

ARBETSMILJÖ FONDENS SAMMANFATTNINGAR

1354

Magnetfält i kontorsarbetsmiljö

För innehållet i denna sammanfattning svarar docent Yngve Hamnerius, Institutionen för teknisk elektronfysik, Chalmers Tekniska Högskola, 41296 Göteborg, tel 031/72 19 05. Rapporten är författad av Fransson Lars och Hamnerius Yngve.

Pnr 87-1454 Strålning (31)

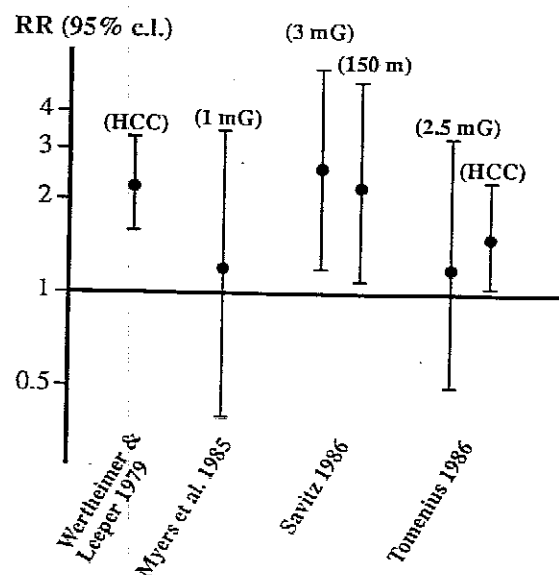
Februari 1990

Bakgrund

Ett stort antal studier har genomförts de senaste åren i syfte att undersöka eventuella samband mellan kraftfrekventa magnetfält och cancer. Hypotesen om ett samband kan dock ännu inte anses vara bevisad även om vissa studier tyder på att risken för cancer ökar om man exponeras för kraftfrekventa magnetfält.

I fem studier har man undersökt barn-cancer och magnetfält i hemmen. Av barn-cancerstudierna har fyra inkluderat samtliga tumörformer medan en begränsats till leukemier. Samtliga studier med information om alla tumörer påvisar överrisker för de grupper som har förhöjda magnetfält i hemmen även om överrisken i ett fall är låg, se figur 1. Motsvarande studier av tumörer hos vuxna och magnetfält i hemmen visar mindre samstämmiga resultat. Cirka 15 undersökningar av grupper med förmodad yrkesmässig exponering för elektromagnetiska fält visar, påfallande samstämmigt,

överrisker i vissa leukemiformer för flera av de studerade yrkesgrupperna.



Figur 1: Relativ risk för barntumörer angiven med 95% konfidensintervall. HCC betecknar High Current Configuration (från IVA rapport 323).

Flera studier för att testa ovanstående hypotes startar för närvarande i Sverige. Bl a en epidemiologisk studie under ledning av professor Anders Ahlbom vid Statens miljömedicinska anstalt och en djurexperimentiell studie vid Arbetsmiljöinstitutet, professor Bo Holmberg.

Om man i framtiden skulle bedöma det angeläget att reducera magnetfälten i lokaler med "förhöjda fält"¹ uppstår ett flertal frågeställningar:

- 1) Går det att reducera kraftfrekventa magnetfält i kontorslokaler?
- 2) Vilka tekniska lösningar kan användas för att reducera fälten?
- 3) Leder dessa tekniska lösningar till andra risker med t ex elsäkerhet?
- 4) Hur påverkar de föreskrifter för elinstallation som nu gäller, respektive finns i förslag, styrkan hos de kraftfrekventa magnetfälten?
- 5) Går det att uppskatta kostnaderna för att reducera magnetfälten?

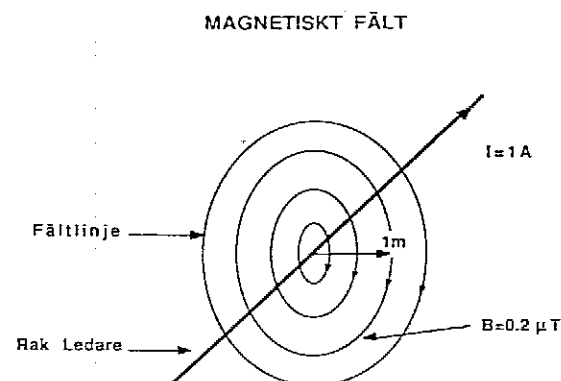
I denna studie har vi sökt svaren på dessa frågor. Om de fortsatta epidemiologiska studierna skulle visa att det misstänkta sambandet mellan kraftfrekventa magnetfält och cancer är verkligt, så är det av stor vikt att ha ökade kunskaper om möjligheterna att minska magnetfältens styrka i lokaler med "förhöjda" magnetfält. Målet för denna studie är alltså inte att undersöka om det finns något samband mellan magnetfält och cancer, utan att skapa kunskap om möjligheterna att reducera magnetfälten. För att kunna ge uttömmande svar på de 5 ovanstående frågeställningarna krävs en ganska omfattande insats. Vi har valt att starta med ett mindre pilotprojekt.

