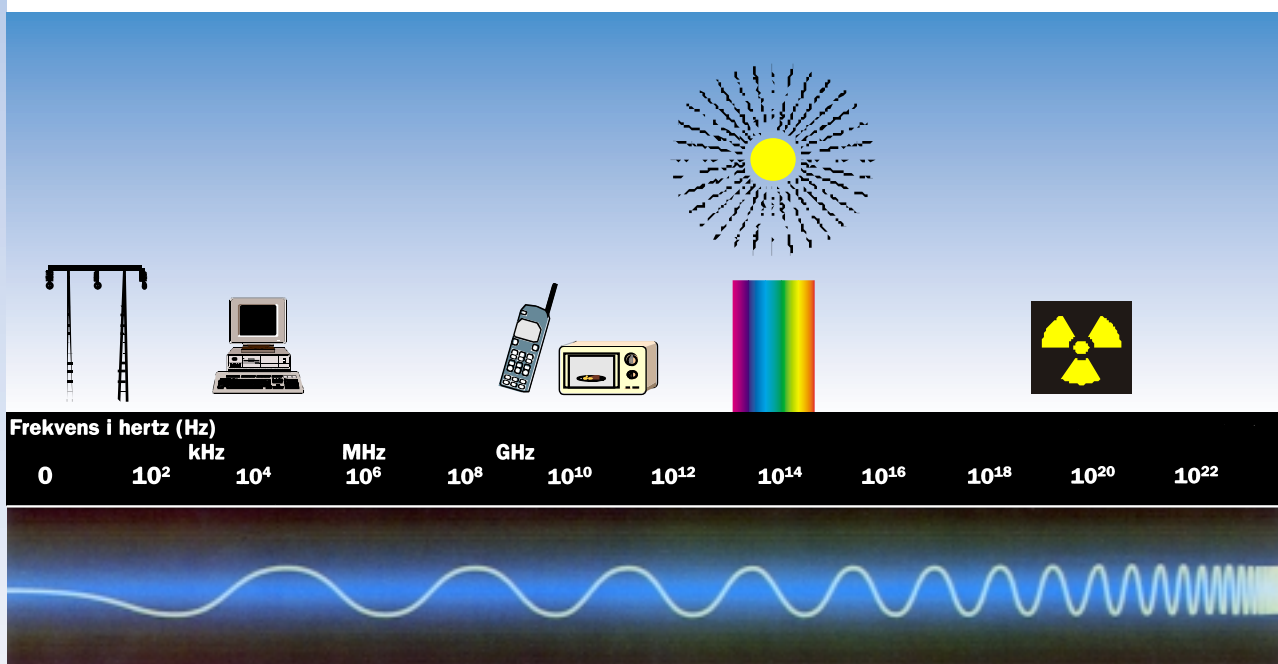


# Mobiltelefoni och hälsoeffekter

*Mobiltelefoner är idag praktiskt taget var mans egendom. I Sverige använder nu ca 70 % av befolkningen mobiltelefon och andelen användare ökar för varje dag. Antalet basstationer ökar också, idag är flera tusentals i bruk över landet och inom de närmaste åren väntas en kraftig ökning av detta. Användningen av trådlösa telefoner (sk DECT telefoner) på våra kontor och i hemmen ökar också i rask takt. Många blir härigenom exponerade för svaga radiofrekventa (RF) elektromagnetiska fält och det finns en viss oro för att det skulle kunna leda till hälsoeffekter. Med tanke på det stora antalet mobiltelefonanvändare skulle även små negativa hälsoeffekter kunna få konsekvenser för folkhälsan. Vi skall här kortfattat försöka belysa vad som idag är känt om användande av mobiltelefoner och hälsoeffekter.*



# Mobiltelefoni och hälsoeffekter

## Hur fungerar det?

Mobiltelefonen fungerar genom att sända och ta emot radiovågor från en närbelägen basstation, som i sin tur är kopplad till det fasta telefonnätet. Radiovågorna färdas med ljusets hastighet men har olika antal svängningar per sekund, vilket kallas frekvens och anges i enheten Hertz. GSM-telefonerna sänder runt 900 eller 1800 MHz, men de sänder inte kontinuerligt utan för att flera skall kunna använda samma frekvens samtidigt delas datamängden upp tidsmässigt i paket. Dessa datapaket skickas i block och medför att telefonen endast sänder under 1/8 av tiden. Uteffekten från telefonen varierar också. Vid uppkoppling av ett samtal, samt när täckningen är dålig, används en pulseffekt på 2 W, men när man har bättre förhållanden kan den komma ned till några tusendels Watt. Detta innebär att medeleffekten kan variera från maximala 0,25 W (1/8 av 2 W) ned till under 0,001 W. Medelvärde över tiden, mätt i Stockholm, låg strax under 0,1 W medan hälften av alla samtalsmarkeringar understeg 0,01 W. GSM-telefonen har ytterligare en funktion, DTX, som gör att telefonen under samtalet endast sänder när man pratar och inte när man lyssnar, och detta medför nästan en halvering av medeleffekten. I s.k. standby läge sänder GSM-telefonen endast en handskakningspuls ca var fjärde timme samt också när den byter upptagningsområde. I övrigt är den i detta läge att betrakta som en passiv radiomottagare utan strålning.

