



Myndigheternas försiktighetsprincip om lågfrekventa elektriska och magnetiska fält - en vägledning för beslutsfattare

[*This text is also available in English*](#)

Denna vägledning är tänkt att vara ett stöd för beslutsfattare i frågor om hälsorisker och elektromagnetiska fält. Den är utarbetad i samråd mellan Arbetsmiljöverket, Boverket, Elsäkerhetsverket, Socialstyrelsen och Statens strålskyddsinstitut. Vägledningen bygger på de vetenskapliga resultat som hittills framkommit samtidigt som tekniska och ekonomiska aspekter på möjliga åtgärder belyses i perspektiv av begränsade samhällsresurser. Myndigheterna rekommenderar en försiktighetsprincip som baseras främst på cancerrisker som inte kan uteslutas. Liknande försiktighetsprinciper bör kunna tillämpas även när det gäller andra misstänkta hälsoeffekter. Denna vägledning ger ett underlag för beslutsfattare som i varje enskilt fall måste göra en skälighetsbedömning där eventuella risker vägs mot tekniska och ekonomiska förutsättningar.

Inga forskningsresultat motiverar gränsvärden men det finns skäl tillförsiktighet

De forskningsresultat som hittills presenterats ger inte underlag för och kan inte heller sägas motivera några gränsvärden eller andra tvingande begränsningar för lågfrekventa elektriska och magnetiska fält. De gränsvärden för högfrekventa elektromagnetiska fält, som vi har idag, skyddar mot värmeeffekter. För de lågfrekventa fälten saknar vi kunskap om vilka egenskaper hos fälten som eventuellt innebär risker och hur doser skall värderas. Om fälten ger ohälsa är det då främst risker med korta kraftiga exponeringar eller låg exponering under lång tid? Eller är det kanske kraftigt varierande fält som orsakar problem? Det vet vi inte, men vi har ändå gjort bedömningen att det kan finnas skäl för en viss försiktighet när det gäller exponering för lågfrekventa magnetfält.

Försiktighetsstrategi möjlig

Arbetslivsinstitutets kriteriegrupp (1995) har konstaterat att det vetenskapliga underlaget för gränsvärden för magnetiska fält är otillräckligt men att det borde vara möjligt att agera utifrån någon form av försiktighetsstrategi. Kriteriegruppen menade dock att ett sådant agerande inbegrep socioekonomiska överväganden som den ansåg låg utanför dess mandat.

I USA har forskare vid Carnegie Mellon University i Pittsburg formulerat ett förhållningssätt till magnetfältsproblematiken som de kallat "prudent avoidance" - ungefär, välbetänkt undvikande. De menar att så länge sambandet mellan hälsorisk och exponering är ofullständigt känt så kan samhället inte tillgripa dyra och tvingande åtgärder. Å andra sidan bör man ändå vidta åtgärder som i sig inte medför betydande kostnader eller andra olägenheter då det finns rimligt starka misstankar om hälsoeffekter.

Ett liknande förhållningssätt har anförts t.ex. i förarbetena både till strålskyddslagen och hälsoskyddslagen. Där sägs det att redan en på goda vetenskapliga grunder uppkommen misstanke om skaderisker skall utgöra tillräcklig grund för att lagarna skall kunna användas. Flertalet av de myndigheter som står bakom denna informationskrift rekommenderade 1994 i broschyren "Magnetfält och eventuella hälsorisker utifrån vad vi vet i maj 1994" att man vid samhällsplanering och byggande bör iaktta viss försiktighet om det kan göras till rimliga kostnader.

Myndigheterna rekommenderar försiktighet

Myndigheterna rekommenderar gemensamt följande försiktighetsprincip:

Om åtgärder, som generellt minskar exponeringen, kan vidtas till rimliga kostnader och konsekvenser i övrigt bör man sträva efter att reducera fält som avviker starkt från vad som kan anses normalt i den aktuella miljön. När det gäller nya elanläggningar och byggnader bör man redan vid planeringen sträva efter att utforma och placera dessa så att exponeringen begränsas.