I pilotprojektet har vi valt ut några arbetslokaler med förhöjda magnetfält och genomfört olika åtgärder för att minska fälten. Vi har koncentrerat oss på reduktion av magnetfält som beror av elinstallationen (vagabonderande strömmar, ojämn fasbelastning, nätstationer etc).

¹ Med "förhöjda" magnetfält avses i detta sammanhang fält med ett medelvärde över ca $0,2 \mu\text{T}$ i lokalen. Undersökningar av magnetfält i bostäder tyder på att storleksordningen 10% av bostäderna har magnetfält över $0,2 \mu\text{T}$. Andelen arbetslokaler med förhöjda magnetfält torde inte vara mindre.

Vad är magnetfält?

Magnetiska fält uppstår när det går ström i en ledning. Låt oss ta ett enkelt exempel, en rak enkelledare i vilken det går en ström I . Runt ledaren kommer nu ett magnetfält att bildas, se figur 2.



Figur 2: Magnetfält runt rak enkelledare bildar slutna fältlinjer.

Om strömmen är 1 A , blir den magnetiska flödestätheten på 1 m:s avstånd $0,2 \mu\text{T}$.

Om vi istället för enkelledaren har en dubbelledare där strömmen går till en inkopplad last i ena ledaren och tillbaka i den andra ledaren så kommer det att uppstå ett fält kring vardera ledaren. Då strömmen går åt olika håll i de båda ledarna kommer magnetfälten att vara motriktade varför de i stort sett tar ut varandra. Villkoret för att fälten helt skall ta ut varandra är att strömmarna är lika stora och att ledarna befinner sig i samma punkt. Det senare villkoret är naturligtvis aldrig helt uppfyllt för normala ledare varför det blir ett svagt restfält från exempelvis tvåledarsladden till en glödlampa.

Resonemanget kan utsträckas till flera ledare. En trefaskabel med tre fasledare och en nolledare ger endast ett svagt fält om lika mycket ström går fram som åter. En kraftledning är en trefasledare som normalt är i balans strömmässigt. Här är dock ledarna separerade med ett antal meter varför fälten ej helt tar ut varandra.

Utsträckningen från olika källor till magnetfält skiljer sig. En stor högspänningsledning kan ses som tre sinsemellan fasförskjutna utsträckta linjekällor. Fältet från en linjekälla avtar som $1/r$. Beroende på att

fältet från de tre fasledarna i en högspänningsledning till stor del tar ut varandra, får vi ett snabbare avståndstagande. Detta avståndsavtagande innebär att förhöjda nivåer kommer att finnas i en zon av storleksordningen 100–200 m ut från en stor högspänningsledning (220–400 kV). I ett hus som befinner sig inom denna zon kan man mäta förhöjda nivåer i hela huset då normalt byggnadsmaterial har försumbart skärmande inverkan på magnetiska fält.

Den maximala flödestätheten direkt under en 400 kV-kraftledning som går med full effekt är ca 30 μT . Femtio meter ut är man nere i några μT . För att komma ner till 0,1 μT får man gå ca 200 m ut från ledningen. Ledningarna går oftast med reducerad effekt varvid motsvarande reduktion av fältet fås. Högspänningsledningar för lägre spänning ger betydligt smalare zoner med förhöjda magnetfält. Detta beror på lägre strömmar i ledningen och mindre fasavstånd.

Om vi istället ser på fältet från en liten elektrisk apparat så kan vi betrakta den som en punktkälla varifrån fältet avtar ungefär som $1/r^3$. Detta är ett mycket snabbare avståndsavtagande. Källan till fälten är ofta nättransformatorn vars kärna kan vara underdimensionerad i framför allt små apparater typ batterieliminators, klockradio, väckarklocka, nätslutens kalkylator etc. Genom att kärnan är underdimensionerad kommer ej allt magnetfält att gå i kärnan utan ett betydande läckfält kommer att uppstå kring apparaten. Inom 10 cm från apparaten uppmäter man ej sällan flödestätheter på 10–100 μT . Detta innebär att riktigt nära vanliga apparater har vi högre flödestätheter än direkt under en 400 kV-kraftledning. Den stora skillnaden är det snabba avståndsavtagandet från den lilla apparaten. Flödestätheten har ofta gått ner till 0,1 μT på ca 1 m:s avstånd.

Avståndsavtagandet för fält som beror på obalansströmmar i husets ledningar ligger någonstans mellan $1/r$ och $1/r^3$. Vid ledningar med obalansströmmar förhöjs fältet lokalt. Om ledningarna är dragna i stora delar av byggnaden kan obalansströmmarna ge en generell förhöjning av fältet i hela byggnaden.

Mätteknik

Före publicerandet av studierna om ett eventuellt samband mellan barncancer och magnetfält fanns det inget större intresse av att mäta svaga 50 Hz-magnetfält. Detta visade sig bli att det ej fanns några lämpliga mätinstrument på marknaden för att mäta svaga 50 Hz-fält. Vi har för detta projekt i samarbete med Radians Innova AB utvecklat ett bärbart direktvisande mätinstrument. Instrumentet mäter samtidigt tre vinkelräta magnetfältskomponenter och bildar vektorsumman vilken visas på ett visarinstrument. Genom detta förfarande är instrumentet mycket lättanvänt då rätt värde visas oberoende av mät huvudets orientering. Användandet av instrumentet kräver ej någon speciell träning eller inläring varför det bör kunna användas av eldistributionsföretag, hälsovårdsmyndigheter och övriga som har intresse av att mäta svaga lågfrekventa magnetfält. Eftersom flödestätheten ofta varierar kraftigt i tiden har även ett långtidsregistrerande mätsystem tagits fram. Med hjälp av detta system kan man få en mer rättvisande bild av flödestäthetens nivåer.