**DECT TELEFONERNA** är sladdlösa telefoner för användande i hem och på kontor. De fungerar på ungefär samma sätt som mobiltelefonen genom att sända och ta emot signaler från en basenhet. DECT-telefonen har en konstant pulseffekt på 0,25 W och eftersom den sänder under 1/24 av tiden blir medeleffekten ca 0,01 W. Telefonen sänder endast när samtal är uppkopplat och är i övrigt helt passiv. Basenheterna sitter utspridda i huset, oftast en per korridor och den har samma uteffekt som telefonen för varje kanal. Idag är det vanligt att kontorsbyggnader uppförs utan ett fast trådbundet nät och alla använder DECT-telefoner. Detta gör att många kommer att exponeras längre tid för RF-fälten från telefonen samt att den generella nivån på RF-signaler ökar i byggnaden. Den generella nivån i huset ligger långt under de nivåer som användaren utsätts för från telefonen.

**EFTERSOM TELEFONERNA** skall skicka ut radiosignaler för att få kontakt med basstationen så kommer med nödvändighet en viss del av signalens energi att absorberas i huvudet på användaren. Telefonerna testas genom att man placerar den intill en glasfibermodell av ett huvud fyllt med en vätska

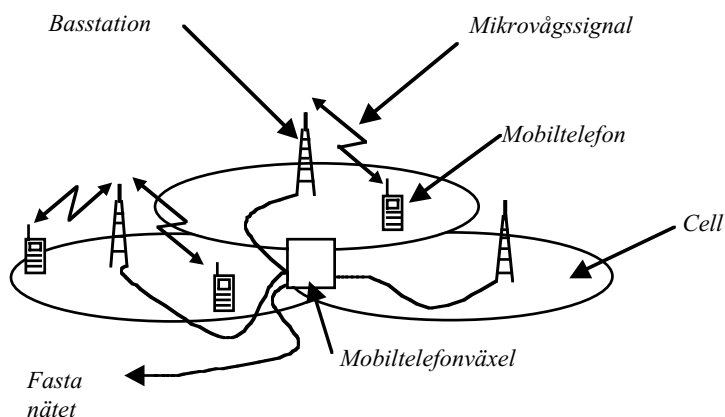
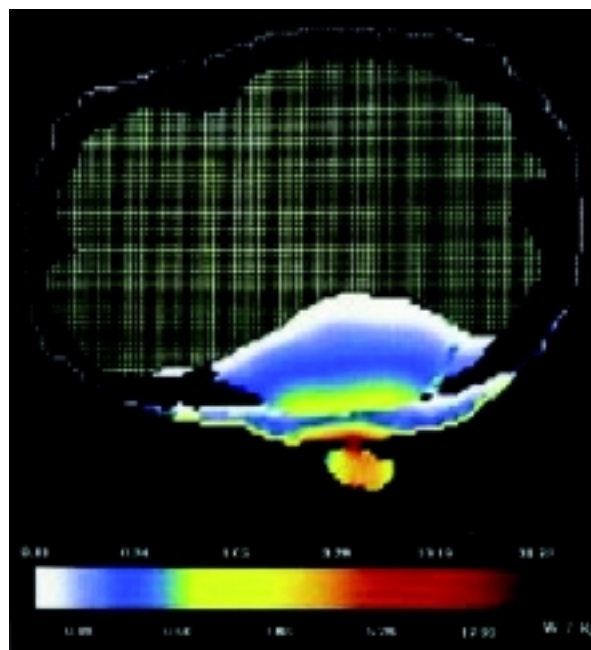
med elektriska egenskaper som kroppsvävnad och därefter mäts det elektriska fältet i huvudet. Härifrån kan man sedan beräkna det sk SAR-värdet (Specific Absorption Rate) som beskriver hur mycket energi som per tidsenhet och massenhet tas upp i huvudet. Sedan anges det högsta värdet som medelvärde över antingen 1 eller 10 gram vävnad beroende på om man följer amerikanska eller europeiska normer. Gränsvärdet för Europa är max 2 W/kg i 10 g vävnad medan i USA gäller 1,6 W/kg i 1 g vävnad. Kravet i USA är strängare då den har större punktkaraktär (1 g) medan Europa värdet integreras över större volym (10 g). Tester på dagens GSM-telefoner görs vid full uteffekt, dvs 2 W i pulsen, och då ligger värden för olika telefoner från som lägst ca 0,1 till som högst strax under 2 W/kg.