Det övergripande syftet med försiktighetsprincipen är att på sikt reducera exponeringen för magnetfält i vår omgivning för att minska risken att människor eventuellt kan skadas.

Vad menas med normal magnetfältsnivå?

Med magnetfältsnivån i aktuell miljö avses magnetfältsnivån i områden där människor återkommande kan förväntas vistas under längre tid, exempelvis bostäder, skolor, daghem och arbetsplatser.

Med normal magnetfältsnivå avses det, efter beräkning eller flera mätningar, erhållna genomsnittsvärdet på magnetfältet i den aktuella miljön vid sådana förhållanden som kan anses återspegla fältnivån under lång tid. Mätningar invid punktkällor med snabbt avklingande fält skall inte anses återspegla magnetfältsnivån annat än om individer kan förväntas vistas invid punktkällan en stor del av dygnet eller arbetsdagen.

För att erhålla en rättvisande bild av magnetfältsnivån måste mätning ske på ett tillräckligt stort antal platser i rummet och vid ett tillräckligt antal tidpunkter för att resultatet skall vara reproducerbart. Det är viktigt att mätmetoderna är dokumenterade. För kraftledningar kan beräkningar av fälten i många fall vara att föredra i stället för mätningar.

Magnetfälten i bostäder och daghem belägna långt ifrån kraftledningar är i allmänhet mycket låga. Medianvärdet för bostäder och daghem i större städer är cirka $0,1 \mu\text{T}$ (mikrotesla). I mindre städer och på landsbygden är värdena ungefär hälften. I storstadsområdena har cirka 10 procent av bostäderna minst ett rum med ett magnetfält över $0,2 \mu\text{T}$. Nära kraftledningar och transformatorstationer är magnetfälten högre. Mitt under en kraftledning kan det vara ungefär $10 \mu\text{T}$. Man beräknar att cirka 0,5 procent av bostadsbeståndet har ett magnetfält över $0,2 \mu\text{T}$ på grund av närhet till elektriska ledningar av olika typer.

Mätningar har gjorts för ett stort antal yrkeskategorier på deras arbetsplatser. Medianvärdet för dessa var cirka $0,2 \mu\text{T}$. I många industrimiljöer varierar naturligt nog värdena avsevärt. Det högsta dagsmedelvärdet, $1,1 \mu\text{T}$, uppmättes för yrkesgruppen svetsare. För vissa individer eller arbetssituationer kan, kortvarigt, värden på hundratals μT förekomma.

Exempel på riktvärden för kostnader per förebyggt dödsfall/sjukdomsfall:

RISK	MYNDIGHET	KOSTNAD
Död i vägtrafikolycka	Vägverket	7 Mkr
Cancer pga. joniserande strålning	Nordiska strålskyddsmyndigheterna	12 Mkr
Lungcancer från radon	Socialstyrelsen	2 Mkr

Vad menas med rimliga kostnader?

Ett människoliv är i princip oersättligt. Det är trots detta lätt att inse att det finns många situationer när samhällets eller enskildas möjligheter att rädda liv eller förebygga allvarlig sjukdom begränsas av resursbrist. Att resurserna är knappa är ett ofrånkomligt faktum och återspeglar inte någon önskan att sätta pris på människoliv. Det belopp som samhället är berett att betala för att rädda ett "statistiskt liv" varierar mycket mellan olika samhällssektorer och olika riskfaktorer. Ett rimligt tillvägagångssätt borde vara att skyddsinsatser rangordnas efter deras nytta i förhållande till deras kostnad men så sker inte alltid. I vissa fall råder det stora olikheter mellan uttalade ambitioner och praktiskt genomförda åtgärder. Ovanstående tabell är baserad på kända förhållanden för ett par år sedan och återspeglar det underlag som myndigheterna haft för sina prioriteringar då.