Källor till magnetfält

Det finns många möjliga källor till magnetfält i hus. Vi kan dela in källorna i tre grupper:

- 1) Fält som kommer utifrån, vilket främst gäller hus som ligger nära kraftledningar. Både luftledningar och kablar i marken kan ge fält. Även strömmar i vatten-, gas- och fjärrvärmeledningar kan ge magnetfält.
- 2) Fält som beror på obalansströmmar i husets el-, vatten-, ventilation- och värmeledningar.
- 3) Fält som kommer från elektriska apparater.

Källor som kan ge upphov till förhöjda magnetfält i hela eller delar av byggnader är av de två första typerna. Fält från elektriska apparater ger däremot enbart upphov till mycket lokala förhöjningar. Detta gäller dock ej för stora elektriska anläggningar såsom nätstationer. I en nätstation transfor-

meras högspänning (oftast 10 kV) till en nätspänning (220/380 V).

Magnetfältreducering — vagabonderande strömmar

I denna studie har vi framför allt koncentrerat oss på att reducera magnetfält som uppkommit pga strömmar i vatten-, ventilation- och värmeledningar. Dessa strömmar, som benämnes vagabonderande strömmar, är strömmar som istället för att gå tillbaka till elverket via nolledaren går via skyddsjord och jordade installationer som tex vattenledningsrör, fjärrvärmerör, byggnadsarmering etc. Genom att strömmen ej går tillbaka via elverkets kabel är det ej längre balans i denna varför magnetfält uppkommer. Likaledes bildas magnetfält kring den ledning som strömmen går i, som tex vattenledningen.

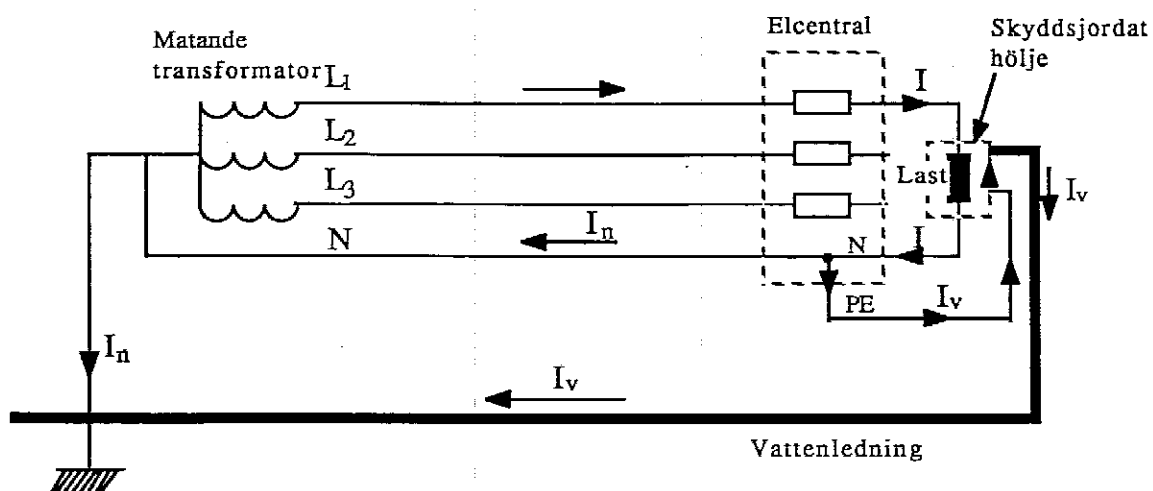
Figur 3 visar ett 4-ledarsystem. Strömmen I som uppkommer då man belastar nätet med en last, har två vägar att gå från elcentralen till den matande transformatorns jordning. Dels kan obalansströmmen välja att gå via nolledaren (I_n) som det är tänkt och dels via skyddsjorden (I_v) och vattenledningen till transformatorns nollpunkt. Om då den matande transformatorns jord är i förbindelse med vattenledningsnätet har strömmen mycket lätt att ta sig den vägen. En obalans uppträder därför i kabeln mellan transformator och elcentral eftersom inte lika mycket ström går fram

som tillbaka, dvs $I \neq I_n$ (I_n = ström i nolledaren). Obalansströmmen ger i sin tur upphov till ett magnetfält, både runt PE-ledaren (skyddsjordledaren), matarkabeln och vattenledningen.

Det finns flera åtgärder som man kan vidtaga för att minska vagabonderande strömmar. Man kan öka resistansen i den "felaktiga" ledaren (tex vattenledningen), minska resistansen i nolledaren till den matande transformatorn, eller utjämna fasbelastningen så att strömmen i nolledaren reduceras. Det finns flera goda skäl att utjämna fasbelastningarna, inte minst ur elproduktionssynpunkt. Åtgärden är dock svår att genomföra fullt ut, då man normalt ej har någon kontroll på när enstaka enfaslaster slås till och från. Jämn fasbelastning i ett hus är inte heller någon garanti mot vagabonderande strömmar.

