrisken och mobilreklam riktad mot barn är förbjuden.

I Kanada och England finns på många håll en stark opinion mot trådlöst bredband i skolorna.

I Sverige lägger vi ned det fasta telefonnätet i glesbygden och tvingar våra uppväxande glesbygdsbarn att använda mobiltelefon och trådlöst bredband.

I Stockholms skolor har man från i höst infört enbart trådlöst Internet. Det sker också på många andra håll för att varje elev ska kunna ha sin egen bärbara dator och koppla upp sig mot Internet överallt. I Haparanda och några skolor i Luleå har alla elever i högstadiet fått en egen bärbar dator av skolan och är under hela skoldagen uppkopplade till trådlöst Internet.

Tänk dig en hel dag med 25 uppkopplade datorer i ett klassrum och den mängd strålning som det medför. Fortfarande under ICNIRP's och Sveriges höga referensvärde på  $10 \text{ W/m}^2$ , men troligen långt över de nivåer på  $0,00006 \text{ W/m}^2$  som visade påverkan på stresshormonerna och PEA-nivån i urinen, när en GSM-mobilmast sattes upp i Rimbach i Tyskland [41].

Inte undra på att de svenska skolbarnens prestationer i framförallt matematik sjunker vid internationella jämförelser, när den kognitiva, intellektuella och analytiska förmågan påverkas av mobilstrålning liksom minnet [16,20,21,26,28-30].

Kunskapen om riskerna av mobilstrålningen och annan trådlös teknik är mycket låg i Sverige. Att mödravården i ett landsting i en tidningsannons kan uppmana gravida att använda sin mobil för att ”nu kan du ta hem en app och följa graviditeten i din mobil” kommer om ett antal år att te sig hårresande med tanke på riskerna för fostret. Lika hårresande som att idag uppmana den gravida mamman ”rök en cigarett varje dag”. Nästan 100 % av de blivande föräldrarna har idag en mobil och många unga föräldrar har inte ens en fast kabelbunden telefon i sin bostad.

Idag får ett stadigt ökande antal barn problem med beteendestörningar och många av dem får diagnoser som ADHD, Asperger, autism eller liknande. De har problem med hyperaktivitet, impulsivitet, koncentrationssvårigheter och emotionella svårigheter. Även om det kan finnas en ärftlighet, missbruk under graviditeten eller annan organisk orsak kan det inte förklara den stora ökningen som skett av dessa diagnoser och som gör sig gällande i skolåldern om de inte redan på förskolan har lett till svårigheter för barnet. Speciellt hjärnans utveckling och mognad riskerar att skadas av den höga exponeringen av mikrovågsstrålning i dagens samhälle med kanske bestående men under resten av livet i form av sämre minne, sämre intellektuella förmågor, hyperaktivitet och nedsatt förmåga att klara sig självständigt som vuxen.

Både den lågfrekventa elströmmen och de högfrekventa mikrovågorna aktiverar samma biologiska stressvar, vilket betyder att exponering för båda troligen ger en additiv effekt och att den totala exponeringen är viktig att ta hänsyn till [34]. Även hur mikrovågorna

är pulsade har betydelse för hur stor risken är för skadlig påverkan på kroppen [39]. Detta är viktigt att beakta när man sätter gränsvärden för olika elektromagnetiska fält.

ICNIRP's gräns- och referensvärden är enbart satta med tanke på de termiska skador som en exponering kan ge hos vuxna efter 30 minuters exponering och endast med 50 gångers marginal. Alltså skador som kan initieras av den uppvärmning som kan ske i exponerad vävnad och när det gäller mobiltelefoner beräknad efter en vuxen mans skalle, hjärna och kropp. ICNIRP's gräns och referensvärden har ingen skyddande effekt på biologisk påverkan och skador av annan orsak än av en ren uppvärmningseffekt [11].

De studier som presenterats här visar på hälsopåverkan på molekylär- och cellnivå, i försök på djur och människa samt i epidemiologiska studier. Denna genomgång av studier är inte fullständig och gör inga anspråk på att vara evidensbaserad. Den visar dock på den breda hälsopåverkan som kan ske av den pulsade mikrovågsstrålningen från mobiltelefonin och allt trådlöst i dagens samhälle.

Europarådet, en av EU:s institutioner, har i en resolution i maj 2011 manat till försiktighet i exponeringen av mikrovågor för allmänheten. Speciellt barn och ungdomar bör skyddas. Europarådet rekommenderar att kabelbunden teknik för Internet bör väljas i skolor och klassrum. Användningen av mobiltelefoner och andra trådlösa telefoner bör begränsas i skolan.

