

VAD ÄR ELEKTROMAGNETISKA FÄLT?

Definitioner och källor

Naturliga källor

Mänskligt framställda källor

Grundläggande fakta om våglängd och frekvens

Elektromagnetiska fält vid låga frekvenser

Elektromagnetiska fält vid höga frekvenser

Nyckelpunkter

Definitioner och källor

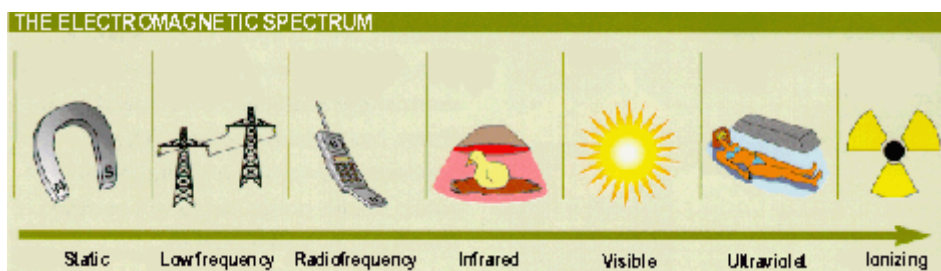
Elektriska fält uppstår genom skillnader i spänning: högre spänning och kortare avstånd ger högre fält. **Magnetiska fält** skapas av elektrisk ström: större ström ger högre magnetfält. Ett elektriskt fält kan finnas utan att någon ström flyter. Om ström flyter kommer magnetfältets styrka att variera med effektförbrukningen medan det elektriska fältet kommer att vara konstant.

Naturliga källor

Elektromagnetiska fält finns överallt i vår omgivning, men är osynliga för det mänskliga ögat. Elektriska fält alstras av det lokala uppbyggandet av elektriska laddningar i atmosfären som associeras med åskväder. Jordens magnetiska fält får en kompassnål att peka i en nord-sydlig riktning och används av fåglar och fiskar för navigering.

Mänskligt framställda källor

Förutom de naturliga källorna innehåller även det elektromagnetiska spektrat fält som genererats av mänskligt framställda källor: röntgenstrålar används för att diagnostisera ett brutet ben efter en idrottsolycka. Elektriciteten som kommer ut ur varje eluttag har tillhörande lågfrekventa elektromagnetiska fält. Dessutom används olika typer av radiovågor med högre frekvens för att sända information – antingen via TV-antennor, radiostationer eller basstationer för mobiltelefoner.



Grundläggande fakta om våglängd och frekvens

Vad är det som gör att de olika typerna av elektromagnetiska fält är så olika?

De kännetecknande egenskaperna som definierar typen av fält är dess våglängd och frekvens. Dessa två aspekter är nära relaterade till varandra och ansvariga för de olika egenskaperna hos elektromagnetiska fält. Fält med olika frekvenser påverkar kroppen på olika sätt.

Man kan föreställa sig elektromagnetiska fält som en serie av väldigt regelbundna vågor, som rör sig med en enorm hastighet – ljusets hastighet. Frekvensen beskriver helt enkelt antalet svängningar eller cykler per sekund, medan termen våglängd beskriver avståndet mellan en våg och nästa. Våglängd och frekvens är alltså oskiljaktigt förenade: ju högre frekvens desto kortare våglängd.

En enkel jämförelse kan hjälpa till att illustrera begreppet: Knyt fast ett långt rep i ett dörrhandtag och ta tag i den lösa änden. Om man sakta rör den upp och sedan ner bildas en enda stor våg. En snabbare rörelse bildar en hel serie små vågor. Repets längd är hela tiden densamma, vilket resulterar i att ju fler vågor man bildar (högre frekvens) desto mindre blir avståndet mellan dem (kortare våglängd).

Vad är skillnaden mellan icke-joniserande elektromagnetiska fält och joniserande strålning?

Våglängd och frekvens avgör en annan viktig egenskap hos elektromagnetiska fält: Elektromagnetiska vågor bärs upp av partiklar som kallas kvanta. Kvantar hos vågor med högre frekvens (kortare våglängd) bär mer energi än fält med lägre frekvens (längre våglängd). En del elektromagnetiska vågor bär så mycket energi per kvantum att de har förmågan att bryta föreningar mellan molekyler. I det elektromagnetiska spektrat har gammastrålar från radioaktivt material, kosmiska strålar och röntgenstrålar denna egenskap och kallas för joniserande strålning. Fält vars kvanta är otillräckliga för att bryta molekylära föreningar kallas för icke-joniserande strålning. Mänskligt framställda källor för elektromagnetiska fält som utgör en stor del av det industrialiserade livet – elektricitet, mikrovågor och radiofrekventa fält – återfinns i den änden av det elektromagnetiska spektrat där våglängden är relativt lång och frekvensen låg, och deras kvanta är oförmögna att bryta kemiska föreningar.

Elektromagnetiska fält vid låga frekvenser

Elektriska fält finns överallt där en positiv eller negativ elektrisk laddning finns. De utövar krafter på andra laddningar inom fältet. Styrkan hos det elektriska fältet mäts i volt per meter (V/m). Alla spänningssatta elektriska ledningar ger ett tillhörande elektriskt fält. Detta fält existerar även då strömmen inte ligger på. Ju högre spänningen är, desto starkare blir det elektriska fältet vid ett givet avstånd från ledningen.

Elektriska fält är starkast i närheten av en laddning eller en laddad ledare och deras styrka avtar snabbt i takt med att avståndet ökar. Ledare, som t.ex. metall, skyddar väldigt effektivt mot dem. Andra material, som byggnadsmaterial och träd, har därför en viss skyddsförmåga.

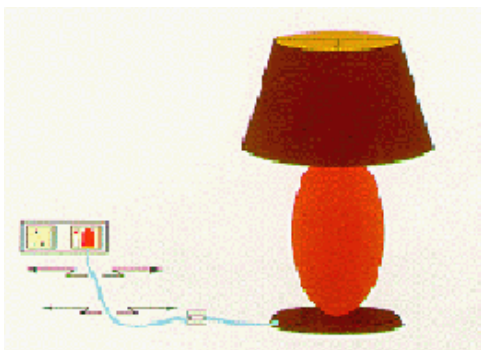
De elektriska fälten från kraftledningar utanför husen minskas därför av väggar, byggnader och träd. När kraftledningar grävs ned i marken är de elektriska fälten vid ytan knappt märkbara.

Magnetiska fält uppstår från rörelsen hos elektriska laddningar. Styrkan hos det magnetiska fältet mäts i ampere per meter, men inom EMF forskningen är det mer vanligt att man anger en relaterad kvantitet, flödestätheten, (i mikrotesla, μT) istället. Till skillnad från elektriska fält produceras endast magnetiska fält först då apparaten är påslagen och ström går i ledaren. Ju högre strömstyrkan är, desto kraftigare blir styrkan hos det magnetiska fältet.

Precis som med elektriska fält så är magnetiska fält starkast i närheten av källan och minskar snabbt vid längre avstånd från källan. Magnetiska fält blockeras inte av vanliga material, som t.ex. byggnaders väggar.

Elektriska fält	Magnetiska fält
<ol style="list-style-type: none"> 1. Elektriska fält uppstår från spänning. 2. Deras styrka mäts i volt per meter (V/m). 3. Ett elektriskt fält kan existera även då en apparat är avstängd. 4. Fältets styrka minskar i takt med avståndet från källan. 5. De flesta byggnadsmaterial skyddar till viss del mot elektriska fält. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Magnetiska fält uppkommer genom att strömmen ligger på. 2. Deras styrka mäts i ampere per meter. EMF- forskare använder vanligtvis ett relaterat mått, flödestäthet, (i mikrotesla (μT) eller millitesla (mT) istället. 3. Magnetiska fält existerar så snart en apparat är påslagen och ström går i ledaren. 4. Fältets styrka minskar i takt med avståndet från källan. 5. Magnetiska fält förminskas inte av de flesta material

Elektriska fält



Då man stoppar i en kontakt i ett uttag skapas elektriska fält i luften som omger apparaten. Ju högre spänningen är desto starkare är fältet som skapas. Eftersom spänningen kan finnas där även då strömmen inte ligger på, behöver inte apparaten vara påslagen för att ett elektriskt fält ska existera i det omgivande rummet.

(Med vänlig tillåtelse av National Radiological Protection Board, United Kingdom)

Magnetiska fält

Magnetiska fält skapas endast då det går ström i ledaren. Magnetiska fält och elektriska fält existerar då tillsammans i rumsmiljön. Ju större strömstyrka desto starkare är det magnetiska fältet. Hög spänning används för överföring och distribution av elektricitet, medan relativt låg spänning används i hemmen. Spänningen som används i anläggningar för kraftöverföring varierar lite från dag till dag, medan strömmen i överföringsledningarna varierar med elkonsumtionen.