**BAKGRUNDEN TILL** det europeiska värdet är att man sett skadliga effekter på ögonlinsen vid långvarig RF-exponering med 100 W/kg. För att skydda mot detta rekommenderas enligt International Commission on Non Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) för yrkesmässig exponering 10 W/kg lokalt, och för allmänheten tar man till ytterligare en säkerhetsfaktor på 5 och kommer då ned till 2 W/kg. I Storbritannien har man enbart använt sig av det högre värdet 10 W/kg och ansett att detta ger ett fullgott skydd för alla. Både det brittiska parlamentet och den s.k. Stewartrapporten har dock föreslagit att man ska övergå till ICNIRP:s rekommendationer för att harmonisera med EU:s rekommendationer och för att erhålla en högre säkerhetsmarginal för bl. a. barn. Det amerikanska värdet är baserat på att vid helkroppsexponering är skillnaden mellan medelvärdet och det högsta värdet i kroppen 20 ggr. Eftersom man i USA tillåter helkroppsexponering för 0,4 W/kg ger detta då en maximal lokalexponering på 8 W/kg, och med en säkerhetsfaktor på 5 för allmänheten hamnar man på högsta tillåtna ”mobiltelefonvärde” på 1,6 W/kg.

För den som vill läsa mer om dessa frågor hänvisar vi till nyligen gjorda översikter om detta område gjorda av olika expertgrupper som granskat de effekter som exponering för RF-fält har på människa: Världshälsoorganisationen (WHO) faktablad nr 193 reviderat juni 2000, Royal Society of Canada (1999), en översikt om mobiltelefoner och hälsa som gjorts av en expertkommitté i Storbritannien och Nordirland (IEGMP 2000) samt den svenska rapporten från Rådet för Arbetslivsforskning (RALF, 2000).

## Basstationer

Fördelning av SAR (Specific Absorption Rate) i ett manshuvud när man håller en mobiltelefon mot örat och den sänder med full effekt. Lägga märke till att de högsta värdena fås vid övergången från ytterörat till huvudet. ▶



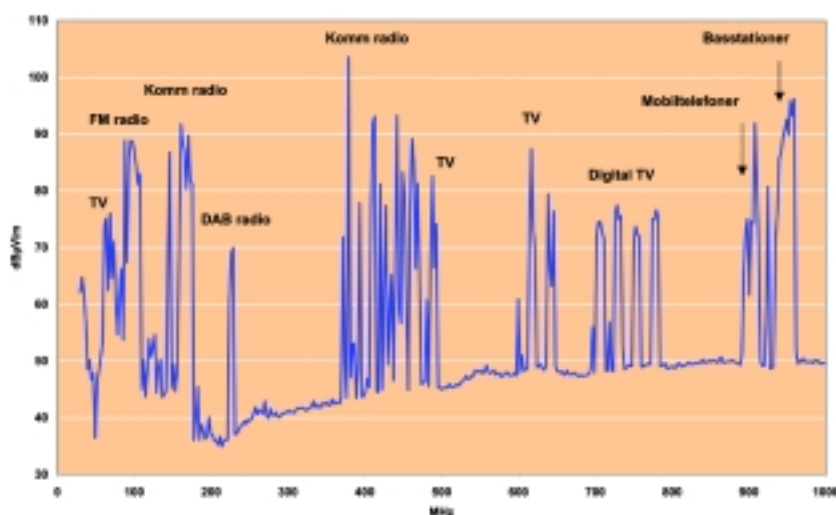
▲ Bilden visar tre basstationer som täcker varsin cell. Basstationerna är kopplade till det fasta telefnätet. På bilden har för klarhetens skull varje cell en egen sändarmast. Ofta kombinerar man flera antenner i samma mast så att man kan täcka in tre celler i olika riktningar från samma mast.

En basstation består av sändarenheter och antenner, större basstationer har ofta flera antenner som sänder i olika riktningar. En basstation kan sända på flera kanaler (frekvenser). Uteffekten per kanal är typiskt 10 W. Antennen fungerar ungefär som en bilstrålkastare, dvs den koncentrerar radiovågorna till ett område framför antennen. Det innebär att man normalt får låg intensitet direkt under och bakom antennen.

**VID INSTITUTIONEN** för Elektromagnetik, Chalmers Tekniska universitet, har mätningar av radiofrekventa fält, 30 - 2000 MHz, utförts på 31 olika platser. Mätplatserna har valts ut för att spegla olika normala exponeringssituationer i storstad,

mindre stad och på landsbygd. Mätningar har genomförts utomhus samt inomhus i bostads- och kontorsmiljö. Den totala exponeringen över alla mätpositioner hade ett medelvärde på 0,5 mW/m<sup>2</sup> och ett medianvärde på 0,04 mW/m<sup>2</sup>. Den stora skillnaden mellan medelvärde och medianvärde beror på att exponeringen på landsbygden ligger långt under nivåerna i större städer. Samtliga uppmätta nivåer ligger långt under de referensnivåer, som den internationella organisationen ICNIRP och EU anger för exponering av allmänheten (vid 900 MHz är referensvärdet 4500 mW/m<sup>2</sup>). GSM-basstationer stod för 47% av effektbidragen i det totala materialet. I storstadsmätningarna stod dessa basstationer för 61% av bidragen, i mätningarna på landsbygd gav däremot TV-sändare det största bidraget (48%).

**ÄVEN MÄTNINGAR** nära basstationer gav låga intensiteter; högsta uppmätta nivån var 3 mW/m<sup>2</sup>, vilket uppmättes på en busshållplats där en väggmonterad basstation fanns på andra sidan gatan. Vid mätningar i en lägenhet, som låg överst i ett hus med flera basstationsantennerna på taket, direkt ovanför lägenheten, uppmättes nivån 0,0003 mW/m<sup>2</sup> från basstationen på taket. I denna lägenhet uppmättes högre nivåer (0,002 mW/m<sup>2</sup>) från TV-sändare och en annan längre bort belägen basstation.