En annan åtgärd som är mycket effektiv är att införa konsekvent femledarsystem. Vid nyinstallation uppskattas extrakostnaden till några procent av totala anläggningskostnaden. Att ändra befintliga system är avsevärt dyrare.

Den troligen mest effektiva åtgärden, sett till kostnad och resultat, är att öka resistansen i den "felaktiga" ledaren för att på så sätt tvinga tillbaks strömmen rätt väg. För vatten- och värmeledningar kan detta ske genom att ersätta en bit av ledningen med ett icke-ledande material (tex plast). Om man använder denna metoden för att minska de vagabonderande strömmarna är det



Figur 3: Schematisk bild av ett 4-ledarsystem. Man ser att strömmen har två vägar att gå från elcentralen eftersom skyddsjordledaren där är sammankopplad med nolledaren.

viktigt att man hittar alla källor till överledning mellan el och övriga ledningsnät, annars kan strömmarna hitta nya "felaktiga" vägar.

Alla åtgärder som vidtas för att bryta upp den vagabonderande strömmens väg måste göras med beaktande av elsäkerheten. Som i allt skyddsarbete så gäller det att man inte genomför förbättringsförsämringar, dvs man minskar en eventuell risk (magnetfält) men ökar istället en välkänd risk (elolycksfall).

Vi har i studien minskat de magnetiska fälten i två lokaler genom att höja resistansen i den "felaktiga ledaren". I Gatukontorets lokaler på Willingsgatan i Göteborg skedde överledningen mellan el och vatten nät via en kaffeautomat som var ansluten till vattenledningsnätet via ett kopparrör. Det visade sig att upp till 3 A gick i vattenledningen till kaffeautomaten. Mätningar med långtidsregistrerande mätutrustning placerad nära vattenledningsröret visade att dagmedelvärdet för fältet låg vid ca 1,5 μT . På nätterna var medelvärdet något lägre (ca 1 μT). Under arbetsdagen närmade sig timmedelvärdet vissa dagar 3 μT .

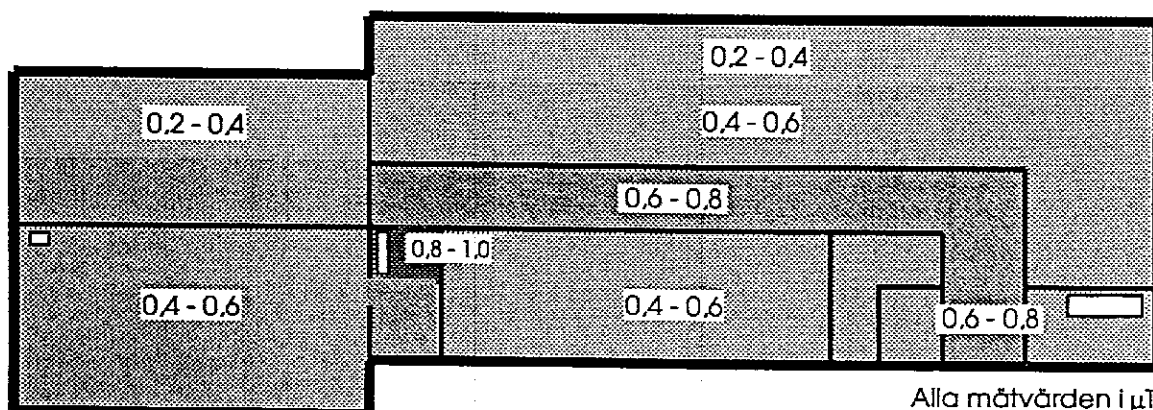
För att stoppa överledningen vid kaffeautomaten ersattes en bit av kopparröret av plastslang. Denna enkla åtgärd tog ungefär en halvtimme och kostnaden för materialet var ca 60 kr. Efter att överledningen stoppats gjordes en ny långtidsregistrering. Under icke-arbets tid reducerades fältet med 80–90 % och låg nu stadigt runt 0,25 μT . Under arbetstid kunde fältet gå upp till 0,9

μT men i allmänhet låg dock medelvärdet under arbetstid vid 0,6–0,7 μT .

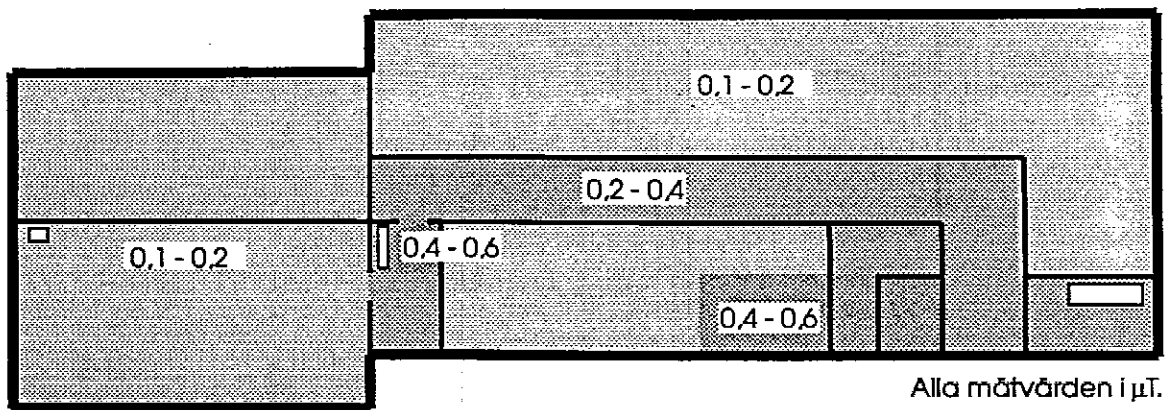
Arbetet i Gatukontorets lokaler visar att man ibland inte behöver göra stora kostsamma åtgärder för att reducera magnetfältet. I lokalerna fanns bara en överledning mellan el- och vattennät vilket gjorde arbetet enkelt.