(Med vänlig tillåtelse av National Radiological Protection Board, United Kingdom)



Elektriska fält runtomkring sladden till en apparat försvinner först då kontakten tas ur eller om spänningen bryts i vägguttaget. De finns fortfarande kvar runt kabeln bakom väggen.

(Med vänlig tillåtelse av National Radiological Protection Board, United Kingdom)

Hur skiljer sig statiska fält från tidsvarierande fält?

Ett statiskt fält varierar inte med tiden. Likström (DC) är elektrisk ström som endast rör sig i en riktning, som i ett batteri. I batteridrivna apparater rör sig strömmen från batteriet till apparaten och sedan tillbaka till batteriet. Detta skapar ett statiskt magnetiskt fält. Jordens magnetiska fält är också ett statiskt fält. Det magnetiska fältet runt en stavmagnet kan åskådliggöras genom att man observerar mönstret som bildas då järnspån strös runtomkring den.

Tidsvarierande elektromagnetiska fält, å andra sidan, skapas av växelström (AC). Växelström ändrar riktning vid jämna intervaller. I de flesta europeiska länder ändrar elektriciteten riktning med en frekvens av 50 cykler per sekund eller 50 Hertz. Likaså ändrar det tillhörande elektromagnetiska fältet sin orientering 50 gånger varje sekund. Elektriciteten i Nordamerika har en frekvens på 60 Hertz.

Vilka är de huvudsakliga källorna till låg-, medel- och högfrekventa fält?

De tidsvarierande elektromagnetiska fälten som alstras av elektriska apparater är ett exempel på **extremt lågfrekventa (ELF) fält** med frekvenser på upp till 300 Hz. Annan teknologisk utrustning alstrar **fält med intermediära frekvenser (IF)** på mellan 300 Hz och 10 MHz och **radiofrekventa (RF) fält** med frekvenser på 10 MHz upp till 300 GHz. Effekterna av elektromagnetiska fält på människokroppen beror inte bara på fältets nivå, utan också på dess frekvens och kraft. Vår elenergitillförsel och alla apparater som använder elektricitet är de huvudsakliga källorna till ELF-fält; dataskärmar, stölskyddsutrustning och säkerhetssystem är de huvudsakliga källorna till IF-fält; och radio, TV, radar- och mobiltelefonantennor samt mikrovågsugnar är de huvudsakliga källorna till RF-fält. Dessa fält inducerar ström i människokroppen, vilken om den är tillräcklig kan framkalla en rad olika effekter, som t.ex. upphettning och elektriska stötar, beroende på svängningsvidd och frekvensområde. (För att producera sådana effekter skulle fälten utanför kroppen dock vara tvungna att vara väldigt starka - betydligt starkare än de som normalt finns i omgivningen.)

Elektromagnetiska fält med höga frekvenser

Mobiltelefoner, TV- och radiosändare och radar ger upphov till RF-fält. Dessa fält används för att sända information över långa avstånd och bildar basen för telekommunikationer och TV- och radiosändningar över hela världen. **Mikrovågor** är RF-fält med höga frekvenser. I mikrovågsugnar använder vi dem för att snabbt värma upp mat.

Vid radiofrekvenser har elektriska och magnetiska fält ett nära inbördes förhållande till varandra och vi mäter vanligtvis deras nivåer som effekttäthet i watt per kvadratmeter (W/m^2).

Nyckelpunkter:

1. Det elektromagnetiska spektrat innehåller både naturliga och mänskligt framställda källor till elektromagnetiska fält.
2. Frekvens och våglängd karakteriserar typen av elektromagnetiskt fält. I en elektromagnetisk våg är dessa två egenskaper direkt relaterade till varandra: Ju högre frekvens desto kortare våglängd.
3. Joniserande strålning, som t.ex. röntgenstrålar och gammastrålar, består av fotoner som bär tillräckligt med energi för att kunna bryta molekylära föreningar. Fotoner i elektromagnetiska vågor vid kraft- och radiofrekvenser har mycket lägre energi som inte har denna möjlighet.
4. Elektriska fält existerar alltid då en laddning finns och mäts i volt per meter (V/m). Magnetiska fält uppstår från strömflödet. Deras flödesdensiteter mäts i mikrottesla (μT) eller millitesla (mT).
5. Vid radio- eller mikrovågsfrekvenser betraktas elektriska och magnetiska fält tillsammans som de två beståndsdelarna i en elektromagnetisk våg. Effekttätheten, mätt i watt per kvadratmeter (W/m^2), beskriver intensiteten hos dessa fält.
6. Lågfrekventa och högfrekventa elektromagnetiska vågor påverkar människokroppen på olika sätt.
7. Tillförseln av elektrisk energi och elektriska apparater är de mest vanliga källorna till lågfrekventa elektriska och magnetiska fält i vår levnadsmiljö. Vardagliga källor till radiofrekventa elektromagnetiska fält är telekommunikationer, sändningsantennor för radio och TV, samt mikrovågsugnar.

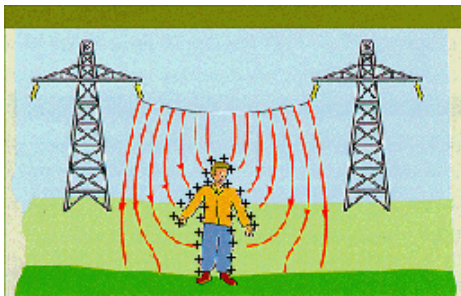
SAMMANFATTNING AV HÄLSOEFFEKTER

Exponering för elektromagnetiska fält är inte ett nytt fenomen. Under 1900-talet har dock exponeringen för mänskligt framställda elektromagnetiska fält i omgivningen ökat stadigt, eftersom en växande efterfrågan på elektricitet, ständigt framåtskridande teknologi och förändringar i socialt beteende har skapat fler och fler konstgjorda källor. Var och en utsätts vi för en sammansatt blandning av svaga elektriska och magnetiska fält, både i hemmet och på jobbet, från framställningen och överföringen av elektricitet, hushållsapparater och industriutrustning, till telekommunikationer och TV- och radiosändningar.

Vad händer när man exponeras för elektromagnetiska fält?
Biologiska effekter eller hälsoeffekter? Vad är en hälsofara?
Utbredd oro för hälsan
International EMF Project
Nyckelpunkter

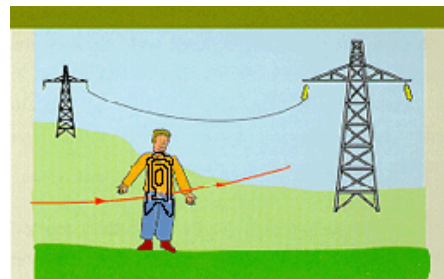
Vad händer när man exponeras för elektromagnetiska fält?

När **elektriska fält** inverkar på ledande material påverkar de distributionen av elektriska laddningar på deras yta. Det finns väldigt små elektriska strömningar i människokroppen på grund av de kemiska reaktioner som uppstår som en del av de normala kroppsfunctionerna, även i frånvaro av yttre elektriska fält. Till exempel så skickar nerverna signaler vidare genom att sända ut elektriska impulser. De flesta biokemiska reaktioner, från matsmältningen till hjärnaktiviteten, följer med omarrangeringen av laddade partiklar. Även hjärtat är elektriskt aktivt – en aktivitet som din läkare kan följa med hjälp av ett elektrokardiogram.



Lågfrekventa elektriska fält påverkar människokroppen precis på samma sätt som de påverkar alla andra material som består av laddade partiklar. De ger upphov till att ström går genom kroppen och ner i marken.

Lågfrekventa magnetiska fält inducerar cirkulerande ström i människokroppen. Styrkan hos denna ström beror på intensiteten hos det magnetiska fältet utanför. Om det är tillräckligt stort skulle denna ström kunna leda till stimulation av nerver och muskler eller påverka andra biologiska processer.



Både elektriska och magnetiska fält inducerar spänning och ström i kroppen, men även rakt under en högspänningsledning är den inducerade strömmen väldigt liten jämfört med gränserna för framkallandet av stötar och andra elektriska effekter.

Upphettning är den huvudsakliga biologiska effekten av de elektromagnetiska fälten hos radiofrekventa fält. I mikrovågsugnar nyttjar man detta faktum för att värma upp mat. De nivåer av radiofrekventa fält som människor normalt utsätts för är väldigt mycket lägre än vad som krävs för att alstra någon signifikant upphettning. Upphettningseffekten hos radiovågor bildar den bakomliggande grunden för nuvarande riktlinjer. Forskare undersöker också möjligheten att effekter kan förekomma under gränsnivåerna för kroppsupphettning, som ett resultat av långvarig exponering. Hittills har inga negativa effekter från långvarig exponering för låga nivåer av radiofrekventa eller kraftfrekventa fält bekräftats, men forskare fortsätter aktivt att studera detta område.

Biologiska effekter eller hälsoeffekter? Vad är en hälsofara?