Europarådet rekommenderar informationskampanjer riktade mot lärare, elever och föräldrar för att ge större medvetenhet om risker med mobiler och trådlös teknik. Europarådet rekommenderar sina medlemsländer att sänka gränsvärdet för mikrovågsstrålning inomhus till  $0,1 \text{ mW/m}^2$  [49]. En sänkning med 100 000 gånger jämfört med dagens referensvärde för till exempel trådlöst nätverk[11].

Barn är mer känsliga i sin egenskap av att växa och mogna, både på cellnivå och individnivå. Därför är det viktigt att redan idag börja begränsa exponeringen av mikrovågsstrålningen på våra barn genom

- att verka för sänkta gränsvärden både från mobilmaster och från all annan trådlös teknik
- att rekommendera barn under 16 år och gravida att helt avstå från att använda mobiltelefon och annan trådlös teknik.
- att installera kabelbunden uppkoppling till Internet i skolor, bibliotek, bostäder, och alla offentliga byggnader.
- att undervisa våra barn och ungdomar om ett sunt förhållningssätt till vår trådlösa teknik.
- att använda kabelbunden fast telefon när det går och om kontakt är nödvändig och mobilen är det enda tillgängliga, använda SMS, handsfree eller högtalarfunktion och hålla ut telefonen från kroppen.
- att liksom vid rökning förbjuda mobiler i bussar, tåg, tunnelbanor och andra utrymmen där medmänniskor ofrivilligt utsätts för den högre strålningen.

Våra barn och ungdomar är vår framtid. Låt oss följa försiktighetsprincipen. Låt oss redan nu beakta de studier som visar på risker med mobiltelefonin och trådlös teknik och med dem som grund skydda våra barn. Låt oss satsa på kabelbunden teknik och låt oss forska fram en teknik som är säker för alla.

## Referenser

1. Nordström, C. H. (2009). Misleading dissertation on mobile phone radiation. [Vilseledande avhandling om strålning från mobiltelefoner] *Läkartidningen*, 106(34), 2065-6.
2. Ahlbom A, Feychting M, Hamnerius Y, Hillert L. (2004-2011). Forskning om elöverkänslighet och andra effekter av elektromagnetiska fält. Första till åttonde årsrapporten, 2004-2011. Stockholm: FAS, Forskningsrådet för arbetsliv och socialvetenskap. Retrieved 2011 Nov 11 from <http://www.fas.se/sv/Publicerat/Rapporter/>
3. SSM:s Independent Expert Group on Electromagnetic Fields. (2009). Recent research on EMF and health risks. Sixth annual report from SSM:S independent expert group on electromagnetic fields. No. 2009:36. Stockholm: SSM. Retrieved 2011 Nov 11 from <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Publikationer/Rapport/Stralskydd/2009/200936/>
4. SSM:s Independent Expert Group on Electromagnetic Fields. (2010). Recent research on EMF and health risk. Seventh annual report from SSM:S independent expert group on electromagnetic fields. No. 2010:44. Stockholm: SSM. Retrieved 2011 Nov 11 from <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Publikationer/Rapport/Stralskydd/2010/201044/>
5. Bioinitiative report: A rationale for biologically-based public exposure standard for electromagnetic fields (ELF and RF) (2007). Retrieved 2011 Nov 11 from [www.bioinitiative.org/report/index.htm](http://www.bioinitiative.org/report/index.htm)
6. Powerwatch, scientific papers Retrieved 2011 Nov 11 from [www.powerwatch.org.uk/science/studies.asp](http://www.powerwatch.org.uk/science/studies.asp)
7. EMFacts consultancy. Retrieved 2011 Nov 11 from [www.emfacts.com](http://www.emfacts.com)
8. Divan, H. A., Kheifets, L., Obel, C., & Olsen, J. (2008). Prenatal and postnatal exposure to cell phone use and behavioral problems in children. *Epidemiology*, 19(4), 523-529.
9. Divan, H. A., Kheifets, L., Obel, C., & Olsen, J. (2010). Cell phone use and behavioural problems in young children. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 2010, Dec 7.
10. Yakymenko, I., Sidorik, E., Kyrylenko, S., & Chekhun, V. (2011). Long-term exposure to microwave radiation provokes cancer growth: Evidences from radars and mobile communication systems. *Experimental Oncology*, 33(2), 62-70.

11. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International commission on non-ionizing radiation protection.(1998). *Health Physics*, 74(4), 494-522.
12. Grigoriev, Y. G., Grigoriev, O. A., Ivanov, A. A., Lyaginskaya, A. M., Merkulov, A. V., Shagina, N. B., et al. (2010). Confirmation studies of Soviet research on immunological effects of microwaves: Russian immunology results. *Bioelectromagnetics*, 31(8), 589-602.
13. Grigoriev Y, Nikitina V, Grigoriev O. (2011). Electromagnetic fields from mobile phones: Health effect on children and teenagers. Resolution of Russian national committee on non-ionizing radiation protection,. Moscow: RNCNIRP. Retrieved 2011 Nov 11 from [http://www.avaate.org/article.php3?id\\_article=2156](http://www.avaate.org/article.php3?id_article=2156)
14. Li, D. K., Chen, H., & Odouli, R. (2011). Maternal exposure to magnetic fields during pregnancy in relation to the risk of asthma in offspring. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 165(10), 945-950.
15. Ferreira, A. R., Knakievicz, T., Pasquali, M. A., Gelain, D. P., Dal-Pizzol, F., Fernandez, C. E., et al. (2006). Ultra high frequency-electromagnetic field irradiation during pregnancy leads to an increase in erythrocytes micronuclei incidence in rat offspring. *Life Sciences*, 80(1), 43-50.
16. Odaci, E., Bas, O., & Kaplan, S. (2008). Effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on the dentate gyrus of rats: A stereological and histopathological study. *Brain Research*, 1238, 224-229.
17. Tomruk, A., Guler, G., & Dincel, A. S. (2010). The influence of 1800 MHz GSM-like signals on hepatic oxidative DNA and lipid damage in nonpregnant, pregnant, and newly born rabbits. *Cell Biochemistry and Biophysics*, 56(1), 39-47.
18. 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*, 29(2), 218-23.
19. Thomas, S., Heinrich, S., von Kries, R., & Radon, K. (2010). Exposure to radio-frequency electromagnetic fields and behavioural problems in bavarian children and adolescents. *European Journal of Epidemiology*, 25(2), 135-141.
20. Kolodynski, A. A., & Kolodynska, V. V. (1996). Motor and psychological functions of school children living in the area of the Skrunda radio location station in Latvia. *The Science of the Total Environment*, 180(1), 87-93.
21. Abramson, M. J., Benke, G. P., Dimitriadis, C., Inyang, I. O., Sim, M. R., Wolfe, R. S., et al. (2009). Mobile telephone use is associated with changes in cognitive function in young adolescents. *Bioelectromagnetics*, 30(8), 678-686.
22. Orendacova, J., Racekova, E., Orendac, M., Martoncikova, M., Saganova, K., Lievajova, K., et al. (2009). Immunohistochemical study of postnatal neurogenesis after whole-body exposure to electromagnetic fields: Evaluation

of age- and dose-related changes in rats. *Cellular and Molecular Neurobiology*, 29(6-7), 981-990.

23. Karaca, E., Durmaz, B., Altug, H., Yildiz, T., Guducu, C., Irgi, M., et al. (2011). The genotoxic effect of radiofrequency waves on mouse brain. *Journal of Neuro-Oncology*, 2011 Jul 6
24. Del Vecchio, G., Giuliani, A., Fernandez, M., Mesirca, P., Bersani, F., Pinto, R., et al. (2009). Continuous exposure to 900 MHz GSM-modulated EMF alters morphological maturation of neural cells. *Neuroscience Letters*, 455(3), 173-177.
25. Bas, O., Odaci, E., Kaplan, S., Acer, N., Ucok, K., & Colakoglu, S. (2009). 900 MHz electromagnetic field exposure affects qualitative and quantitative features of hippocampal pyramidal cells in the adult female rat. *Brain Research*, 1265, 178-185.
26. Fragopoulou, A. F., Miltiadous, P., Stamatakis, A., Stylianopoulou, F., Koussoulakos, S. L., & Margaritis, L. H. (2010). Whole body exposure with GSM 900 MHz affects spatial memory in mice. *Pathophysiology*, 17(3), 179-187.
27. Daniels, W. M., Pitout, I. L., Afullo, T. J., & Mabandla, M. V. (2009). The effect of electromagnetic radiation in the mobile phone range on the behaviour of the rat. *Metabolic Brain Disease*, 24(4), 629-641.
28. Narayanan, S. N., Kumar, R. S., Potu, B. K., Nayak, S., Bhat, P. G., & Mailankot, M. (2010). Effect of radio-frequency electromagnetic radiations (RF-EMR) on passive avoidance behaviour and hippocampal morphology in wistar rats. *Upsala Journal of Medical Sciences*, 115(2), 91-96.
29. Salford, L. G., Brun, A. E., Eberhardt, J. L., Malmgren, L., & Persson, B. R. (2003). Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Environmental Health Perspectives*, 111(7), 881-3.
30. Nittby, H., Grafstrom, G., Tian, D. P., Malmgren, L., Brun, A., Persson, B. R., et al. (2008). Cognitive impairment in rats after long-term exposure to GSM-900 mobile phone radiation. *Bioelectromagnetics*, 29(3), 219-232.
31. Volkow, N. D., Tomasi, D., Wang, G. J., Vaska, P., Fowler, J. S., Telang, F., et al. (2011). Effects of cell phone radiofrequency signal exposure on brain glucose metabolism. *JAMA*, 305(8), 808-813.
32. Lai, H., & Hardell, L. (2011). Cell phone radiofrequency radiation exposure and brain glucose metabolism. *JAMA*, 305(8), 828-829.
33. Markova, E., Malmgren, L., & Belyaev, IY. (2009). Microwaves from mobile phones inhibit 53BP1 focus formation in human stem cells stronger than in differentiated cells: Possible mechanistic link to cancer risk. *Environmental Health Perspectives*, 2009 Oct 22.