I liknande sammanställningar från USA förekommer värden mellan 5 och 50 miljoner kronor, där de högsta värdena härstammar från kärnkraft och miljövård och de lägsta från trafikområdet. För flera områden ovan är orsakssambanden klarlagda, riskerna väl kända och effekterna av satsade pengar beräkningsbara eller mätbara. Inom strålskyddsområdet anses åtgärder mot joniserande strålning som kostar mindre än 5 miljoner per undvikt statistiskt fall vara ytterst angelägna att genomföra.

Medicinisk bakgrund

Sedan åtminstone början på åttiotalet har man diskuterat befarade hälsorisker vid exponering för lågfrekventa elektriska och magnetiska fält. Farhågorna har främst gällt risk för **cancer**, **graviditetsstörningar** (till exempel fosterskador) och så kallad **elöverkänslighet**. Debatten har periodvis varit både intensiv och känsloladdad.

En orsak till detta är att man fortfarande vet mycket litet om hur människor och andra levande varelser påverkas av elektriska och magnetiska fält. Resultat som presenterats från olika forskargrupper har ibland varit motstridiga. I motsats till vad som gäller för t.ex. kemiska ämnen och joniserande strålning har man hittills haft svårt att experimentellt se skadeverkningar ens vid mycket hög exponering för elektriska eller magnetiska fält.

De effekter som är bäst kända är värmeeffekterna vid exponering för högfrekventa elektromagnetiska fält och effekterna av de strömmar som induceras av lågfrekventa magnetiska fält. I dessa fall är fältstyrkorna dock större än de fältstyrkor som är aktuella vid förmodade, men ej fastställda, samband mellan cancer, fosterskador och elöverkänslighet och de nämnda fälten. De eventuella biologiska effekterna av fält med låg styrka är dåligt kända.

De dominerande källorna till exponering för lågfrekventa magnetiska fält är kraftledningar, installationer och elektrisk utrustning. Samtidigt som fälten kan tänkas utgöra ett hot mot vår hälsa är det moderna samhället starkt beroende av elektricitet för att fungera. Det är därför ytterst väsentligt att såväl riskbedömning som skyddsåtgärder sker med kunskap och omdöme samt är väl genomtänkt.

I januari 1995 presenterade en expertgrupp som tillsatts av Socialstyrelsen vetenskaplig utvärdering av alla publicerade forskarrapporter inom området. En internationell expertgrupp har på uppdrag av WHO gjort en utvärdering av forskningsläget när det gäller risk för cancer och graviditetsstörningar. I oktober 1995 presenterade Arbetslivsinstitutets kriteriegruppunderlag för eventuella gränsvärden efter en utvärdering av riskerna för cancer.

Enstaka studier visar misstänkta samband med vissa cancerformer

Det finns ett stort antal epidemiologiska studier där man med statistiska metoder studerat samband mellan sjukdom och en miljöfaktor, t.ex. om det kan finnas ett samband mellan exponering för magnetfält och ökad risk för cancer. För exponeringar i arbetsmiljön har det i första hand gällt risker för vissa former av leukemi och hjärntumörer. För exponering i boendemiljön har det framför allt gällt risker för leukemi hos barn.

Det finns många osäkerheter i resultaten. T.ex. visar olika vetenskapliga rapporter överrisker för helt olika cancerformer. Det finns heller inte några övertygande accepterade samband mellan dos och riskens storlek. Epidemiologiska studier innebär en analys av ett statistiskt samband mellan exponering och sjukdom. Ett statistiskt samband är inte liktydigt med att exponeringen orsakar sjukdomen. Det är därför ofta nödvändigt att kunna verifiera resultaten av de epidemiologiska undersökningarna med experimentella studier, som ger information om möjliga mekanismer för skadlig inverkan, och med djurstudier, som renodlar exponeringen för den misstänkt cancerframkallande faktorn. Hittills har man inte fått fram resultat från sådana studier som ger stöd för misstankar om cancerrisker eller andra hälsorisker av fälten.

De ovan nämnda expertgrupperna gör alla bedömningen att man inte på ett övertygande sätt kunnat visa att exponering för lågfrekventa magnetiska fält innebär ökade cancerrisker. Dock ger enstaka epidemiologiska studier viss anledning att misstänka att det kan finnas ett samband med vissa cancerformer.