Biologiska effekter är mätbara reaktioner på ett stimulus eller en förändring i omgivningen. Dessa förändringar är inte nödvändigtvis skadliga för din hälsa. Att till exempel lyssna på musik, läsa en bok, äta ett äpple eller spela tennis, framkallar en rad olika biologiska effekter. Trots det förväntas inga av dessa aktiviteter orsaka några hälsoeffekter. Kroppen har sofistikerade mekanismer för att anpassa sig till alla mångskiftande influenser som vi kommer i kontakt med i vår omgivning. Ständig förändring utgör en normal del av våra liv. Men kroppen har naturligtvis inte tillräckligt med kompensationsmekanismer för alla biologiska effekter. Förändringar som är oåterkalleliga och belastar systemet under långa perioder kan utgöra en hälsofara.

En negativ hälsoeffekt orsakar en påvisbar försämring av hälsan hos den utsatta individen eller hos hans eller hennes avkomma. En biologisk effekt, å andra sidan, kan resultera i en negativ hälsoeffekt, men inte nödvändigtvis.

Det ifrågasätts inte att elektromagnetiska fält ovanför vissa nivåer kan utlösa biologiska effekter.

Experiment med friska frivilliga försökspersoner visar på att kortvarig exponering vid de nivåer som finns i omgivningen eller i hemmet inte orsakar några märkbara skadliga effekter. Exponering för högre nivåer som kan vara skadliga begränsas av nationella och internationella riktlinjer. Den nuvarande debatten är fokuserad på huruvida långvarig exponering för låga nivåer kan framkalla biologiska reaktioner och påverka människors välbefinnande.

Utbredd oro för hälsan

En titt på nyhetsrubrikerna de senaste åren ger en viss insyn i de områden som allmänheten är orolig för. Under det senaste decenniet har många källor till elektromagnetiska fält hamnat i fokus för denna oro för hälsan, inklusive kraftledning, mikrovågsugnar, data- och TV-skärmar, säkerhetsutrustning, radar och nu senast mobiltelefoner och deras basstationer.



International EMF Project

För att bemöta allmänhetens växande oro för möjliga hälsoeffekter från exponeringen för det ständigt ökande antalet och den ökande mångfalden av källor till elektromagnetiska fält, startade Världshälsoorganisationen (WHO) 1996 en stor satsning på mångdisciplinär forskning. International (EMF) Project för samman aktuell kunskap och tillgängliga resurser från väsentliga internationella och nationella instanser och vetenskapliga institutioner.

Slutsatser från vetenskaplig forskning

Inom ämnesområdet biologiska effekter och medicinska tillämpningar av icke-joniserande strålning har kanske 25 000 artiklar publicerats under de senaste 30 åren. Trots känslan hos en del människor att mer forskning måste genomföras är den vetenskapliga kunskapen inom detta område mer omfattande än kunskapen om de flesta kemikalier. Baserat på en ingående granskning av den vetenskapliga litteraturen som nyligen genomförts, drog WHO slutsatsen att nuvarande bevis inte bekräftar att det finns några hälsokonsekvenser av exponering för låga nivåer av elektromagnetiska fält. Det finns dock vissa kunskapsluckor angående biologiska effekter och dessa kräver vidare forskning.

Effekter på allmänheten

En del privatpersoner har tillskrivit en diffus samling symtom till låga nivåer av exponering för elektromagnetiska fält i hemmet. De symtom man rapporterat är bl.a. huvudvärk, ångest, självmord och depression, illamående, trötthet och förlorad sexualdrift. Hittills stödjer inte vetenskapliga bevis ett samband mellan dessa symtom och exponering för elektromagnetiska fält. Åtminstone en del av dessa hälsoproblem kan orsakas av oljud eller andra faktorer i omgivningen, eller genom oro som är relaterad till förekomsten av ny teknologi.

Effekter på graviditetsresultat

Många olika källor till och typer av exponering för elektromagnetiska fält i levnads- och arbetsmiljön, inklusive dataskärmar, vattensängar, elektriska filter, radiofrekventa svetsmaskiner, diatermi-utrustning och radar har utvärderats av WHO och andra organisationer. Den totala vikten av bevisen visar på att exponering för fält vid nivåer som är typiska för vår omgivning inte ökar risken för en negativ utgång, som t.ex. missfall, missbildningar, låg födelsevikt och medfödda sjukdomar. Det har förekommit enstaka rapporter om ett samband mellan hälsoproblem och förmodad exponering för elektromagnetiska fält, som t.ex. rapporter om tidiga födselar och låg födelsevikt hos barn till arbetare inom elektronikindustrin, men det vetenskapliga samfundet har inte ansett att dessa nödvändigtvis har orsakats av fältexponering (till skillnad från faktorer som t.ex. exponering för lösningsmedel.)

Grå starr

Allmän ögonirritation och grå starr har ibland rapporterats bland arbetare som utsätts för höga nivåer av radiofrekvent strålning och mikrovågsstrålning, men studier på djur stödjer inte tanken att sådana typer av ögonskador kan framkallas vid nivåer som inte är temperaturmässigt farliga. Det finns inga bevis för att dessa effekter förekommer vid de nivåer som allmänheten upplever.

Elektromagnetiska fält och cancer

Trots många studier är bevisen för någon effekt fortfarande starkt omtvistade. Det står dock klart att om elektromagnetiska fält verkligen har en effekt på cancer, så är en eventuell ökning av risken extremt liten. Resultaten så här långt innehåller många fall av bristande överensstämmelse, men inga kraftiga ökning av risken för någon typ av cancer har funnits bland barn eller vuxna.

Ett antal epidemiologiska studier tyder på små ökning av risken för barnleukemi i samband med exponering för lågfrekventa magnetiska fält i hemmet. Forskarna har dock inte kommit till den allmänna slutsatsen att dessa resultat pekar på en orsak-effekt-relation mellan exponering för fälten och sjukdom (till skillnad från artefakter i studien eller effekter som inte är relaterade till fältexponering). Denna slutsats har delvis nåtts på grund av att studier på djur och i laboratorium inte lyckas demonstrera några fasta effekter, som stämmer överens med hypotesen att fält orsakar eller främjar cancer. Omfattande studier som för närvarande är igång i flera länder kan hjälpa till att lösa dessa frågor.

Elektromagnetisk överkänslighet och depression

En del personer rapporterar "överkänslighet" mot elektriska eller magnetiska fält. De undrar om allmänna krämpor, huvudvärk, depression, slöhet, sömnstörningar, och till och med kramper och epileptiska anfall skulle kunna ha ett samband med exponering för elektromagnetiska fält.

Det finns få vetenskapliga bevis som stödjer tanken om elektromagnetisk överkänslighet. Studier som nyligen genomförts i Skandinavien fann att individuella personer inte uppvisar konsekventa reaktioner under ordentligt kontrollerade förhållanden där de utsätts för elektromagnetiska fält. Det finns inte heller någon accepterad biologisk mekanism som förklarar överkänslighet. Forskning inom detta område är svårt eftersom många andra subjektiva reaktioner kan vara inblandade förutom direkta effekter från fälten i sig. Fler studier fortsätter i detta ämne.

Inriktningen för nuvarande och framtida forskning

Det läggs för närvarande ned mycket ansträngning på **studiet av elektromagnetiska fält i förhållande till cancer**. Studier som letar efter möjliga cancerogena (cancerframkallande) effekter av kraftfrekventa fält fortsätter, men dock i minskad skala jämfört med slutet av 1990-talet.

De **långsiktiga hälsoeffekterna av mobiltelefonanvändning** är ett annat ämne för mycket nuvarande forskning. Inga tydliga negativa effekter av exponering för låga nivåer av radiofrekventa fält har upptäckts. Med tanke på allmänhetens oro över mobiltelefonernas säkerhet har dock vidare forskning som mål att avgöra om mindre tydliga effekter kan uppstå vid väldigt låga exponeringsnivåer.

Nyckelpunkter:

1. En lång rad av olika influenser i vår omgivning ger upphov till biologiska effekter. "Biologisk effekt" är inte samma sak som "hälsorisk". Särskild forskning krävs för att identifiera och mäta hälsorisker.
2. Vid låga frekvenser inducerar yttre elektriska och magnetiska fält en liten mängd cirkulerande ström i kroppen. I de allra flesta vanliga miljöer är nivåerna av inducerad ström i kroppen alltför låga för att orsaka tydliga effekter.
3. Den huvudsakliga effekten av radiofrekventa elektromagnetiska fält är upphettning av kroppsvävnader.
4. Det är ingen tvekan om att kortvarig exponering för väldigt höga nivåer av elektromagnetiska fält kan vara skadligt för hälsan. Den nuvarande oron bland allmänheten är inriktad på möjliga långsiktiga hälsoeffekter orsakade av exponering för elektromagnetiska fält på nivåer under de som krävs för att utlösa akuta biologiska effekter.
5. WHO:s International EMF Project lanserades för att tillhandahålla vetenskapligt grundade och objektiva svar på allmänhetens oro angående möjliga risker med låga nivåer av elektromagnetiska fält.
6. Trots omfattande forskning finns det hittills inga bevis för slutsatsen att exponering för låga nivåer av elektromagnetiska fält är skadligt för människors hälsa.
7. Internationell forskning är inriktad på att utreda möjliga samband mellan cancer och elektromagnetiska fält och främst då kraft- och radiofrekventa fält.