◀ Typiskt spektrum 30-1000 MHz registrerat i Stockholm utan fri sikt till radio/TV sändaren i Nacka. Diagrammet visar maximalt värde av den elektriska fältstyrkan under en tvåminuters period i logaritmisk amplitudskala (dB/μV/m). (Källa: SSI)

## Hälsoeffekter

---

Mobiltelefoner, basstationer och andra radio- och TV-sändare sänder inte ut joniserande strålning av den typ som man förknippar med t.ex. röntgen eller strålning från radioaktiva ämnen. Strålning från radiosändare kallas icke-joniserande. Hit hör en lång rad fysikaliska fenomen, t.ex. synligt ljus, ultraviolett och infraröd strålning, radio och mikrovågor samt elektriska- och magnetiska fält.

RF-fält tränger in i utsatt vävnad till djup som beror på frekvensen och vävnadens elektriska egenskaper – upp till några centimeter vid de frekvenser som utnyttjas av mobiltelefoner. RF-energin absorberas i kroppen och ger upphov till värme, men motsvarande temperaturreglering begränsas av kroppens normala temperaturreglering. Alla hittills fastställda hälsoeffekter är tydligt relaterade till uppvärmning.

**DE FLESTA STUDIER** har undersökt resultaten av kortvarig helkroppsexponering för RF-fält på nivåer som är betydligt högre än de som man vanligtvis sätter i samband med trådlös kommunikation, och få studier riktar sig till konsekvenserna av lokal exponering för RF-fält mot huvudet. Den mycket lokala exponeringen från mobiltelefonen gör också att det som diskuterats är möjliga effekter på hjärnan, såväl hjärntumörer som förändringar av hjärnans funktioner. De första studierna om mobiltelefonanvändning och risk för hjärntumörer har nu kommit och det finns också rapporter om problem med t ex huvudvärk, trötthet, koncentrationssvårigheter samt påverkan på minnet. Mer om detta nedan.

## Vad är känt från experimentella studier på celler och djur?

---

Det finns en stor mängd publicerade studier om biologiska effekter av RF-exponering av celler och djur. En biologisk effekt är en mätbar förändring i ett biologiskt system, och detta behöver inte nödvändigtvis betyda att effekten är en hälsorisk. Konsensusuppfattningen i forskarvärlden är att de effekter som uppstår efter RF-exponering och som kan betraktas som potentiella hälsorisker och därmed icke-önskvärda är alla associerade med uppvärmningseffekter. Dagens gränsvärdesättning baseras också i stor utsträckning på termiska effekter, och en av de känsligaste indikatorerna på detta som man funnit i djurförsök är beteendeförändringar i samband med exponering över 4 W/kg.

Idag finns dock ett flertal dokumenterade biologiska effekter som inträffar efter RF-exponering vid betydligt lägre nivåer än de som orsakar påtaglig uppvärmning, dvs vid exponeringsnivåer under 2 W/kg. Som exempel kan nämnas att en brittisk forskargrupp nyligen har publicerat en

studie där man visar att exponering av rundmasken *C. elegans* för mikrovågor med ett SAR-värde på 1 mW/kg ledde till en produktion av "heat shock proteins" (HSP). Detta är ett exempel på en typisk stressrespons vilken också kan induceras av en mängd andra faktorer. Således uppfattas mikrovågor av åtminstone vissa biologiska system som en stressfaktor. En signifikant förhöjning av cellproliferation efter exponering för 960 MHz vid SAR-värden på 2 mW/kg påvisades i en annan studie, och fyndet diskuterades utifrån en påverkan via HSP. Cellulära försök har också visat på en ökad ornithine decarboxylase (ODC) aktivitet efter mikrovågsexponering vid nivåer under gällande gränsvärden. Enzymet ODC är det första och hastighetsbestämmande steget i syntesen av s.k. polyaminer, substanser som bl.a. har stor betydelse för cellproliferation. Ökad ODC-aktivitet ses ofta då tumörceller tillväxer.

**OMFATTANDE STUDIER** har gjorts för att undersöka effekten av mikrovågsexponering på blod-hjärnbarriären. Någon konsensus om effekten finns ännu inte. Försök vid Lunds universitet har visat att hos råttor som exponerats för signaler från GSM 900 och GSM 1800 så finner man ett statistiskt signifikant ökat läckage för albumin över blod-hjärnbarriären in till hjärnvävnaden hos de exponerade djuren jämfört med kontroldjuret. Förvånande är att man finner de största effekterna vid de lägsta nivåerna, dvs SAR värden i storleksordningen mW/kg. Andra forskare har inte kunnat bekräfta dessa fynd, vilket lett till fortsatta upprepningsförsök och även en diskussion av metodiken i dessa studier.