Det är också viktigt att veta i sammanhanget att cancer är en sjukdom som anses vara orsakad av en rad samverkande faktorer där födans sammansättning och tobaksrökning är de i särklass viktigaste riskfaktorerna. Den svenska cancerkommittén har analyserat orsakerna till cancer i Sverige och kommit fram till resultat som presenteras i tabellen nedan.

Resultaten från de studier som genomförts visar att om exponering för elektriska eller magnetiska fält bidrar till uppkomst av cancer är de eventuella riskerna för cancerinsjuknande små jämfört med andra riskfaktorer. I Sverige insjuknar varje år cirka 40 000 personer i cancer. Det finns beräkningar som uppskattar att högst ett hundratal av dessa skulle kunna ha en relation till exponering för magnetfält.

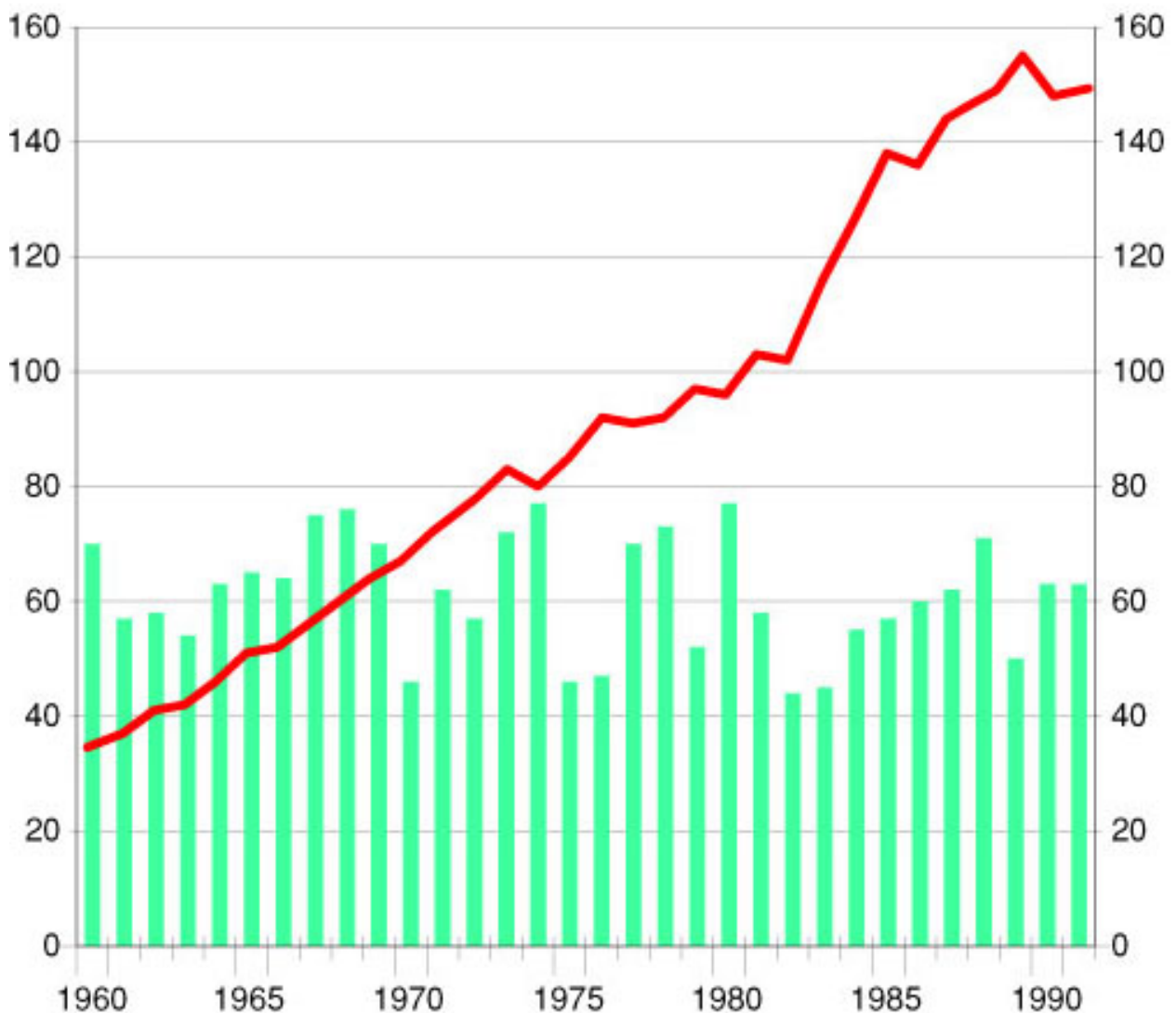
Några orsaker till cancer i Sverige enligt cancerkommittén (SOU 1984:67)