FRAMSTEG INOM FORSKNINGEN

Om elektromagnetiska fält utgör en hälsorisk kommer alla industrialiserade länder att påverkas. Allmänheten kräver konkreta svar på den alltmer angelägna frågan om huruvida vardagliga elektromagnetiska fält orsakar negativa hälsoeffekter. Media verkar ofta ha de definitiva svaren. Man bör dock bedöma dessa rapporter med försiktighet och ta med i beräkningen att medias främsta intresse inte är utbildning. En journalist som väljer ut och skriver om ett ämne kan vara motiverad av en rad olika icke-tekniska anledningar: journalister tävlar med varandra om tid och utrymme och olika tidskrifter och tidningar konkurrerar om antalet utgåvor. Nya sensationella rubriker som är relevanta för så många människor som möjligt hjälper dem att nå dessa mål – dåliga nyheter är inte bara de stora nyheterna, de är ofta de enda nyheter vi hör. Det stora antalet studier som tyder på att elektromagnetiska fält är ofarliga får liten eller ingen uppmärksamhet. Vetenskapen kan ännu inte erbjuda en garanti för absolut säkerhet, men forskningens utveckling är på det stora hela lugnande.

Olika studier behövs

Tolkningen av epidemiologiska studier

Svårigheter med att utesluta möjligheten för väldigt små risker

Vad händer i framtiden?

Nyckelpunkter.

Olika typer av studier behövs



En blandning av studier inom olika forskningsområden är nödvändig för utvärderingen av potentiella negativa hälsoeffekter av elektromagnetiska fält. Olika typer av studier utreder olika aspekter av problemet. **Laboratoriestudier av celler** har som mål att klarlägga de grundläggande bakomliggande mekanismerna som förbinder exponering för elektro-magnetiska fält med biologiska effekter.

De försöker identifiera mekanismer baserat på molekylära förändringar eller cellförändringar som orsakats av elektromagnetiska fält – en sådan förändring kan ge ledtrådar till hur en fysisk kraft omvandlas till en biologisk effekt i kroppen. I dessa studier tas enstaka celler eller vävnader från sin normala levnadsmiljö, vilket kan inaktivera möjliga kompensationsmekanismer.

En annan typ av studie, som innefattar **djur**, är närmare relaterad till situationer i verkliga livet. Dessa studier tillhandahåller bevis som är mer direkt relevanta för att fastställa säkra exponeringsnivåer för människor och använder sig ofta av flera olika fältnivåer för att undersöka dos-reaktion förhållanden.

Epidemiologiska studier eller **folkhälsostudier** är en annan direkt informationskälla angående långsiktiga effekter av exponering. Dessa studier undersöker orsaken till och utspridningen av sjukdomar i situationer i verkliga livet, inom samhälls- och yrkesgrupper. Forskare försöker fastställa om det finns ett statistiskt samband mellan exponering för elektromagnetiska fält och förekomsten av en viss sjukdom eller negativ hälsoeffekt. Epidemiologiska studier är dock kostsamma. Vad som är viktigare är att de innefattar mätningar på väldigt komplicerade befolknings-grupper och är svåra att kontrollera tillräckligt bra för att upptäcka små effekter. Med anledning av detta utvärderar forskarna alla relevanta bevis när de fattar beslut om potentiella hälsorisker, inklusive epidemiologiska studier, studier på djur och cellstudier.

Tolkningen av epidemiologiska studier

Enbart epidemiologiska studier kan vanligtvis inte fastställa ett tydligt orsak-och-effekt-förhållande, främst därför att de endast påvisar statistiska samband mellan exponering och sjukdom, vilka kanske kan vara orsakade av exponering, men kanske inte. Föreställ dig en hypotetisk studie som visar på ett samband mellan exponering för elektromagnetiska fält bland elektriker i företaget "X-Elektricitet" och en ökad risk för cancer. Även om ett statistiskt samband kan observeras, så kan det också bero på otillräckliga uppgifter om andra faktorer på arbetsplatsen. Elektriker kan till exempel exponeras för kemiska lösningsmedel som kan orsaka cancer. Dessutom kan ett observerat statistiskt samband bara bero på statistiska effekter, eller så kan själva studien ha haft något problem med utformningen. Sådana faktorer orsakar mest troligt problem när studien rapporterar knappt märkbara samband – vilket har varit fallet med många epidemiologiska studier gällande elektromagnetiska fält.

Att man hittar ett samband mellan en typ av agens och en viss sjukdom betyder därför inte nödvändigtvis att kraften orsakade sjukdomen. Fastställandet av orsakssammanhang kräver att en utredare tar hänsyn till många faktorer. Argumenten för ett orsaks-sammanhang stärks om

det finns ett starkt och konsekvent samband mellan exponering och effekt, ett tydligt dos-reaktion-förhållande, en trovärdig biologisk förklaring, stöd av relevanta studier på djur och, framför allt, överensstämmelse mellan studierna. Dessa faktorer har i allmänhet saknats i studier gällande elektromagnetiska fält och cancer. Detta är ett av de starkaste skälen till varför forskarna i allmänhet varit tveksamma till att dra slutsatsen att svaga elektromagnetiska fält har effekter på hälsan.

Svårigheter med att utesluta möjligheten för väldigt små risker

"Frånvaron av bevis vad gäller negativa effekter ser inte ut att vara tillräckligt i det moderna samhället. Bevis för deras frånvaro krävs istället mer och mer". (Barnabas Kunsch, Austrian Research Centre Seibersdorf)

"Det finns inga övertygande bevis för en negativ hälsoeffekt av elektromagnetiska fält" eller "Ett orsak-effekt-samband mellan elektromagnetiska fält och cancer har inte bekräftats" är typiskt för de slutsatser som man kommit fram till i expertkommittéer där man undersökt frågan. Detta får det att låta som om vetenskapen vill undvika att ge ett svar. Varför skulle forskningen då fortsätta om forskarna redan har visat att det inte finns någon effekt?

Svaret är enkelt: Studier i mänsklig hälsa är väldigt bra på att identifiera stora effekter, som t.ex. ett samband mellan rökning och cancer. Tyvärr så är de mindre kapabla att göra en skillnad mellan en liten effekt och ingen effekt alls. Om elektromagnetiska fält vid de nivåer som är typiska för vår omgivning var starkt cancerogena, skulle det ha varit lätt att bevisa det vid det här laget. Om däremot elektromagnetiska fält vid låga nivåer är svagt cancerogena, eller till och med starkt cancerogena för en liten grupp av människor i den större befolkningen, så skulle det vara betydligt svårare att demonstrera. I själva verket kan vi aldrig vara helt säkra på att det inte finns något förhållande, även om en större studie inte visar på något samband. Avsaknaden av en effekt skulle kunna betyda att det verkligen inte finns någon. Men det skulle lika gärna kunna betyda att effekten helt enkelt är omöjlig att upptäcka med vår mätningssmetod. Därför är negativa resultat i allmänhet mindre övertygande än starka positiva resultat.

Den allra svåraste situationen, vilken tyvärr har utvecklats i samband med epidemio-logiska studier gällande elektromagnetiska fält, är att ha en samling studier med svaga positiva resultat, som dock inte överensstämmer med varandra. I den situationen är det troligt att forskarna själva är oeniga om uppgifternas betydelse. Av de anledningar som förklarats ovan är dock de flesta forskare och kliniker överens om att hälsoeffekter av elektromagnetiska fält vid låga nivåer, om de överhuvudtaget existerar, troligtvis är väldigt små jämfört med andra hälsorisker som människor möter i sitt vardagliga liv.

Vad händer i framtiden?

Det huvudsakliga målet för WHO: s International EMF Project är att ta initiativet till och koordinera forskning över hela världen för att komma fram till ett välgrundat svar på allmänhetens oro. Denna utvärdering kommer att förena resultat från studier av celler, djur och folkhälsa för att tillåta en så omfattande hälsoriskbedömning som möjligt. En holistisk bedömning av en mängd relevanta och tillförlitliga studier kommer att tillhandahålla det mest tillförlitliga svaret som det är möjligt att få angående de negativa hälsoeffekterna, om några sådana existerar, av långvarig exponering för svaga elektromagnetiska fält.