Har man flera överledningsmöjligheter i lokalen blir problemet mer komplext. Ett exempel på en lokal med flera överledningar är Ale kommunkontors annex i Alafors. Annexbyggnaden försörjs centralt med värme ifrån panncentralen. Via en värmeshunt regleras det inkommande varmvattnet till ett flätpaket som värmer upp tilluften. De inledande mätningarna i byggnaden visade en bakgrundsflödestäthet på mellan 0,3 och 0,8 μT . Till följd av att en stor kopieringsmaskin vid kopiering snedbelastade elnätet, kunde kraftiga variationer ses i flödestätheten i hela byggnaden. Fältet varierade ca 0,4 μT i takt med pappersmatningen i maskinen.

I en luftfuktarens tillvattenledning uppmättes strömmar på över 3 A, vilket motsvarade den läckström som uppmätts i inkommande kabel till elcentralen. En bit av vattenledningen ersattes därför av plastslang för att stoppa den vagabonderande strömmen i detta rör. Mätningar av magnetfältets flödestäthet efter denna åtgärd visade att fältet hade minskat i den del av byggnaden där luftfuktaren var placerad. I andra delar av byggnaden hade flödestätheten snarare ökat.



Figur 4: Karta över flödestätheten i Ale kommunkontors annexbyggnad innan åtgärder. De kraftiga pendlingarna i fältet gör att värdena måste ses som ungefärliga. Både högre och lägre värden har uppmätts, ibland med 40 % variation från de värden som redovisas i figuren.



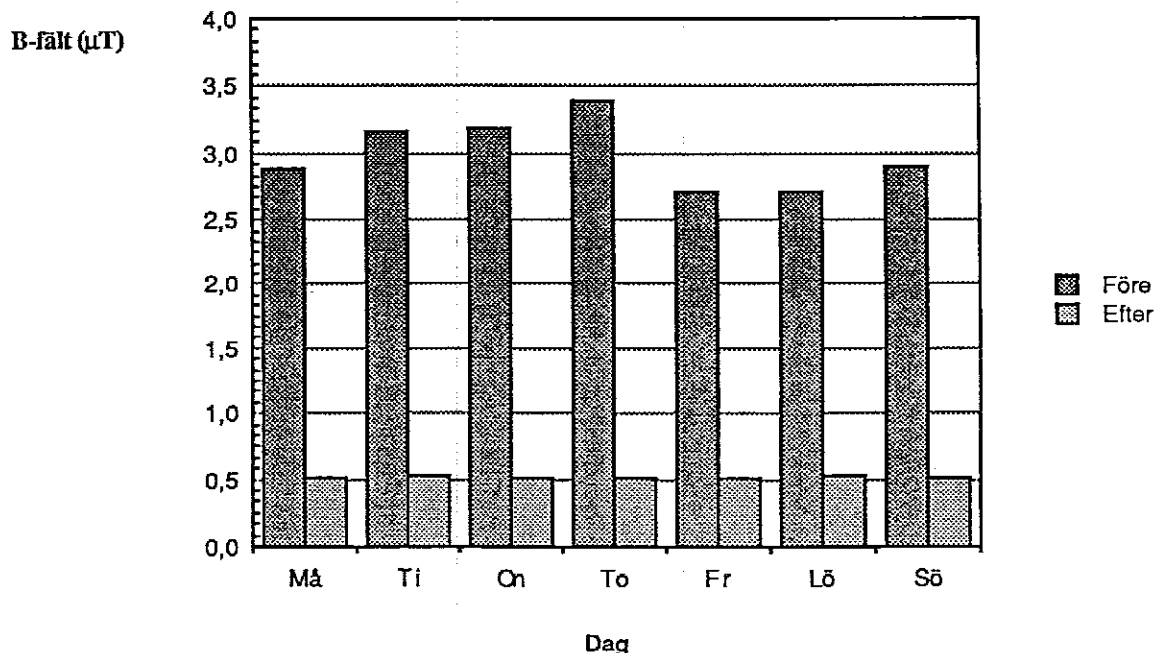
Figur 5: Karta över flödestätheten i annexbyggnaden efter slutlig åtgärd. Man ser att fältet minskat i hela byggnaden. Flödestätheten är nu inte längre markant större i korridoren.