34. Blank, M., & Goodman, R. (2009). Electromagnetic fields stress living cells. *Pathophysiology*, 16(2-3), 71-78.
35. Hardell, L., Söderqvist, F., Carlberg, M., Zetterberg, H., & Mild, K. H. (2010). Exposure to wireless phone emissions and serum beta-trace protein. *International Journal of Molecular Medicine*, 26(2), 301-306.
36. Schmid, M. R., Loughran, S. P., Regel, S. J., Murbach, M., Bratic Grunauer, A., Rusterholz, T., et al. (2011). Sleep EEG alterations: Effects of different pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields. *Journal of Sleep Research*, 2011 Apr 12.
37. Lowden, A., Akerstedt, T., Ingre, M., Wiholm, C., Hillert, L., Kuster, N., et al. (2011). Sleep after mobile phone exposure in subjects with mobile phone-related symptoms. *Bioelectromagnetics*, 32(1), 4-14.
38. Krause, C. M., Bjornberg, C. H., Pesonen, M., Hulten, A., Liesivuori, T., Koivisto, M., et al. (2006). Mobile phone effects on children's event-related oscillatory EEG during an auditory memory task. *International Journal of Radiation Biology*, 82(6), 443-450.
39. Cook, C. M., Saucier, D. M., Thomas, A. W., & Prato, F. S. (2009). Changes in human EEG alpha activity following exposure to two different pulsed magnetic field sequences. *Bioelectromagnetics*, 30(1), 9-20.
40. Vorobyov, V., Janac, B., Pesic, V., & Prolic, Z. (2010). Repeated exposure to low-level extremely low frequency-modulated microwaves affects cortex-hypothalamus interplay in freely moving rats: EEG study. *International Journal of Radiation Biology*, 86(5), 376-383.
41. Buchner, K., Eger, H. (2011). Changes of clinically important neurotransmitters under the influence of modulated RF-fields - a long term study under real-life conditions. *Umwelt Medizin-Gesellschaft*, 24(1), 44-57.
42. Wertheimer, N., & Leeper, E. (1979). Electrical wiring configurations and childhood cancer. *American Journal of Epidemiology*, 109(3), 273-284.
43. IARC Monograph, V. 8. (2002). Non-ionizing radiation, part 1: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. IARC monographs on the evaluation of cancerogenic risks to humans. WHO Press.
44. Milham, S., & Ossiander, E. M. (2001). Historical evidence that residential electrification caused the emergence of the childhood leukemia peak. *Medical Hypotheses*, 56(3), 290-295.
45. Hardell, L., & Carlberg, M. (2009). Mobile phones, cordless phones and the risk for brain tumours. *International Journal of Oncology*, 35(1), 5-17.
46. INTERPHONE Study Group. (2010). Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: Results of the INTERPHONE international case-control study. *International Journal of Epidemiology*, 39(3), 675-694.