Ett sätt att illustrera behovet av bevis från olika typer av experiment är en ordfläta. För att kunna läsa lösningen på ordflätan i fråga med absolut säkerhet, måste alla frågor kunna besvaras. Om man antar att man bara kan svara på tre av dessa, så kan vi kanske gissa vad lösningen är. Men de tre bokstäverna kan också utgöra en del av ett annat ord. Varje svar utöver dessa kommer att öka vår säkerhet. Faktum är att vetenskapen troligen aldrig kommer att kunna svara på alla frågor, men ju fler solida bevis vi samlar desto bättre kommer vår gissning på lösningen att bli.

Nyckelpunkter:

1. Laboratoriestudier på celler har som mål att avgöra om det finns någon mekanism enligt vilken exponering för elektromagnetiska fält skulle kunna orsaka skadliga biologiska effekter. Studier på djur är nödvändiga för att fastställa effekter hos högre utvecklade organismer vars fysiologi till viss del liknar människans. Epidemiologiska studier letar efter statistiska samband mellan fältexponering och förekomsten av specifika negativa hälsoresultat hos människor.
2. Att hitta ett statistiskt samband mellan ett visst agens och en viss sjukdom betyder inte att kraften orsakade sjukdomen.
3. Frånvaron av hälsoeffekter skulle kunna betyda att det verkligen inte finns några, men det kan dock också betyda att en existerande effekt inte kan upptäckas med nuvarande metoder.
4. Resultat från diverse studier (cell-, djur- och epidemiologiska studier) måste övervägas tillsammans innan man drar slutsatser om möjliga hälsorisker från en misstänkt miljöfara. Överensstämmande bevis från de här väldigt olika typerna av studier ökar graden av säkerhet om en verklig effekt.

VANLIGA EXPONERINGSNIVÅER I HEMMET OCH I OMGIVNINGEN

Elektromagnetiska fält i hemmet

Elektromagnetiska fält i omgivningen

Magnetiska fält i vardagslivet – är de verkligen så höga?

Nyckelpunkter

Elektromagnetiska fält i hemmet

Bakgrundsnivån för elektromagnetiska fält från anläggningar för överföring och distribution av elektricitet

Elektricitet överförs över långa avstånd via högspänningsledningar. Transformatorer reducerar denna höga spänning för lokal distribution till hem och företag. Anläggningar för överföring och distribution av elektricitet samt ledningsnät och utrustning i hemmet är förklaringen till bakgrundsnivån för kraftfrekventa elektriska och magnetiska fält i hemmet. I hem som inte ligger i närheten av kraftledningar kan detta bakgrundsfält vara upp till omkring $0,2 \mu\text{T}$. Rakt nedanför kraftledningar är fälten mycket starkare. Den magnetiska flödestätheten vid marknivån kan sträcka sig upp till flera μT . Nivåerna för elektriska fält nedanför kraftledningar kan vara så höga som 10 kV/m . Fälten (både de elektriska och de magnetiska) avtar dock med avståndet från ledningarna. På 50 till 100 meters avstånd är fälten normalt på de nivåer som man hittar i områden där det inte finns högspänningsledningar. Dessutom reducerar husväggarna kraftigt nivåerna för elektriska fält jämfört med de nivåer man hittar på liknande platser utanför huset.



Elektrisk utrustning i hushållet

De starkaste kraftfrekventa elektriska fälten som man vanligtvis hittar i omgivningen finns under högspänningsledningar. De starkaste kraftfrekventa magnetiska fälten hittas däremot normalt sett väldigt nära motorer eller annan elektrisk utrustning, samt i specialiserad utrustning som t.ex. magnetkamera för medicinska bilder.

Typisk styrka hos elektriska fält uppmätta i närheten av hushållsutrustning (på ett avstånd av 30 cm) (Från: Federal Office for Radiation Safety, Tyskland 1999)

Typ av elektrisk utrustning	Styrkan hos det elektriska fältet (V/m)
Stereomottagare	180
Strykjärn	120
Kylskåp	120
Mixer	100
Brödrost	80
Hårtork	80
Färg-TV	60
Kaffebyggare	60
Dammsugare	50
Elektrisk ugn	8
Glödlampa	5
Gränsvärde för riktlinjer	5000

Många människor blir förvånade då de blir medvetna om mängden av magnetiska fält som finns i närheten av olika sorters utrustning. Styrkan på fältet beror inte på hur stor, komplicerad, kraftfull eller högljudd utrustningen är. Vidare kan styrkan hos det magnetiska fältet variera mycket, även mellan uppenbarligen likartade apparater. Till exempel så omges en del hårtorkar av ett väldigt kraftigt fält, medan det finns andra som knappt ger upphov till något magnetiskt fält överhuvudtaget. Dessa skillnader vad gäller styrkan hos magnetiska fält är relaterade till produktdesign. Den följande tabellen visar typiska värden för ett antal elektriska apparater som är vanliga i hemmen och på arbetsplatser. Mätningarna utfördes i Tyskland och alla apparaterna går på elektricitet vid en frekvens av 50 Hz. Det bör påpekas att de faktiska exponeringsnivåerna varierar avsevärt beroende på apparatens modell och avståndet från den.

Typisk styrka på magnetiska fält hos hushållsutrustning vid olika avstånd

Elektrisk utrustning	3 cm avstånd (μT)	30 cm avstånd (μT)	1 m avstånd (μT)
Hårtork	6 – 2000	0,01 - 7	0,01 – 0,03
Elektrisk rakapparat	15 – 1500	0,08 - 9	0,01 – 0,03
Dammsugare	200 – 800	2 - 20	0,13 – 2
Fluorescerande ljus	40 – 400	0,5 - 2	0,02 – 0,25
Mikrovågsugn	73 – 200	4 - 8	0,25 – 0,6
Bärbar radio	16 – 56	1	<0,01
Elektrisk ugn	1 – 50	0,15 – 0,5	0,01 – 0,04
Tvättmaskin	0,8 – 50	0,15 - 3	0,01 – 0,15
Strykjärn	8 – 30	0,12 – 0,3	0,01 – 0,03
Diskmaskin	3,5 – 20	0,6 - 3	0,07 – 0,3
Dator	0,5 – 30	<0,01	
Kylskåp	0,5 – 1,7	0,01 – 0,25	<0,01
Färg-TV	2,5 – 50	0,04-2	0,01 – 0,15
Med de flesta hushållsapparater är styrkan på det magnetiska fältet på ett avstånd av 30 cm klart nedanför riktlinjesgränsen för allmänheten vilken är 100 μT .			

Det normala användningsavståndet anges i fet stil. Federal Office for Radiation Safety, Tyskland 1999.

Tabellen illustrerar två huvudsakliga punkter: För det första så minskar det magnetiska fältets styrka runt alla apparater snabbt ju längre bort från dem man kommer. För det andra så används inte de flesta hushållsapparater väldigt nära kroppen. På ett avstånd av 30 cm är de magnetiska fälten som omger de flesta hushållsapparater mer än 100 gånger lägre än den givna riktlinjesgränsen på 100 μT vid 50 Hz (83 μT vid 60 Hz) för allmänheten.

TV-apparater och dataskärmar



Dataskärmar och TV-apparater fungerar enligt liknande principer. Båda producerar statiska elektriska fält och växlande elektriska och magnetiska fält vid olika frekvenser. Skärmar med displayer av flytande kristall som används i en del bärbara datorer och skrivbordsenheter ger dock inte upphov till några betydande elektriska och magnetiska fält. Moderna datorer har ledande skärmar som reducerar det statiska fältet från skärmen till en nivå liknande den hos den normala bakgrunden i hemmet eller på arbetsplatsen.

Vid den position som användare har (30 till 50 cm från skärmen) är växlande magnetiska fält vanligen under $0,7 \mu\text{T}$ i flödesdensitet (vid kraftfrekvenser). Styrkorna för växlande elektriska fält vid användarpositionen varierar från under 1 V/m upp till 10 V/m.

Mikrovågsugnar

Mikrovågsugnar i hemmet arbetar vid väldigt höga energinivåer. Effektiva skydd minskar dock läckaget utanför ugnen till i det närmaste omärkbara nivåer. Mikrovågsläckage minskar dessutom snabbt med det ökande avståndet från ugnen. Många länder har tillverkningsstandarder som anger den maximala nivån av läckage från nya ugnar. En ugn som uppfyller tillverkningsstandarderna utgör inte någon fara för konsumenten.

Bärbara telefoner

Bärbara telefoner verkar vid mycket lägre intensiteter än mobiltelefoner. Anledningen till detta är att de används väldigt nära basstationen i hemmet och behöver därför inte starka fält för att kunna sända över långa avstånd. Som ett resultat av detta är de radiofrekventa fälten som omger dessa apparater obetydliga.

Elektromagnetiska fält i omgivningen

Radar

Radarsystem används på flygplatser för navigering, av väderstationer, militären och för ett antal andra funktioner. De sänder ut pulserande mikrovågssignaler. Den högsta kraften i pulsen kan vara hög, även om den genomsnittliga kraften är låg. Många radarsystem roterar eller rör sig upp och ner. Detta reducerar den genomsnittliga energidensiteten som allmänheten utsätts för i närheten av radarsystemen. Även icke-roterande radarsystem med hög energi begränsar exponeringen till en nivå under de som anges i riktlinjerna på platser dit allmänheten har tillträde.

Säkerhetssystem

Stöldskyddssystem i affärer använder brickor som upptäcks av elektriska spolar (stöldbågar) vid utgångarna. Då ett köp genomförs tar man bort brickorna eller inaktiverar dem permanent. De elektromagnetiska fälten från spolarna överstiger i allmänhet inte riktlinjesnivåerna för exponering. Passersystem fungerar på samma sätt med brickan inbyggd i en nyckelring eller

ID-kort. Bibliotekens säkerhetssystem använder brickor som kan avaktiveras då en bok lånas ut och återaktiveras när den lämnas tillbaka. Metalldetektorer och säkerhetssystem på flygplatser framkallar ett starkt magnetiskt fält på upp till $100 \mu\text{T}$, vilket störs i närvaron av ett metallobjekt. Nära detektorns ram kan styrkan på det magnetiska fältet närma sig och ibland överstiga riktlinjesnivåerna. Detta utgör dock inte en hälsofara, vilket diskuteras i avsnittet om riktlinjer. (LÄNK: Är exponering ovanför riktlinjerna skadlig?)

Elektriska tåg och spårvagnar

Långdistanståg har ett eller flera lok som är skilda från passagerarvagnarna. Passagerarnas exponering kommer därför främst från eltilförseln till tåget. Magnetiska fält i passagerarvagnarna på långdistanståg kan vara flera hundra μT nära golvet, med lägre värden (totalt μT) på övriga ställen i kupén. Styrkorna hos elektriska fält kan nå upp till 300 V/m . Människor som bor i närheten av järnvägsspår kan komma i kontakt med magnetiska fält från de luftburna ledningarna för eltilförsel, vilket beroende på land kan vara jämförbart med de fält som uppkommer från högspänningsledningarna.

Motorer och dragutrustning på tåg och spårvagnar är normalt placerade under golvet till passagerarvagnarna. Vid golvet kan intensiteten hos magnetiska fält uppgå till totalt μT på de områden av golvet som ligger ovanför motorn. Fälten avtar snabbt med avståndet från golvet och exponeringen som passagerarnas överkroppar utsätts för är mycket lägre.



Riktlinjesnivåerna överskrids inte under en resa med spårvagn eller tunnelbana.



Den magnetiska flödesdensiteten nära golvet i passagerarvagnar på långdistanståg kan vara upp till $50 \mu\text{T}$. Flödesdensiteten avtar väldigt snabbt med avståndet ovanför golvet.

Tv och radio



När du väljer en radiostation på stereon hemma, har du någonsin undrat vad de bekanta förkortningarna AM och FM står för? Radiosignaler beskrivs som antingen amplitud-modulerade (AM) eller frekvensmodulerade (FM), beroende på hur de förmedlar information. AM signaler kan användas för att sända över väldigt långa avstånd, medan FM vågor täcker mer begränsade områden, men kan ge bättre ljudkvalitet.

AM-sigener skickas ut via stora grupper av antenner, vilka kan vara tiotals meter höga, på platser som är förbjudet område för allmänheten. Exponeringen kan vara hög väldigt nära antenner och matarkablar, men denna skulle påverka underhållsarbetare snarare än allmänheten.

TV- och FM-radioantennerna är mycket mindre än AM-radioantennerna och är monterade i grupper i toppen av höga torn. Tornen själva fungerar endast som stödkonstruktioner. Eftersom exponeringen nära foten av dessa torn ligger under riktlinjesgränserna är det möjligt för allmänheten att ha tillgång till dessa områden. Små lokala TV- och radioantennerna är ibland monterade överst på byggnader. Om detta är fallet kan det vara nödvändigt att kontrollera tillträdet till taket.

Mobiltelefoner och deras basstationer

Mobiltelefoner gör det möjligt för människor att vara kontaktbara vid alla tider. Dessa radiovågsapparater med låg energi skickar ut och tar emot signaler från ett nätverk av fixerade basstationer med låg energi. Varje basstation erbjuder täckning för ett visst område. Beroende på antalet samtal som tas om hand kan basstationer ligga bara ett fåtal hundra meter från varandra i större städer till flera kilometer från varandra i glesbygdsområden.

Basstationer för mobiltelefoner är vanligtvis monterade överst på byggnader eller på torn på höjder mellan 15 och 50 meter. Sändningsnivåerna från en viss basstation varierar och beror på antalet samtal och avståndet mellan den som ringer och basstationen. Antennerna ger ifrån sig en väldigt smal stråle av radiovågor, som sprider ut sig nästan parallellt med marken. Därför är radiofrekventa fält vid marknivån och i områden dit allmänheten har tillträde många gånger under de nivåer som kan vara skadliga. Riktlinjerna skulle endast överträdas om en person skulle gå fram till ett område inom en meter eller två direkt framför antennerna. Innan mobiltelefoner allmänt började användas blev allmänheten huvudsakligen exponerad för radiofrekventa utströmningar från radio- och TV-stationer. Även idag bidrar själva telefon-tornen lite till vår totala exponering, eftersom signalstyrkorna på platser dit allmänheten har tillgång normalt är desamma som eller lägre än de som kommer från avlägsna radio- och TV-stationer.



Mobiltelefonanvändaren exponeras däremot för radiofrekventa fält som är mycket högre än de som finns i den allmänna omgivningen. **Mobiltelefoner** används väldigt nära huvudet. Därför måste fördelningen av absorberad energi i huvudet på användaren fastställas, snarare än att se på upphettningseffekten över hela kroppen. Utifrån sofistikerade datamodeller och mätningar där man använt sig av modeller av huvuden verkar det som att energin som absorberas från en mobiltelefon inte är högre än de nuvarande riktlinjerna.

Att klia sig i huvudet med en mobiltelefonantenn medan man är upptagen med ett samtal ökar dock mängden av radiofrekvent energi som absorberas i huvudet och minskar mängden som når basstationen. Som ett resultat av detta säger basstationen till telefonen att öka uteffekten för att kompensera för bristen, och därför absorberas mer energi i huvudet till dess

kliandet upphör. Även under dessa förhållanden är dock temperaturökningen i huvudet obetydlig och jämförbar med de normala växlingarna i kroppstemperatur som sker dagligen.

Oro har också väckts över andra så kallade icke-termala (icke värmerelaterade) effekter som uppstår från exponeringen för mobiltelefonfrekvenser. Dessa innefattar antydningar om subtila effekter på celler som skulle kunna påverka utvecklingen av cancer. Man har även haft hypoteser om effekter på elektroniskt retbara vävnader som kan påverka funktionen hos hjärnan och nervvävnader. De samlade bevisen som hittills finns tillgängliga tyder dock inte på att användningen av mobiltelefoner har några negativa effekter på människors hälsa.

Magnetiska fält i vardagslivet – är de verkligen så höga?

På senare år har statliga myndigheter i olika länder utfört en mängd mätningar för att utforska nivåerna för elektromagnetiska fält i levnadsmiljön. Ingen av dessa granskningar har kommit fram till att fältnivåerna skulle kunna ge upphov till negativa hälsoeffekter.

Federal Office for Radiation Safety i Tyskland mätte nyligen den dagliga exponeringen för magnetiska fält hos omkring 2000 personer över en mängd olika yrken och olika typer av allmän exponering. Alla utrustades med personliga dosmätare under 24 timmar. Den uppmätta exponeringen varierade kraftigt, men gav en genomsnittlig daglig exponering på 0,10 μT . Detta värde är tusen gånger lägre än standardgränsen på 100 μT för allmänheten och 200 gånger lägre än exponeringsgränsen på 500 μT för arbetare. Exponeringen bland människor som bor mitt i städer visade dessutom att det inte finns några drastiska skillnader i exponering mellan livet i glesbygdsområden och livet i storstäder. Exponeringen hos människor som bor i närheten av högspänningsledningar skiljer sig även den väldigt lite från den genomsnittliga exponeringen bland befolkningen.

Nyckelpunkter:

1. Nivåerna av bakomliggande elektromagnetiska fält i hemmet orsakas i huvudsak av anläggningarna för överföring och distribution av elektricitet eller av elektrisk utrustning.
2. Elektriska apparater skiljer sig åt markant vad gäller styrkan på fälten som de bildar. Fältnivåerna för både elektriska och magnetiska fält minskar snabbt med avståndet från apparaterna. I vilket fall som helst är fälten som omger hushållsapparater nästan alltid långt nedanför riktlinjesgränserna.
3. I den position som användaren befinner sig i är de elektriska och magnetiska fälten från TV-apparater och dataskärmar hundratusentals gånger lägre än riktlinjesnivåerna.
4. Mikrovågsugnar som uppfyller standardkraven är inte farliga för hälsan.
5. Så länge man begränsar allmänhetens tillträde nära radarutrustning, sändningsantennor och basstationer för mobiltelefoner överskrids inte riktlinjesgränserna för exponering för radiofrekventa fält.
6. Mobiltelefonanvändaren kommer i kontakt med fältnivåer som är mycket högre än nivåerna i den normala levnadsmiljön. Även dessa ökade nivåer ser dock inte ut att ge upphov till skadliga effekter.
7. Många granskningar har visat att exponeringen för elektromagnetiska fältnivåer i levnadsmiljön är extremt låg.

NUVARANDE NORMER

Vem fattar beslut om riktlinjer?

Vad baseras riktlinjerna på?

Varför är säkerhetsfaktorn för riktlinjerna gällande exponering i yrkesutövning lägre än för allmänheten?

Vad riktlinjerna inte kan svara för

Vilka är de typiska maximala exponeringsnivåerna i hemmet och i omgivningen?

Hur tillämpas riktlinjerna och vem kontrollerar dem?

Är exponering ovanför riktlinjerna skadligt?

Nyckelpunkter

Normer sätts upp för att skydda vår hälsa och är välkända vad gäller många livsmedelstillsetser, koncentrationer av kemikalier i vatten eller föroreningar i luften. På liknande sätt finns det fältnormer för att förhindra överexponering för elektromagnetiska fältnivåer i vår omgivning.

Vem fattar beslut om riktlinjer?

Olika länder sätter själva upp sina egna nationella normer för exponering för elektromagnetiska fält. Majoriteten av dessa nationella normer stödjer sig dock på de riktlinjer som satts upp av International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) (LÄNK: <http://www.icnirp.de/>) Denna icke-statliga organisation, formellt erkänd av WHO, utvärderar vetenskapliga resultat från hela världen. Baserat på en djupgående granskning av litteraturen framställer ICNIRP riktlinjer som rekommenderar gränser för exponering. Dessa riktlinjer genomgår förnyade undersökningar med jämna perioder och uppdateras om det är nödvändigt.

Nivåerna på elektromagnetiska fält varierar på ett komplext sätt beroende på frekvensen. Det skulle vara svårt att förstå om man listade varje värde för varje norm och vid varje frekvens. Tabellen nedan är en sammanfattning av riktlinjerna för exponering gällande de tre områden som har hamnat i centrum för allmänhetens oro: elektricitet i hemmet, basstationer för mobiltelefoner och mikrovågsugnar. Dessa riktlinjer uppdaterades senast i April 1998.

Sammanfattning av ICNIRP:s riktlinjer för exponering

Frekvens	Europeisk energifrekvens		Frekvens hos basstationer för mobiltelefoner		Frekvens hos mikrovågsugnar
	50 Hz	50 Hz	900 MHz	1,8 GHz	2,45 GHz
	Elektriskt fält (V/m)	Magnetiskt fält (μ T)	Energitäthet (W/m^2)	Energitäthet (W/m^2)	Energitäthet (W/m^2)
Exponeringsgränser för allmänheten	5 000	100	4,5	9	10
Gränser för exponering i arbetet	10 000	500	22,5	45	

ICNIRP, EMF guidelines, Health Physics 74, 494-522 (1998)

Riktlinjerna för exponering kan skilja sig mellan en del Östeuropeiska länder och Västländer med en faktor på mer än 100. I och med globaliseringen av handeln och den snabba introduktionen av telekommunikationer över hela världen så finns det ett behov av internationella normer. Eftersom många länder från det forna Sovjetunionen nu överväger nya normer, har WHO startat ett initiativ för att samordna riktlinjerna för exponering över hela världen. Framtida normer kommer att baseras på WHO:s International Electromagnetic Fields Project. (LÄNK: www.who.int/peh-emf/)

Vad baseras riktlinjerna på?

En viktig sak som bör påpekas är att en riktlinjesgräns inte är en exakt avgränsning mellan säkerhet och fara. Det finns inte någon specifik nivå över vilken exponeringen blir farlig för hälsan; istället så ökar den potentiella risken för människors hälsa gradvis ju högre exponeringsnivåerna är. Riktlinjerna talar om att exponering för elektromagnetiska fält under en given tröskel är säkert enligt vetenskapligt kunnande. Det följer dock inte automatiskt att exponering ovanför den angivna gränsen är skadligt.

För att kunna sätta gränser måste vetenskapliga studier trots det identifiera nivån för tröskeln vid vilken hälsoeffekter först blir märkbara. Eftersom människor inte kan användas i experiment är riktlinjerna helt hänvisade till studier på djur. Svaga beteendeförändringar hos djur vid låga nivåer föregår ofta mer drastiska förändringar av hälsan vid högre nivåer. Onormalt beteende är en väldigt känslig indikator på en biologisk reaktion och har valts ut som den lägst observerbara negativa hälsoeffekten. Riktlinjerna rekommenderar att man förhindrar de exponeringsnivåer för elektromagnetiska fält vid vilka beteendeförändringar blir märkbara.

Denna gränsvärde för beteende är inte densamma som riktlinjesgränsen. ICNIRP lägger till en säkerhetsfaktor på 10 för att få fram exponerings-gränserna vad gäller yrkesutövning och en faktor på 50 för att få riktlinjesvärdet för allmänheten. De maximala nivåerna man kan uppleva i omgivningen eller i hemmet är därför minst 50 gånger lägre än gränsvärdet vid vilken beteendeförändringar hos djur blir märkbara.

Varför är säkerhetsfaktorn för riktlinjerna gällande exponering i yrkesutövningen lägre än för allmänheten?

Befolkningen som exponeras i sin yrkesutövning består av vuxna människor som i allmänhet upplever hälsotillstånd orsakade av elektromagnetiska fält. Dessa arbetare är utbildade i att vara medvetna om potentiella risker och vidta passande försiktighetsåtgärder. Allmänheten består däremot av individer av alla åldrar och med varierande hälsotillstånd. I många fall är dessa personer omedvetna om sin exponering för EMF. Dessutom kan inte enskilda medborgare förväntas vidta försiktighetsåtgärder för att minimera eller undvika exponering. Dessa är de underliggande faktorerna bakom de mer stränga restriktionerna vad gäller allmänhetens exponering jämfört med befolkningen som exponeras i sin yrkesutövning.

Som vi tidigare sett inducerar **lågfrekventa elektromagnetiska fält** ström i människokroppen. Men olika biokemiska reaktioner inom själva kroppen genererar också ström. Cellerna eller vävnaderna kan inte upptäcka inducerad ström under denna bakgrundsnivå. Vid låga frekvenser garanterar därför riktlinjerna för exponering att nivån av inducerad ström från ett elektromagnetiskt fält är under nivån för den naturliga strömmen i kroppen.

Den huvudsakliga effekten av radiofrekvent energi är upphettning av vävnad. Följaktligen riktlinjerna för exponering för **radiofrekventa fält och mikrovågor** uppsatta för att förhindra hälsoeffekter orsakade av lokaliserad upphettning eller upphettning av hela kroppen. Uppfyllelse av riktlinjerna garanterar att upphettningseffekterna är tillräckligt små för att inte vara skadliga.

Vad riktlinjerna inte kan svara för ...

För närvarande kan inte spekulationerna angående långvariga hälsoeffekter bilda grunden för utfärdandet av normer eller riktlinjer. Då man lägger ihop resultaten från alla vetenskapliga studier tyder inte totala vikten av bevis på att elektromagnetiska fält orsakar långvariga hälsoeffekter, som t.ex. cancer. Nationella och internationella organ sätter upp och uppdaterar normer baserat på det senaste vetenskapliga kunnandet för att ge skydd mot kända hälsoeffekter.

Riktlinjer sätts upp för den genomsnittliga befolkningen och kan inte rikta sig direkt till behoven hos en minoritet av potentiellt mer känsliga personer. Riktlinjer för luftföroreningar, till exempel, baseras inte på astmatikers speciella behov. På liknande sätt är inte riktlinjerna för elektromagnetiska fält utformade för att skydda människor från påverkan på **inopererade elektromedicinska apparater** som t.ex. pacemakers för hjärtat. Råd angående vilka exponeringssituationer som bör undvikas ska sökas från tillverkarna och från läkaren som opererar in apparaten. Elektromagnetisk påverkan är också anledningen till att bärbar elektronisk utrustning som t.ex. mobiltelefoner och bärbara datorer måste vara avslagna ombord på flygplan.

Vilka är de typiska maximala exponeringsnivåerna i hemmet och i omgivningen?

En del praktisk information kan hjälpa dig att relatera till riktlinjesvärdena som anges ovan. I följande tabell hittar du de vanligaste källorna till elektromagnetiska fält. Alla värden är maxnivåer för allmänhetens exponering – din egen exponering är troligen mycket lägre. För en närmare titt på fältnivåerna runt enskilda elektriska apparater, se avsnittet Typiska exponeringsnivåer i hemmet och i omgivningen.

Källa	Typisk maximal exponering för allmänheten	
	Elektriskt fält (V/m)	Magnetisk flödes-täthet (μT)
Naturliga fält	200	70 (Jordens magnetiska fält)
Energi från elnätet (i hem som inte ligger nära kraftledning)	100	0,2
Energi från elnätet (under stora kraftledningar)	10 000	20
Elektriska tåg och spårvagnar	300	50
TV- och dataskärmar (vid användarens position)	10	0,7
	Typisk maximal exponering för allmänheten (W/m^2)	
TV- och radiosändare	0,1	
Basstationer för mobiltelefoner	0,1	
Radar	0,2	
Mikrovågsugnar	0,5	

Source: WHO Regional Office for Europe
(WHO:s Regionala Europakontor)

Hur tillämpas riktlinjerna och vem kontrollerar dem?

Ansvaret för att undersöka fälten runt kraftledningar, basstationer för mobiltelefoner eller andra källor som är tillgängliga för allmänheten ligger hos statliga instanser och lokala myndigheter. De måste se till att iakttagandet av riktlinjerna upprätthålls.

Då det gäller elektroniska apparater är tillverkaren ansvarig för att rätta sig efter normgränserna. Som vi har sett ovan garanterar dock egenskaperna hos de flesta apparater att de fält som avges är klart under begränsningsvärdena. Dessutom genomför många konsument-

föreningar tester regelbundet. Kontakta tillverkaren direkt i händelse av särskilda bekymmer eller oro, eller hör dig för hos din lokala hälsovårdsnämnd.

Är exponering ovanför riktlinjerna skadligt?

Det är fullkomligt säkert att äta en burk jordgubbssylt fram till utgångsdatumet – men om du äter sylten senare än det så kan inte tillverkaren garantera en bra livsmedelskvalitet. Trots det är det vanligtvis säkert att äta sylten även några veckor eller månader efter utgångsdatum. På liknande sätt garanterar riktlinjerna för elektromagnetiska fält att ingen känd negativ hälsoeffekt kommer att uppstå inom de angivna exponeringsgränserna. En stor säkerhetsfaktor läggs till den nivå som är känd för att orsaka konsekvenser för hälsan. Även om du upplevde fältstyrkor som var flera gånger högre än det angivna gränsvärdet, så skulle din exponering därför fortfarande ligga inom denna säkerhetsmarginal.

I vardagssituationer upplever de flesta människor inte elektromagnetiska fält som överskrider riktlinjesgränserna. Den typiska exponeringen ligger långt under dessa värden. Det finns dock tillfällen då en persons exponering kan, under en kort period, närma sig eller till och med överskrida riktlinjerna. Enligt ICNIRP bör exponering för radiofrekvens och mikrovågor fördelas över en viss tid med tanke på kumulativa effekter. Riktlinjerna specificerar en genomsnittlig tidsperiod på sex minuter och kortvarig exponering ovanför gränserna är godtagbart. När man till exempel går genom metalldetektorerna på flygplatser kan man uppleva ett starkt magnetiskt fält i några sekunder. När exponeringen fördelas över den återstående tiden kan dock gränserna inte överskridas.

Till skillnad från detta är inte exponering för lågfrekventa elektriska och magnetiska fält fördelad över en viss tid i riktlinjerna. För att göra det hela ännu mer komplicerat finns det en annan faktor kallad koppling som sätts i spel. Koppling har att göra med samspelet mellan de elektriska och magnetiska fälten och den exponerade kroppen. Detta beror på kroppens storlek och form, typen av vävnad och kroppens riktning i förhållande till fältet. Riktlinjerna måste vara försiktigt beräknade: ICNIRP utgår alltid från maximal koppling mellan fältet och den exponerade individen. Riktlinjesgränserna tillhandahåller därigenom ett maximalt skydd. Även fast värdena för de magnetiska fälten från hårtorkar och elektriska rakapparater ser ut att överskrida de rekommenderade värdena, så skyddar extremt svag koppling mellan fältet och huvudet från induktion av elektrisk ström som skulle kunna överskrida riktlinjesgränserna.

Nyckelpunkter:

1. ICNIRP utfärdar riktlinjer baserat på det nuvarande vetenskapliga kunnandet. De flesta länder stödjer sig på dessa internationella riktlinjer för sina egna nationella normer.
2. Normer för lågfrekventa elektromagnetiska fält ser till att inducerad elektrisk ström ligger under den normala bakgrundsnivån av ström i kroppen. Normer för radiofrekvens och mikrovågor förhindrar hälsoeffekter orsakade av lokaliserad upphettning eller helkroppsupphettning.
3. Riktlinjerna skyddar inte mot potentiell påverkan på elektromedicinska apparater.
4. De maximala exponeringsnivåerna i vardagslivet ligger vanligtvis långt nedanför riktlinjesgränserna.
5. Tack vare en stor säkerhetsfaktor är inte exponering ovanför riktlinjesgränserna nödvändigtvis skadligt för hälsan. Tidsfördelning för högfrekventa fält och antagandet om maximal koppling för lågfrekventa fält tillför ännu en säkerhetsmarginal.

FÖRSIKTIGHETSÅTGÄRDER

Med mer och mer resultat som man fått fram har det blivit ännu mer otroligt att exponering för elektromagnetiska fält utgör en allvarlig hälsofara, men en viss osäkerhet finns dock ändå. Den ursprungliga vetenskapliga diskussionen om tolkningen av motsägelsefulla resultat har ändrats till att bli en samhälls- och politisk fråga.

Den allmänna debatten omkring elektromagnetiska fält är inriktad på de potentiella skadorna från elektromagnetiska fält, men ignorerar ofta fördelarna som har anknytning till teknologin som ligger bakom elektromagnetiska fält. Utan elektricitet skulle samhället stå stilla. På liknande sätt har TV- och radiosändningar samt telekommunikationer blivit ett självklart faktum i det moderna livet. En analys av balansen mellan kostnad och möjliga faror är absolut nödvändig.

Skyddandet av folkhälsan

Internationella riktlinjer och nationella säkerhetsnormer för elektromagnetiska fält utvecklas baserat på det nuvarande vetenskapliga kunnandet för att garantera att fälten som människor kommer i kontakt med inte är skadliga för hälsan. För att kompensera för osäkerheter på grund av experimentella fel, extrapolering från djur till människa eller statistisk osäkerhet har stora säkerhetsfaktorer lagts till gränsvärdena. Dessa gränsvärden kontrolleras regelbundet och förändras när det är nödvändigt.

Det har förts fram att det kan vara en användbar policy att vidta ytterligare säkerhetsåtgärder för att hantera de återstående osäkerheterna, medan vetenskapen förbättrar kunskapen om hälsokonsekvenser. Typen och omfattningen av de utvalda försiktighetsåtgärderna beror ytterst på styrkan hos bevisen för en hälsorisk och de potentiella konsekvensernas omfattning och beskaffenhet. Försiktighetsåtgärderna bör stå i proportion till den potentiella risken.

Flera handlingslinjer som förespråkar försiktighet har utvecklats för att bemöta oro över hälso- och säkerhetsfrågor gällande allmänheten, yrkeslivet och omgivningen, som har samband med kemiska och fysiska agens.

Vad bör göras medan forskningen fortsätter?

Ett av syftena med International EMF Project är att hjälpa statliga myndigheter väga fördelarna med att använda teknologin som ligger bakom elektriska fält mot möjligheten att en hälsorisk skulle kunna upptäckas. Dessutom kommer WHO att utfärda rekommendationer angående skyddsåtgärder, om det kan komma att behövas. Det kommer att ta några år för den forskning som krävs att slutföras, utvärderas och offentliggöras. Under tiden har Världshälsoorganisationen utfärdat en serie rekommendationer.

- Sträng efterlevnad av de existerande nationella och internationella säkerhetsnormerna. Sådana normer, baserade på aktuellt kunnande, tas fram för att skydda alla i befolkningen med en stor säkerhetsfaktor.

- Enkla skyddsåtgärder: Avspärningar runt källor till starka elektromagnetiska fält hjälper till att utesluta otillåtet tillträde till områden där exponeringsgränserna kan överskridas.
- Överläggning med lokala myndigheter och allmänheten när man placerar ut nya kraftledningar eller basstationer för mobiltelefoner: Placeringsbeslut kräver ofta att man tar hänsyn till estetik och allmänhetens känslor. Öppen kommunikation under planeringsfaserna kan hjälpa till att skapa förståelse bland allmänheten och att man till större utsträckning accepterar en ny anläggning.
- Ett effektivt system för hälsoinformation och kommunikation bland forskare, regeringar, industrin och allmänheten kan hjälpa till att öka allmänhetens medvetande om program som har att göra med exponering för elektromagnetiska fält och minska eventuell misstro och rädsla.

För ytterligare information hänvisas till ”WHO Fact Sheets on Electromagnetic Fields and Public Health”