Det visade sig att den vagabonderande strömmen hade hittat nya vägar att gå. Vagabonderande strömmar upptäcktes nu i fläktsystemets reglercentral, i värmeledningarna till och från värmeshunten och i spjällmotorn. Ett flertal åtgärder vidtogs för att stoppa de oönskade strömmarna. Den sista åtgärden, och den mest effektiva, var att öka resistansen i samtliga fyra rör till värmeshunten. Detta gjordes på liknande sätt som tidigare nämnts, genom att ersätta en bit av rören med ett icke-ledande material.

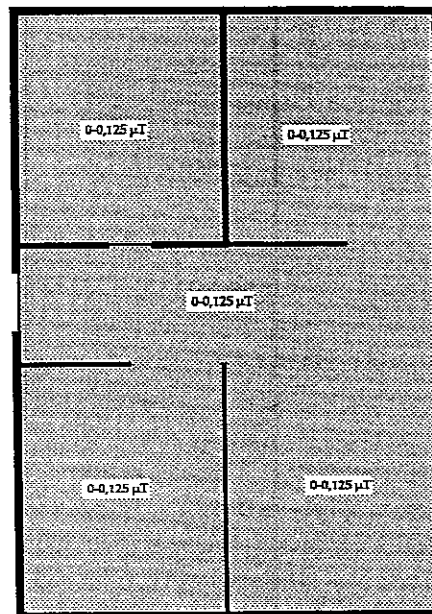
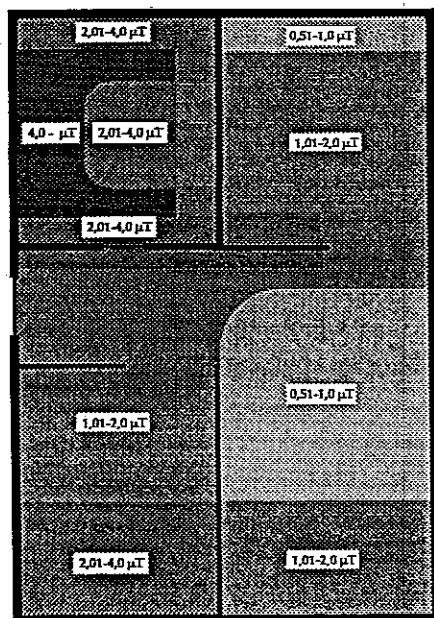
Även i en förhållandevis liten byggnad som annexbyggnaden, kan det finnas många och komplicerade överledningskällor, varför det inte nödvändigtvis är enklare att minska fältet i mindre hus.

Den tidigare nämnda åtgärden att minska resistansen i nolledaren mellan elcentral och nätstation är ofta svår att genomföra. Om det dock föreligger ett fel på nolledaren så att resistansen är onödigt hög genom att tex nollskruvarna är dåligt åtdragna, är åtgärden relativt enkel. Ett exempel på denna typ av åtgärd för att minska de vagabonde-

Dalaskolan, Göteborg. Dagmedelvärde av flödestätheten B.



Figur 6: Dygnsmedelvärde av den magnetiska flödestätheten på Dalaskolan före och efter åtgärd.



Figur 7: Ritning visande utbredning av fältets flödestäthet på golvnivå i ritkontoret före och efter åtgärd.

rande strömmarna är Dalaskolan i Göteborg. Vid byte av vattenmätare upptäckte VA-verket att stora strömmar gick i vattenledningen i skolan. En mätning gav en strömstyrka på över 10 A. Denna relativt stora ström påverkade det magnetiska fältet i hela byggnaden. De starkaste fälten mättes dock upp i matsalen, den del av byggnaden där huvudvattenledningen kom in. Här kunde man se flödestätheter på upp till 18 μT på ca 2 dm avstånd från ledningen. Normalt pendlade dock styrkan mellan 5 och 10 μT i närheten (< 1 m) av ledningen.

Energiverket konstaterade att anledningen till den höga strömmen i huvudvattenledningen var att nollans anslutning inte var tillräckligt lågohmig. Därför hade strömmen mycket lättare att ta sig ut "fel" väg genom vattenledningsnätet. Energiverket åtgärdade detta genom att dra åt nollskruvar för att förbättra nollanslutningen. Åtdragningen av nollskruvarna medförde att strömmen i vattenledningen minskade från över 10 A till ca 2,5 A.

Magnetfältreducering — nätstation

I vår studie ingår ett kontor som var beläget i våningen över en nätstation. Detta kontor

var intressant, då det sedan tidigare var beslutat att nätstationen skulle flyttas. Vi kunde därför mäta magnetfält före och efter utflyttningen. I detta kontor fann vi det högsta medelfältet i studien. Starkast magnetfält fanns i de delar av kontoret som låg över transformator och strömskenor. Alldeles ovanför strömskenorna uppmättes de högsta värdena, som mest upp till 7 μT vid golvnivå och 2,3 μT vid en meters höjd. I övriga delar av rummet varierade fältet mellan 0,7 och 3 μT vid golvnivå och mellan 0,6 och 1,3 μT på en meters höjd. En mätning i korridoren från ritkontoret visade att magnetfältet från transformatorstationen avklingade relativt snabbt. På ca 20 meters avstånd från ritkontoret var fältet nere i samma styrka som i övriga huset, dvs runt 0,1–0,15 μT . Detta har sin förklaring i att de tre fasskenornas fält kompenserar varandra på längre avstånd.