Andra försök har visat på skador på DNA efter mikrovågsexponering, men såväl metodiken som resultaten är mycket omdebatterade och försök pågår för att se om resultaten går att upprepa i andra laboratorier – något som hittills inte lyckats. Det finns en serie laboratoriestudier i det amerikanska Wireless Technology Research (WTR) programmet som visat skador på blodceller från människa (mikrokärnor), men detta finns hittills endast rapporterat som ett konferensbidrag. Försök på djur har visat att RF-fält ökade takten i vilken genetiskt manipulerade möss utvecklade cancerformen lymfom, men det finns även några försök där man finner en minskad förekomst av tumörer hos de exponerade djuren. Samtidigt är det viktigt att påpeka att av 17 studier på mus eller råttor som genomförts med låg (icke-termisk) nivå på exponering har man i 13 av dem inte sett någon påverkan, och i två har RF exponeringen motverkat effekten av kemikaliet som använts som cancerinitiator.

**HÄLSOIMPLIKATIONERNA** av dessa resultat är oklara och vidare studier kring detta pågår i flera olika länder.

## Vad är känt från studier på människa?

Under de senaste åren har ett ökat antal experimentella studier på människa utförts, för att utröna om de radiofrekventa fälten kring mobiltelefonen påverkar hjärnans elektriska aktivitet (EEG) eller andra funktioner i huvudet. Mätningar av spontan EEG-aktivitet vid vaket tillstånd eller sömn har gett varierande resultat, i vissa studier har man funnit en viss biologisk effekt, medan andra studier inte kunnat se något sådant. Det är vidare oklart om dessa fynd kan klassas som en hälsorisk. Av möjligen mer direkt relevans är de studier som undersökt mer komplicerade s.k. kognitiva funktioner, både genom att se på den elektriska aktiviteten och med andra metoder. I några studier från Storbritannien och Finland har man funnit en något snabbare svarstid vid aktiverad telefon på omkring 1/100 sekund (men ingen påverkan på minnet). Författarna spekulerar i om dessa förkortade svarstider skulle kunna vara ett resultat av de små temperaturökningar som uppkommer på grund av telefonen, maximalt ca 0,1°C. Denna temperaturförhöjning kan jämföras med vår normala temperaturvariation under ett dygn på mer än en halv grad.

Även en möjlig inverkan på blodtryck och blodcirkulation har studerats, och en studie noterade en liten blodtrycksökning vid exponering, men det finns en betydande tveksamhet till detta försök på grund av metodiken, någon slutsats av det kan knappast dras. Undersökningar av om mobiltelefonen påverkar utsöndring av olika hormoner som t.ex. melatonin har inte lett till någon bekräftad sådan påverkan.

**I EN RAPPORT** från Ungern har man undersökt påverkan på hörseln hos frivilliga försökspersoner som exponerats för mobiltelefon under en kvart. Man fann neurofysiologiska förändringar (auditory brainstem response) enbart på den exponerade

sidan svarande mot en hörselnedsättning på 15-18 dB. Detta fynd har lett till att upprepningsförsök pågår vid flera laboratorier och slutsatser om påverkan måste invänta ytterligare studier på detta.

Rapporterade fall av elöverkänsliga som reagerat på telefoner och i närheten av basstationsantennar har lett till några studier avseende människors möjlighet att kunna detektera fälten från en mobiltelefon. Två sådana studier har hittills utförts i Tyskland och i Finland utan att man kunde påvisa att elöverkänsliga individer kunde detektera signalerna från telefonen. Någon studie av den mycket svagare exponering som förekommer kring basstationsantennar har ännu inte genomförts.

**SAMMANTAGET FINNS** i de experimentella studierna på människa några indikationer på möjliga biologiska effekter avseende hjärnans aktivitet, vilket i första hand föranleder fortsatta undersökningar. Indikationer på klara hälsorisker på grund av den radiofrekventa fälten kring mobiltelefoner har man å andra sidan inte kunnat finna.

## Vad är känt från epidemiologiska studier?

### Cancer

Vid användning av mobiltelefon tränger mikrovågor in i hjärnan några centimeter på den sida som telefonen handhas. Absorption sker även i hud och skelett. Riskorgan för cancer eller tumörsjukdom utgörs av ett begränsat område av hjärnan och spottkörteln framför ytterörat. Även risk för leukemi har diskuterats men blodbildande delar av benmärgen exponeras ej under samtal.

Beträffande cancerrisker hos människan har än så länge endast ett fåtal studier presenteras. En

## Milstolpar i mobiltelefonens historia

1906	1956	1966	1982	1987	1991	1997	2001
<i>Radions fader, italienaren Guglielmo Marconi lyckas överföra tal via radio.</i>	<i>Världens första automatiska mobiltelefonssystem öppnas i Sverige för kommersiell trafik.</i>	<i>MTB öppnas. Telefonerna, från AGA och Svenska Radioaktiebolaget, SRA, är av svart bakelit och väger "bara" nio kilo.</i>	<i>NMT har 35 000 användare i Skandinavien.</i>	<i>Fick-telefoner introduceras.</i>	<i>De första digitala GSM-näten öppnas i Norden och Tyskland.</i>	<i>Telia introducerar ett kombinerat GSM 900 och - 1800 nät.</i>	<i>Antalet mobiltelefonabonnemang i Sverige var över 6 miljoner.</i>