47. Aydin, D., Feychting, M., Schuz, J., Tynes, T., Andersen, T. V., Schmidt, L. S., et al. (2011). Mobile phone use and brain tumours in children and adolescents: A multicenter case-control study. *Journal of the National Cancer Institute*, 103(16), 1264-1276.
48. Baan, R., Grosse, Y., Lauby-Secretan, B., El Ghissassi, F., Bouvard, V., Benbrahim-Tallaa, L., et al. (2011). Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. *The Lancet Oncology*, 12(7), 624-626.
49. Council of Europe (2011). Résolution 1815 (2011): The potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment. Retrieved 2011 Nov 11 from <http://www.assembly.coe.int/Mainf.asp?link=/Documents/AdoptedText/ta11/RES1815.htm>

## Ordförklaringar

EMF	Elektromagnetiska fält, både elektriska och magnetiska
Lågfrekventa EMF	ELF, extremely low frequencies, EMF i området 1 Hz – 10 kHz. Inom detta område ligger vår vanliga hushållsel, både det elektriska fältet, EF, och det magnetiska fältet, MF.
ELF MF	Extremely Low Frequency Magnetic Fields. Lågfrekventa magnetfält. Mäts i Gauss eller Tesla, vilka båda är mycket stora enheter. Magnetfält anges därför i mGauss och uTesla. 1 mG = 0,1 uT.
ELF EF	Extremely Low Frequency Electric Fields. Lågfrekventa elektriska fält. Mäts i volt/meter. Vår hushållsström ger 220-240 V/m
RF EMF	Radiofrekventa EMF inom området 10 kHz – 1000 GHz (=1 THz)
Högfrekventa EMF	300 MHz – 1000 GHz (=1 THz). Kallas ofta för mikrovågor, MW. Här ligger radarsystemet: mellan 1 och 12 GHz. 4G: 2600 MHz (=2,6 GHz) Trådlösa nät, dataöverföring, såsom WiFi, Wlan, Bluetooth 2500 MHz (=2,5 GHz) Övervakningskameror, babyvakter: 2400 MHz (=2,4 GHz) 3G: 2000 MHz (=2.0 GHz) Trådlösa telefoner, DECT: 1900 MHz (=1,9 GHz) GSM 1800: 1800 MHz (=1,8 GHz) GSM 900: 900 MHz NMT 450: 450 MHz

Poliskommunikation, Rakel, Tetra: 395 MHz

Pulsad mikrovåg: Bärvågen moduleras för att kunna överföra information. Signalen sänds i mycket korta pulser som slås på och av. Detta sker t.ex. från GSM och DECT-telefoner. 3G har däremot en brussignal med ett mer komplicerat modulationsmönster.

IARC International Agency for Research on Cancer. WHO's cancerforskningsorgan.  
2002 klassade IARC lågfrekventa magnetfält som möjligen cancerframkallande enligt klass 2B, och som möjlig orsak till barnleukemi [43].  
2011 klassade IARC den radiofrekventa strålningen som möjligen cancerframkallande enligt klass 2B. Detta betyder att IARC anser att strålningen från en mobiltelefon kan vara en möjlig orsak till hjärntumör [48].

ICNIRP International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. ICNIRP är en privat tysk stiftelse, som lyder under tyska stiftelselagar och är därmed skyddad från offentlig insyn. 1998 satte ICNIRP dagens gällande **referensvärde** för mikrovågor över 2000 MHz till  $10 \text{ W/m}^2$ . För mikrovågor mellan 400 MHz och 2000 MHz varierar referensvärdet med frekvensen enligt formeln:  $\text{frekvens}/(2 \times 10^8)$ . Det innebär att 900 MHz har referensvärdet  $4,5 \text{ W/m}^2$  och 1800 MHz  $9,0 \text{ W/m}^2$ .  
För mobiltelefoner anges **grundläggande begränsningar**, (=gränsvärden i denna skrift), i SAR, W/kg och är 2 W/kg för huvudet och 0,08 W/kg för strålning mot hela kroppen [11]. Gränsvärdena är satta med 50 gångers marginal och med tanke på en vuxen mans skalle och kropp. Dessa gränsvärden skyddar enbart för skador från uppvärmningseffekten vid exposition av mikrovågsstrålning under 30 minuter. Gränsvärdena är inte satta med tanke på biologiska skador orsakade av andra skademekanismer.

OR Odds Ratio eller Oddskvot är en kvot mellan oddsen att sjuka individer varit exponerade för en viss faktor och oddsen att friska individer varit exponerade för denna faktor. En oddskvot på 1,0 anger att riskerna för ett visst utfall i två grupper är lika stora. Alltså att exponeringsfaktorn inte ökar risken för en viss skada eller sjukdom.

## Ansvarig för "Barn och EMF"

Lena Hedendahl, distriktsläkare, Luleå.

[lenahedendahl@telia.com](mailto:lenahedendahl@telia.com)