ORSAKSAKTOR	ANDELEN AV DEN TOTALA INCIDENSEN* I SVERIGE
Kostfaktorer	30%
Tobaksrökning	15%
UV-strålning och joniserande strålning (främst solstrålning och radon)	8%
Arbetsmiljöfaktorer	2%
Allmänna luftföroreningar	1%

* Incidens = insjuknandefrekvens, d.v.s. andelen individer som insjuknar eller andelen nya fall av en sjukdom som inträffar i en befolkning under en viss tidsperiod.

Antalet barnleukemifall oförändrat - hudcancer ökar

En av de cancerformer som diskuterats mest är barnleukemi. Antalet insjuknanden i barnleukemi i Sverige har varit oförändrat under de senaste 30 åren samtidigt som den totala elförbrukningen har mångdubblats, se figuren. Elanvändningen i hushållen har under samma period tiofaldigats. Vissa andra cancerformer ökar i antal, och den form som ökar mest är hudcancer. År 1992 insjuknade cirka 3 500 svenskar i hudcancer, varav 1 300 i den allvarliga hudcancer malignt melanom. Man vet att UV-bestrålning från solen är en mycket viktig orsak.



Antalet barnleukemifall per år i Sverige (staplar) och den totala elförbrukningen i Sverige i TWh per år (kurva).

Inga samband med missfall eller fosterskador

När det gäller risker för graviditeter startade debatten även här för cirka 15 år sedan i samband med att våra kontorsmiljöer datoriserades. Det rapporterades anhopningar av missfall på vissa arbetsplatser. Systematiska epidemiologiska uppföljningsstudier har dock inte bekräftat dessa första misstankar. Några enstaka studier antyder ett samband medan en överväldigande majoritet av studier talar emot. Ofta har man inte kunnat särskilja exponering för elektriska eller magnetiska fält från andra viktiga faktorer.

Orsakerna till elöverkänslighet omtvistade - forskning behövs

Elöverkänsliga lider ofta av hudbesvär i form av värmekänsla, sveda, klåda m.m. och i mer allvarliga fall även andra symptom såsom trötthet, huvudvärk, hjärtklappning, svettningar och magbesvär. Sådana symptom är vanliga i den svenska befolkningen och kan ha många orsaker. Men den elöverkänslige ser ett klart samband mellan symptomen och närhet till olika former av elektrisk utrustning eller ibland exponering för solljus. Å andra sidan har man hittills inte lyckats framkalla symptomen i provokationsförsök där den elöverkänslige inte känt till när

experimentellt framkallade elektriska och magnetiska fält varit påslagna. För att få veta mer om orsakerna till de elöverkänsligas symptom behövs bl.a. ytterligare forskning och utvärdering av behandlingsmetoder. Vi har därför valt att tillsvidare inte ge några gemensamma och generella rekommendationer för detta område. Det är emellertid mycket viktigt att de elöverkänsliga får en förutsättningslös utredning inom hälso och sjukvården på basis av symptomen.

Exempel på kostnadsuppskattningar

I Sverige och i de flesta andra industrialiserade länder insjuknar i genomsnitt ett barn av 25 000 per år i leukemi. Även om hypotesen om ett samband mellan uppkomst av barnleukemi och exponering för magnetfält ej kan anses vara vetenskaplig säkerställt, antas i exemplen att de observerade riskerna gäller. I en svensk epidemiologisk undersökning har man observerat att barn som bor nära kraftledningar löper en 2,7 gånger högre risk för att få leukemi än de som bor långt borta från ledningarna. Detta värde har även använts för transformatorstationer och vagabonderande strömmar i de följande exemplen eftersom andra riskuppfattningar inte föreligger. Vidare används en livslängd för åtgärden på 40 år och en kalkylräntefot på 4 procent. Under dessa förutsättningar kan man visa att kostnaden per undvikt statistiskt fall blir $R=735 \text{ K/N [kr/fall]}$, där K är kostnaden för åtgärden och N antalet individer för vilka exponeringen elimineras vid åtgärden. Kostnaden är endast svagt beroende av den valda livslängden för åtgärden om denna är lång. Om livslängden för åtgärden väljs till 80 år i stället för 40 år så blir de beräknade kostnaderna i exemplen nedan 17 procent lägre. Det är inte möjligt att generellt i dessa exempel ta hänsyn till olika dosers betydelse för antalet leukemifall.

Observera att exemplen endast avser att illustrera en beräkningsmodell för att få fram en jämförelse av olika kostnader. Beroende av omständigheterna i det enskilda fallet kan det finnas andra lösningar eller ekonomiska beräkningsgrunder som är mer lämpliga.

Beräkningsmodellen behandlar endast statistiska fall och många måste få nytta av en åtgärd för att folkhälsan skall påverkas. Exemplen visar att exponeringsreducerande åtgärder kan kosta mellan ett par miljoner kronor och flera hundratals miljoner kronor för varje undvikt statistiskt fall av barnleukemi **under förutsättning att de använda riskuppskattningarna gäller.**

Observera att försiktighetsprincipen rekommenderar att åtgärder bör övervägas då fälten avviker starkt från vad som kan anses vara normalt i den aktuella miljön.

Kraftledning vid flerbostadshus

En befintlig 220 kV kraftledning passerar ett område med flerbostadshus i vilka 300 barn bor inom ett avstånd från ledningen där risken för barnleukemi antas vara förhöjd på grund av närhet till kraftledningen. Kostnaden för att ersätta ledningen med en annan lösning - kabelförläggning längs en befintlig väg - är 60 miljoner kronor. Om denna åtgärd vidtas blir kostnaden per undvikt fall, under förutsättning att den beräknade risken är verklig, cirka 150 miljoner kronor. Vid beräkningar hos lokala myndigheter kan det finnas andra aspekter som kan tillmätas ett värde, t.ex. det faktum att mark frigörs.

Daghem nära kraftledning

Ett daghem där 40 barn vistas dagligen, ligger så nära en kraftledning att risken för barnleukemi antas förhöjd. Kostnaden för att bygga ett nytt daghem på annan plats är 4 miljoner kronor. Om denna åtgärd vidtas, och det inte finns andra ekonomiska aspekter att beakta, blir kostnaden per undvikt fall 74 miljoner kronor. Om det istället vore möjligt att använda s.k. avstämde skärmkretsar, till en uppskattad kostnad av 0,5 miljon kronor, blir kostnaden per fall ca 9 miljoner kronor.

Transformatorstation i skolbyggnad

En transformatorstation i en skolbyggnad orsakar förhöjda magnetfält i tre klassrum. En möjlig åtgärd för att minska magnetfälten består i en inklädnad av utrymmet med plåt. En sådan åtgärd kostar cirka 1000 kr/m² inklusive material och arbete, vilket innebär att totalkostnaden kan uppgå till cirka 200 000 kr. Under antagandet att åtgärden minskar exponeringen för 75 barn som vistas i klassrummen, blir kostnaden per undvikt fall under ungefär 2 miljoner kronor.

Vagabonderande strömmar i enfamiljshus

I en enfamiljsbostad finns det förhöjda magnetfält som antas öka risken för barnleukemi. Magnetfälten orsakas av så kallade vagabonderande strömmar i installationer i huset, och kostnaden för att eliminera dessa strömmar är 5000 kr. Under antagandet att det under 40 år igenomsnitt bor ett barn i bostaden blir kostnaden per undvikt statistiskt fall blir cirka 4 miljoner kronor.

Kraftledning i glesbygdsområde

En 400 kV ledning planeras att byggas i ett glesbygdsområde. Vid planeringen har man strävat efter att förlägga ledningen så gynnsamt som möjligt bl.a. med hänsyn till de närboende. Man avser att använda en lednings konstruktion, T-stolpe, som är mer gynnsam ur magnetfältssynpunkt än den traditionella ledningskonstruktionen. Dessa åtgärder kan vidtas utan nämnvärda merkostnader och andra konsekvenser. Trots detta kommer ledningen längs en sträcka av 80 kilometer att passera 71 glest utspridda fastigheter på ett sådant avstånd att magnetfälten vid fastigheterna kan anses vara förhöjda. För att minska fälten lokalt vid varje fastighet undersöker man möjligheten att använda s.k. avstämnda skärmkretsar. Kostnaden för en skärmkrets uppskattas till 0,5 miljon kronor. Under antagandet att det i genomsnitt bor ett barn i varje fastighet, och att det inte finns andra ekonomiska aspekter att beakta, blir kostnaden per undvikt fall ca 370 miljoner kronor. Det blir samma kostnad per fall om man istället väljer att lösa in fastigheterna för i genomsnitt 0,5 miljon kronor per fastighet.

Planerad kraftledning genom förortsområde

En 220 kV kraftledning planeras att byggas genom ett förortsområde. Ledningen kommer att passera ett flerbostadshus som ligger inom ett avstånd från ledningen där risken för barnleukemi kan antas vara förhöjd på grund av ledningen. Det bor 60 barn i huset. För att undvika ett förhöjt magnetfält avser man att använda en inskarvning av s.k. split-phase ledning i det ledningsavsnitt som passerar huset. Merkostnaden för denna lösning uppskattas till 0,7 Mkr. Om åtgärden vidtas blir kostnaden per undvikt fall ca 9 miljoner kronor.

Litteraturreferenser

1. [Elektriska och magnetiska fält och hälsoeffekter. SoS-rapport 1995:1.](#)
2. [Magnetfältsmätningar i bostäder och på daghem. SoS-rapport 1994:18.](#)
3. [Floderus B, Persson T, Stenlund C: Lågfrekventa magnetfält i arbetsmiljön. Referensvärden och exponering i olika yrkesgrupper. Arbete och Hälsa 1995:1.](#)
4. [Kriteriegruppen för fysikaliska riskfaktorer: Epidemiologiska studier av eventuellt samband mellan magnetfältsexponering och cancer i yrkesmiljö - en översikt. Arbete och Hälsa 1995:11.](#)
5. [Kriteriegruppen för fysikaliska riskfaktorer: Bedömningar vid framtagande av ett vetenskapligt underlag för begränsning av exponering. Arbete och Hälsa 1995:12.](#)
6. [Kriteriegruppen för fysikaliska riskfaktorer: Magnetfält och cancer - ett kriteriedokument. Arbete och Hälsa 1995:13.](#)

Denna vägledning kan beställas från respektive myndighet!

Arbetsmiljöverket

171 84 Solna

Tel 08-730 90 00 Fax 08-730 19 67

Boverket

Box 534, 371 23 Karlskrona

Tel 0455-530 00 Fax 0455-531 00

Elsäkerhetsverket

Box 1371, 111 93 Stockholm

Tel 08-453 97 00 Fax 08-453 97 10

Socialstyrelsen

106 30 Stockholm

Tel 08-783 30 00 Fax 08-783 32 52

Statens strålskyddsinstitut

171 16 Solna

Tel 08-729 71 00 Fax 08-729 71 08