svensk fall-kontrollstudie av hjärntumörer visade ingen ökad risk i totalmaterialet. I subgruppsanalys av patienter med tumör inom exponerat område sågs däremot 2,5 gångers överrisk. Resultatet grundas dock på relativt få patienter med hjärntumör. Vid självrapportering av användning av mobiltelefon finns även risken att minnesfel har påverkat resultaten. I USA har två undersökningar om mobiltelefonanvändning och hjärntumörer publicerats nyligen. Ingen av dem påvisade någon totalt ökad cancerrisk fränsett att i en av dem såg man en fördubblad risk för neuroepiteliom, en speciell form av hjärntumör. Där fanns även en tendens till fler tumörer än förväntat på samma sida som man använt telefonen. En tysk studie rapporterar en riskökning av ögoncancer på över fyra gånger hos de som med säkerhet använt mobiltelefon, men det är baserat på endast 6 fall. I studierna från USA och Tyskland har exponeringstiderna varit korta; det rör sig t ex om i medeltal 2,8 års exponering i en av USA-studier och där har man dessutom i 85% av fallen använt utdragsantenn till telefonen.

**INGEN AV STUDIERN**A har tillräckligt många fall och kontroller och dessutom har användningstiden varit så kort för att några slutsatser angående risken för långtidsanvändare med långa samtals-tider skall kunna göras utifrån detta material. För att kunna dra säkra slutsatser av epidemiologiska studier krävs i allmänhet att flera undersökningar kommer till samma resultat för att utesluta slumpfaktorn. Publiceringen av resultaten i andra nu pågående och nystartade undersökningar måste alltså inväntas varefter en ny bedömning av risken för hjärntumörer kan göras.

### Subjektiva besvär

Under de senaste åren har det pågått en debatt om eventuella samband mellan självupplevda besvär och mobiltelefonanvändning. Framförallt är det de radiofrekventa fälten (RF) som varit i fokus för debatten. Ett visst fog för detta finns eftersom rapporter och studier från 70-talet visade att radararbetare exponerade för RF oftare rapporterade förekomst av huvudvärk, onormal trötthet, minnessvårigheter, sömnstörningar m.m. än motsvarande kontrollgrupper. Dessa symtom benämns neuroasteniska symtom. En studie av svenska plastsvetsarbetare från 80-talet visade att konsumtionen av huvudvärkstabletter var onormalt hög bland de RF högexponerade arbetarna jämfört med kontrollgruppen. I USA genomfördes på 60-talet en studie av s.k. "mikrovågsljud" där personal och försökspersoner exponerades för RF i en nivå under 10 W/m<sup>2</sup> (lika med det nuvarande svenska långtidsgränsvärdet). Studien avbröts just p.g.a. upplevd huvudvärk i samband med försöken!

På 90-talet inkom till såväl branschorganisationer som myndigheter i ett antal länder rapporter om subjektiva besvär i samband med mobiltelefonanvändning. I Australien genomfördes en struktu-

rerad intervju med 40 personer som upplevde besvär i samband med mobiltelefonanvändning. Den vanligast rapporterade symtomen var huvudvärk. De flesta relaterade besvären till användande av digital mobiltelefon. Samma förhållande gällde rapporter från svenska och norska mobiltelefonanvändare varför följande hypotes ställdes i en stor skandinavisk undersökning bland 17 000 mobiltelefon-användare: GSM-användare rapporterar symtom oftare än NMT-användare. Hypotesen kunde inte bekräftas utan studien visade snarare att NMT-användare rapporterade värmesymtom, och i Sverige även huvudvärk och trötthet, oftare än GSM-användare. Som ett bifynd visade studien på en klar trend för ökad förekomst av huvudvärk, värmekänsla och trötthet med ökad samtalstid och ökat antal samtal per dag. De som upplevde besvär i samband med sitt användande hade ofta vidtagit åtgärder för att minska besvären. Den vanligaste åtgärden var minskad samtals-tid, användande av hands-free utrustning eller övergång till att oftare använda vanlig telefon. Åtgärderna bidrog ofta till att minska besvären.

**INGEN AV STUDIERN**A visar på några klara hälsoeffekter, men de indikerar att mobiltelefon användning kan leda till subjektiva besvär. Om dessa besvär är orsakade av RF absorption eller andra faktorer som t ex att mobiltelefonen blir varm vid samtal, ergonomiska faktorer eller stress kvarstår att undersöka.

### Bilkörning

En av de saker som forskning tydligt har visat är en ökad risk för trafikolyckor när mobiltelefoner används medan man kör bil. Denna riskökning finns oavsett om man använder handhållen telefon eller har hands-free utrustning installerad i bilen. Problemet synes därför vara att själva samtalet påverkar koncentrationen på körningen.