Mätningar efter utflyttning av transformatorstationen visade att flödestätheten reducerats kraftigt. Inga värden större än 0,1 μT mättes upp. I genomsnitt var nu fältets flödestäthet i ritkontoret 0,05 μT . Mätvärdena var nu i stort sett konstanta i höjddled. Att flytta ut nätstationen till en separat byggnad var ett mycket effektivt sätt att reducera magnetfältet. Tyvärr är

detta en mycket kostsam åtgärd, i det aktuella fallet beräknades kostnaderna till ca 500 000 kr.

De förhöjda fälten från nätstationen berör först och främst de rum som ligger omedelbart intill samt ovanför och under nätstationen. Förhöjda fält kan ofta uppmätas kring de kablar som går till och från nätstationen. Som framgår av exemplet ovan är förläggning av nätstationen i en separat byggnad som ej direkt angränsar till andra rekommendabel ur magnetfältsynpunkt.

Det vore önskvärt om man vid nybyggnation övervägde en separat byggnad som första alternativ. I stadskärnorna är detta ofta ej möjligt då det inte finns någon ledig mark att placera nätstationen på. En mängd faktorer förutom magnetfälten måste vägas in såsom marktillgång, arkitektonisk utformning, utrymningsvägar, explosionsevakering, kostnader m.m. Även om nätstationen placeras inne i en fastighet så finns det åtgärder för att minska magnetfältet i närliggande lokaler.

Per G Forsgren och medarbetare vid Stockholm Energi har utfört lovande försök med skärmning av nätstationer. Skärmning av lågfrekventa magnetfält är svårt och ej speciellt välstuderat. Det är mycket lättare att skärma elektriska fält och högfrekventa elektromagnetiska fält. Försöken vid Stockholm Energi visar att det är möjligt att använda skärmning för att reducera 50 Hz-magnetfält. Detta är ett område som borde studeras vidare.

Kostnader för magnetfältreducering

Kostnaderna för att reducera magnetfälten varierar starkt för de olika fallen. I småhus är installationerna ofta ej så komplicerade. Om det finns förhöjda fält beror de i allmänhet på vagabonderande strömmar. Vid nybyggnation används ofta plastvattenledningar varvid vagabonderande strömmar ej uppkommer i dessa. I äldre hus med metallvattenledningar kan det ofta räcka med att ersätta en bit av metallröret med ett plaströr i den inkommande vattenledningen. Kostnaden för en sådan åtgärd ligger i intervallet 1 000–3 000 kr beroende på led-

ningens dimension, åtkomlighet med mera (uppgift från VVS-installatör hösten 1988). I ett större hus kan det finnas många överledningar för den vagabonderande strömmen varför fler strömvägar måste brytas upp. Kostnaden blir då högre.

Till de ovan angivna kostnaderna måste läggas arbetstid och mätinstrumentkostnad för att kartlägga magnetfältets källor och komma fram till lösningar. Kostnaderna för detta varierar naturligtvis med problemets komplexitet. I dagsläget när endast ett fåtal personer behärskar tekniken för mätning och analys så ligger troligtvis denna kostnad i många fall högre än kostnaden för de direkta åtgärderna. Om det blir krav/intresse för dessa åtgärder i större skala bör man utbilda VVS- och el-installatörer i denna teknik. Om samma person kan genomföra mätningar, analys och åtgärder bör avsevärda kostnadsvinster göras.

Om man *hypotetiskt* skulle antaga att man vill vidtaga åtgärder för att reducera magnetfältet i byggnader med flödestätheter över 0,2 μT så skulle detta innebära mycket omfattande åtgärder. Barncancerstudierna tyder på att ca 10 % av alla bostäder har över 0,2 μT . Andelen lokaler med förhöjda flödestätheter i övriga byggnader är troligtvis ej lägre. En strikt gräns vid 0,2 μT skulle inte gå att genomföra i arbetslivet. Om man skulle vilja begränsa allmänbefolkningens exposition till 0,2 μT som medelvärde över ett dygn så är det möjligt att detta skulle kunna uppnås. Vi har idag alldeles för dåliga data för att beräkna kostnaden för de åtgärder som i så fall skulle krävas. De uppskattningar som kan göras idag får ses som gissningar där man får vara glad om de hamnar inom rätt tiopotens.

Vi har inom denna pilotstudie främst studerat åtgärder mot obalansströmmar i hus. Om vi antar att 200 000 hus har förhöjda magnetfält p.g.a. obalansströmmar och att åtgärderna kostar 10 000 kr per hus i medeltal så skulle det ge en kostnad på 2 miljarder kr. Till detta kommer åtgärder för de hus som har förhöjda fält till följd av yttre källor respektive elektriska apparater. De åtgärder som kan vidtagas i dessa fall är främst en modifiering av kraftledningens utformning. Kostnaderna för detta är av-

sevärda, men vi har för lite data för att göra en total uppskattning av hur stora de är. Som exempel kan nämnas att en 400 kV-ledning kostar ca 1,5 milj kr per km.

Vattenfall har börjat använda en ny konstruktion, den så kallade T-stolpen, där faserna ligger i en triangel. Med detta förfarande får man, grovt sett, en halvering av magnetfältet kring ledningen. Ledningar med T-stolpe blir ej dyrare än konventionella ledningar. T-stolpen kan dock ej användas i tätorter då den behöver stagas. En ostagad tätortsvariant skulle kosta mellan 2,4–2,8 milj kr per km. Kostnaden kan ej anges exakt då den beror på markförhållandena. Om man skulle lägga en 400 kV-ledning i kabel (vilket ytterligare reducerar magnetfältet) skulle kostnaden bli 20 ggr högre än för den konventionella ledningen. Ovanstående kostnadsuppskattningar bygger på uppgifter från Rolf Lindgren, Vattenfall.

Fält som beror på elektriska apparater kan reduceras genom annan utformning eller skärmning av källan respektive att öka avståndet till källan. Kostnaden för dessa åtgärder spänner från ingen kostnad för att flytta en liten apparat som tex en klockradio från 1 dm till 1 m från huvudkudden, till en kostnad på 0,5–1 miljon kronor för att flytta ut en nätstation till en separat byggnad. Åtgärden att flytta på småapparater kan verka löjlig men den kan mycket väl halvera dygnsexponeringen för en i övrigt lågexponerad person. Flödestätheten på någon dm:s avstånd uppgår ofta till 1–10 μ T från små elapparater. På en meters avstånd är flödestätheten oftast nere i rummets bakgrundsvärde.

Vid nyinstallation kan man skärma nätstationer, kostnaden uppskattas till 50 000–100 000 kr per station. Vi har inga uppgifter på i hur många hus det finns nätstationer där människor uppehåller sig stadigvarande i kringliggande rum. Uppskattningsvis torde det vara flera tusen nätstationer varför den totala kostnaden för att åtgärda dem skulle vara i storleksordningen 1 miljard kronor.

Vi ser av ovanstående att kostnaderna för att reducera magnetfältsexponeringen av allmänbefolkningen till så låga värden som

0,2 μ T kräver stora insatser. De nämnda beloppen, i storleksordningen miljarder, får mer ses som en intelligent gissning än som verklig kostnadsuppskattning. Om man skulle införa samma gränsvärden för yrkesexponering som för de ovan diskuterade för allmänbefolkning skulle det leda till mycket stora problem inom vissa yrkesgrupper. Det är tex tvivelaktigt om man skulle kunna anpassa elektriska tåg så att så låga gränsvärden skulle kunna klaras. Om vi undantar denna yrkesexponering så ser vi att det är möjligt att reducera exponeringen av allmänbefolkningen men att kostnaderna är stora.

Förhoppningsvis kommer den nu pågående epidemiologiska forskningen att kunna ge ett klarare svar hur stora riskerna med förhöjda magnetfält är. Beroende på den riskuppskattningen får man väga risken mot andra risker i samhället och sedan satsa mest resurser där man får den största riskminskningen. Skulle man finna att riskerna med magnetfält har hög prioritet så ser vi att kostnaderna ej är små, men ej heller orimligt stora jämfört med den totala samhällsekonomin.

Fortsatt forskning

I denna pilotstudie har vi studerat några speciella åtgärder för att reducera magnetiska fält. Det finns många fler åtgärder som bör studeras närmare. Exempel på detta är olika skärningsåtgärder för rum, apparater och kablar, aktiv kompensering av magnetfält, fasutjämning av belastningar, ändrad konstruktion av magnetfältsalstrande apparater såsom strömskenor i lågspänningsställverk, elvärmesystem, tak- och golvvärme, strömslingor i husets sockel, kontorsmaskiner, lysrörs- och halogenbelysningar, värmeelement i vattensängar etc. Ett stort område är reduktion av yrkesexponering för tex elsvetsare, personal som arbetar med induktionsvärmare, lokförare, tågmästare m fl.

Mot bakgrund av den epidemiologiska forskningen om eventuella cancerrisker och de stora samhällsekonomiska kostnader som omfattande åtgärder skulle leda till, ser vi det som angeläget att den vetenskapliga

kompetensen stärks inom detta område. Ökade kunskaper om reduktion av lågfrekventa fält har ett stort värde, även om det skulle visa sig att hypotesen om ett samband mellan nätfrekventa magnetfält och cancer skulle vara felaktig. Ett exempel är problemet med bildskärmar och annan elektronisk apparatur som störs av fälten. Ett annat nyligen uppmärksammat problem är den sk elöverkänslighet som förefaller drabba ett ökande antal personer. För att skapa drägliga miljöer för dessa personer krävs förbättrade kunskaper om reduktion

av troligen både elektriska och magnetiska fält. Vi ser dessa problem som angelägna och är beredda att utföra fortsatt forskning inom området.

Rapporten

Magnetfält i kontorsarbetsmiljö (110 sid) kan beställas från Institutionen för teknisk elektronfysik, Chalmers Tekniska Högskola, 412 96 Göteborg, tel 031/72 19 00. Pris ca 100 kr.

Arbetsmiljövonden

Box 1122, 111 81 Stockholm
Tel 08-796 47 00 (vx)

ISSN 0283-6716 Norsiedts Tryckeri, Stockholm 1990. Best nr 626-1612-9