### Diskussion

---

I den sk Stewart rapporten från Storbritannien förs det fram en rekommendation om att man skall avråda barn från användandet av mobiltelefon. Rekommendationen får ses som ett uttryck för den speciella gränsvärdessättning som gäller i Storbritannien där man för allmänheten tillåter 10 W/kg istället för de 2 W/kg som rekommenderas av ICNIRP. Däremot står det givetvis fritt för varje individ – vuxen såväl som barn – att vara försiktighet med användandet av mobiltelefon i väntan på att den fortsatta forskningen skall ytterligare belysa om det finns risker i samband härmed. Förutom det mest uppenbara att minska sitt totala användande av mobilen och istället använda vanlig telefon, är ett effektivt sätt att använda sk hands-

free utrustning. Härigenom blir exponeringen upp till 100 ggr lägre än vad som finns med telefonen mot örat. De mätningar som gjorts av det engelska konsumentmagasinet "Which" och som visar på en ökning av "strålningen" vid "hands-free" användande har upprepats på flera håll och har inte verifierats. Det finns studier som pekar på att människor som pratar mycket i telefon kan få ont i axlarna, och här kan hands-free vara till hjälp.

Det finns också ett utbud av olika tillbehör som uppges skydda användaren mot "strålningen". Rent tekniskt kan flera av dessa direkt avfärdas eftersom de inte kan ha någon effekt på mikro-vågsstrålningen från telefonen; en del av dem kan till och med försämra funktionen. Ett extra tillbehör som har en påverkan på hur mycket man absorberar av mikro-vågorna är den utdragbara antennen. I utdraget läge förbättras antennegenskaperna avsevärt, telefonen kan sända med en lägre uteffekt och den totala exponeringen blir mindre.

**DET BEHÖVS ETT** effektivt system av hälsoinformation och kommunikation bland forskare, regeringar, industrin och allmänheten för att öka nivån av allmän förståelse för teknologin kring mobiltelefoner, samt för att minska misstro och oro. Denna information bör vara korrekt och samtidigt ligga på en passande nivå för att kunna förstås av den tilltänkta målgruppen. Ett led i den ökade informationen är den kommande publiceringen av SAR-värden för olika telefoner.

Det finns emellertid fortfarande en rad olösta frågor kring just SAR-begreppet. Enbart SAR kan i sig själv aldrig vara ett dosmått utan här måste tid på något vis komma med i bilden, och en viktig fråga att vidare studera är: vad är "dos"? Kan man enkelt integrera över tid utan hänsyn till tröskelvärden eller biologisk återhämtningstid? Är ett tiominuters samtal likvärdigt med tio enminuts samtal? Vidare gäller idag som tidigare nämnts att standard och restriktioner uteslutande är baserade på maximala SAR-värden och ingen hänsyn tas till exempelvis den anatomiska lokaliseringen av max-värdet. Om icke-termiska effekter är av betydelse så förefaller det rimligt att även lokalisering är av betydelse. En annan fråga av intresse är den rapporterade värmekänslan hos mobiltelefonanvändare. Vad orsakar den och vad betyder det? Finns något samband mellan höga SAR-värden och värmekänsla? Vidare bör rapporterad huvudvärk studeras på ett mer ingående sätt, där bl a vilken typ av huvudvärk rapporteras måste bättre belysas.

**BEHOVET AV FORTSATT** forskning på området har belysts i bl a en sammanställning gjord av en expertgrupp tillsatt av COST 244 vilken låg till grund för mobiltelefonfonden av EU:s 5:e ramprogram. I den första omgången beviljades medel för flera projekt med inriktning mot cancer, såväl epidemiologi som in vivo och in vitro försök. Däre-

mot beviljades inga projektmedel till kliniska försök med olika grupper av försökspersoner. Nu kommer en andra ansökningsomgång under våren 2001 och denna har fokus på icke-cancerprojekt. Även den engelska regeringen kommer efter rekommendation från den sk Stewart rapporten att starta ett omfattande forskningsprogram (ca 100 M SEK totalt) för att ordentligt belysa de eventuella risker som finns associerade med mobiltelefoni.

**DEN SNABBA** teknikutvecklingen avseende trådlös kommunikation, innebär en stor förändring av den svenska befolkningens exponering för elektromagnetiska fält. Många av de tekniska tillämpningar som nu är under utveckling, kommer att arbeta på frekvenser där nästan ingen bioeffekt-forskning bedrivits. Svensk industri har varit framgångsrik inom mobil kommunikation, varför det är ett nationellt intresse att tekniken kan utvecklas på ett framgångsrikt och säkert sätt. Det är därför av vikt att frågan om eventuella hälsoeffekter av elektromagnetiska fält, från dessa nya tillämpningar, omgående studeras med hög kompetens.

Svensk forskning inom området biologiska effekter av elektromagnetiska fält intar en framstående position internationellt. Samtidigt som behovet av forskning nu är större än någonsin, genom den accelererande användningen av tekniken och utvecklingen inom området, sker en nedrustning av de svenska forskningsresurserna inom området.

**FÖR ATT SÄKERSTÄLLA** att denna viktiga forskning kan genomföras, föreslår vi att Sverige startar ett nationellt program för grundläggande forskning om hur elektromagnetiska fält påverkar biologiska system. Ett sådant program skall dimensioneras så att långsiktig forskning av hög kvalitet möjliggörs och kan innefatta en forskarskola. Programmet kan lämpligen inordnas i den nya forskningsfinansieringen, det är dock viktigt att medel öronmärks för detta ändamål, då området, med sin starkt tvärvetenskapliga karaktär, lätt hamnar mellan stolarna i en traditionell rådsstruktur. Detta skulle var helt i linje med Europarådets rekommendation från 1999 om begränsning av befolkningens exponering för elektromagnetiska fält: *"...att medlemsstaterna i syfte att öka kunskapen om elektromagnetiska fälts hälsopåverkan, främjar och skaffar sig överblick över forskning om elektromagnetiska fält och folkhälsa som ett led i det nationella forskningsprogrammet i enlighet med rekommendationer och insatser på gemenskapsnivå och inom internationell forskning ..."*

## Slutsatser och rekommendationer

Det finns stora kunskapsluckor som identifierats för framtida forskning för att en bättre hälsoriskbedömning skall kunna göras. Det kommer dock att ta 3-4 år innan den RF-forskning som saknas har slutförts och utvärderats, samt för att offentliggöra de slutgiltiga resultaten angående eventuella hälsorisker. Innan dess finns inte underlag för en lagstiftning eller förändring av gällande gränsvärdesättning på vetenskapligt basis. Om man är orolig kan man ju själv tillämpa ett försiktigt undvikande och välja att begränsa exponeringen genom att hålla samtalslängden nere eller använda hands-free utrustning för att hålla mobiltelefonen borta från huvudet, eller vid köp av ny utrustning välja en apparat som har låga SAR-värden. Dessa värden kommer inom kort att offentliggöras för de olika apparaterna.

Vad gäller fordon i rörelse finns det en väl etablerad ökning av risken för trafikolyckor då föraren använder en mobiltelefon, vare sig det rör sig om en vanlig handhållen mobiltelefon eller en som är utrustad med hands-free.

## Sammanfattning

\* Det är för tidigt att dra säkra slutsatser om cancerrisken från utförda epidemiologiska studier.

\* Försök med personer exponerade för svaga mikrovågor från mobiltelefoner visar att hjärnans elektriska aktivitet och funktion kan temporärt påverkas. Inga hälsoeffekter från sådan exponering har påvisats.

\* Det finns stora brister i kunskaperna särskilt avseende långtidseffekter vid användande av mobiltelefoner och förståelsen av de grundläggande bioelektriska processerna. Fortsatt svensk forskning på hög nivå är viktigt.

\* Självrapporterade besvär, t.ex. huvudvärk, trötthet och värmekänsla, ökar med ökad samtals-tid per dag i mobiltelefon. De egentliga orsakerna till dessa besvär har ännu ej kartlagts.

\* Den som vill vara försiktig bör lämpligen undvika höga och långvariga exponeringar. Användning av "hands free" och "head set" samt förlängda antenner reducerar exponeringen avsevärt.

\* Försök visar att användandet av mobiltelefon vid fordonskörning (oavsett om "hands free" eller "head set" används eller ej) är en något större säkerhetsrisk än ett normalt samtal med föraren eller när denne lyssnar på bilradion.

## Vidare läsning

**IEGMP (2000)** Independent Expert Group on Mobile Phones, Mobile Phones and Health, National Radiological Board (UK) 2000.  
Gå till <http://www.iegmp.org.uk/IEGMPtxt.htm>

**ROYAL SOCIETY OF CANADA** (1999). A review of the potential health risks of radiofrequency fields from wireless telecommunications devices. Rapport från en expertpanel sammanställd av Royal Society of Canada. Ottawa, Royal Society of Canada, RSC.EPR 99-1.

Gå till <http://www.rsc.ca>

**WHO INTERNATIONAL EMF project.** Faktablad: Elektromagnetiska fält och folkhälsa. Mobiltelefoner och deras basstationer. Faktablad Nr 193, reviderad Juni 2000.

Gå till <http://www.who.int/peh-emf>

### I gruppen som arbetat fram detta material har följande personer ingått:

Prof Kjell Hansson Mild, Arbetslivsinstitutet, Umeå och Örebro Universitet, sammankallande

Tekn Dr Ulf Berqvist, † avliden september 2001, Linköpings Universitet

Bitr prof Yngve Hamnerius, Chalmers

Prof Lennart Hardell, Örebro Regionsjukhus

Docent Mats-Olof Mattsson, Örebro Universitet

Tekn. Dr. Lars-Erik Paulsson, Statens Strålskyddsinstitut, Stockholm

Prof Claes Ramel, Stockholms universitet

Fil dr Monica Sandström, Arbetslivsinstitutet, Umeå

Svenska Nationalkommittén för radiovetenskap, SNRV, består under mandatperioden 2000 – 02 av 22 av Kungl. Vetenskapsakademien valda ledamöter samt tre av SNRV valda hedersledamöter. Ordförande är professor Staffan Ström, Kungliga Tekniska Högskolan, KTH. Sekreterare är överingenjör Carl-Henrik Walde, FMV.

Nationalkommitténs arbete sker till övervägande del av adjungerade ledamöter i SNRV:s tio sektioner. Sektionsordföranden, i två fall även vice ordföranden, är svenska officials inom International Union of Radio Science, URSI.

## SVENSKA NATIONALKOMMITTÉN FÖR RADIOVETENSKAP



**KUNGL.  
VETENSKAPSAKADEMIEN**  
THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES