

YRKESMEDICINSKA KLINIKEN GÖTEBORG

Rapport från YMK nr 61

EXPONERING FÖR MAGNETFÄLT VID EN KLORFABRIK

Per Jonsson, civ ing, yrkeshygieniker, Yrkesmedicinska Kliniken

Lars Barregård, docent, bitr överläkare, Yrkesmedicinska Kliniken

Birgitta von Oldensköld, skyddsingenjör, Hydro Plast AB

Göteborg, november 1996

ISBN 91-7876-060-7

ISSN 0282-2199

SAHLGRENSKA SJUKHUSET
GÖTEBORGS UNIVERSITET

SAMMANFATTNING	3
INLEDNING	4
METODER FÖR UNDERSÖKNINGEN	5
Undersökta grupper	5
Undersökta platser	5
Mätinstrument	5
<i>Personburen mätare för magnetiska växelfält</i>	5
<i>Frekvensanalysator för växelfält</i>	5
<i>Mätare för statistiskt magnetfält</i>	6
Formulär om arbetsuppgifter	6
Statistisk bearbetning	7
UNDERSÖKNINGENS RESULTAT.....	8
KOMMENTARER TILL RESULTATET	11
Felkällor	11
Variation mellan arbetsdagar	11
Källor till magnetfälten	11
Jämförelse med andra undersökningar.....	12
MAGNETFÄLT - KUNSKAPSLÄGET OM RISKER.....	14
Expertgruppvärderingar och andra översikter.....	15
Undersökningar vid kloralkalifabriker	15
Gränsvärden 16	
Riskbedömning	16
REFERENSER	18

SAMMANFATTNING

Exponeringen för magnetfält har kartlagts hos anställda vid klorfabriken, Hydro Plast AB. För tidsvariabla fält har det skett genom heldagsmätningar med personburna instrument, vilka registrerar det lågfrekventa (30 -2000 Hz) magnetfältet var tionde sekund. Sammanlagt gjordes 27 heldagsmätningar på 20 personer inom 4 yrkesgrupper vid klorfabriken och 2 mätningar på 2 personer från huvudkontoret. Driftsförhållandena var under mätdagarna normala. Det genomsnittliga dagsmedelvärdet vid klorfabriken var 4,7 μT och det genomsnittliga medianvärdet var 1,6 μT . Dagtidsanställda hade i de flesta fall ett högre dagsmedelvärde, vilket till stor del kan förklaras av höga magnetfält i klorfabrikens matsal. För en och samma individ var variationen mellan olika mätdagars medelvärde i allmänhet måttlig.

Mätningar på bestämda platser där de anställda vistas har gjorts med ett annat instrument, med vilket också magnetfältets frekvens kan bestämmas. Man fann då att magnetfältet i närheten av elektrolysanläggningen var sammansatt av flera frekvenser, 50, 100, 150, 200 och 300 Hz, samtidigt. Den vanliga nätfrekvensen 50 Hz dominerar sällan. Det är oftare frekvenserna 100 eller 300 Hz som överväger. Detta visar att källan till lågfrekventa magnetfält i klorfabriken oftast är fluktuationerna hos den likström som flyter till cellerna. Fluktuationerna kan sägas vara rester av den trefas 50-periodiska växelström som likriktats, s k "ripple".

Slutligen har en kartläggning gjorts av det statistiska magnetfältets styrka i olika delar av fabriken. Typiska nivåer på de platser där de anställda ofta vistas är 5 - 20 mT i cellsalen och 1 -3 mT i övriga undersökta lokaler.

Undersökningen visar att exponeringen för både statistiska och lågfrekventa tidsvariabla magnetfält är ovanligt hög jämfört med svenska yrkesverksamma män i allmänhet. Exponeringen för de tidsvariabla fälten är jämförbara med vad man i en dansk undersökning funnit för svetsare på varv och elektroungsoperatörer.

INLEDNING

Under de senaste femton åren har en omfattande diskussion förts om risker för människan med elektriska och magnetiska fält. Risken för elektriska olycksfall är välkänd, men frågan som ställts är om elektriska eller magnetiska fält, som omger oss i vår arbetsmiljö och på fritiden, kan orsaka andra former av besvär eller sjukdom. Vissa människor upplever att hudbesvär eller andra symptom har samband med elektromagnetiska fält, så kallad el-känslighet. En del undersökningar, bl a i Sverige, har lett till misstankar om att magnetfält kan öka risken för cancer.

Vid klorfabriken, Hydro Plast AB används stora mängder elektrisk energi och de anställda vistas därför dagligen i närheten av elektriska ledare eller annan elektrisk utrustning. De starka statiska magnetfälten är välkända och man kan vänta sig att de anställda även är mera exponerade för tidsvariabla magnetfält än svenskar i genomsnitt. På grund av diskussionen om möjliga risker beslutade Hydro Plast AB att genomföra en kartläggning av de anställdas exponering för magnetfält och uppdraget gick till Yrkesmedicinska kliniken, Sahlgrenska sjukhuset. Syftet var att undersöka exponeringens omfattning, variationen mellan olika grupper av anställda och delar av fabriken samt att jämföra exponeringen med den som förekommer på andra svenska arbetsplatser.

Magnetfält alstras kring strömförande ledare. Fälten avtar snabbt med avståndet. Värden från mätningar av magnetfält i vissa punkter ger ofta inte tillräckligt mycket information om exponeringen för en viss person under hela dagen. Det gäller speciellt om man har ett rörligt arbete. För att få en bild av exponeringen krävs mätningar under längre perioder, helst hela arbetsdagar. För tidsvariabla magnetfält är det praktiskt att göra sådana mätningar med ett instrument som med täta intervall registrerar magnetfältet och som kan bäras av den anställde under hela dagen. Denna typ av mätningar har gjorts under senare år i bla USA, Sverige, Danmark och Canada. (Bracken 1993, Floderus 1993, Lindh 1991, Skotte 1994, Theriault 1994). Vi har valt samma metod för den här undersökningen och kan då också jämföra resultaten med de som framkom i de andra studierna. För att fastställa magnetfältens frekvens krävs dock annan utrustning, vilken inte är personburen och detsamma gäller för mätning av statiska magnetfält. Vi har därför kompletterat med speciella mätningar av statiska magnetfält samt mätningar av de tidsvariabla magnetfältens frekvens på olika platser i fabriken.

METODER FÖR UNDERSÖKNINGEN

Undersökta grupper

Från en lista på anställda vid Hydro Plast AB, vilka arbetar på klorfabriken, valdes slumpmässigt knappt hälften av personerna från följande 4 yrkesgrupper: Skiftoperatörer och dagtidsoperatörer i cellhuset, övriga dagtidsanställda och elektriker. Dessutom utvaldes två anställda från huvudkontoret, en kategori som antogs inte ha någon anmärkningsvärd exponering.

För att även få en viss uppfattning om variationen mellan olika arbetsdagar hos samma person gjordes hos 7 personer mätning under två dagar. Sammanlagt gjordes 29 heldagsmätningar på 22 olika personer under perioden 6 mars - 19 mars 1996, en period som kan anses vara representativ för normal drift vid fabriken. Alla 64 cellerna var i drift och strömstyrkan var ca 160 kA. Utlämning och hämtning av de personburna instrumenten samt dataöverföring av mätvärden gjordes av skyddsingenjören vid Hydro Plast AB.

Undersökta platser

För de stationära mätningarna av statiska magnetfält samt växelfältets frekvens valdes 15 platser i fabriken där de anställda vistas. Även matsal och ett konferensrum valdes. Mätningarna gjordes oftast på 100 till 120 cm höjd över golv.

Mätinstrument

Personburen mätare för magnetiska växelfält

Exponeringen för magnetfält mättes med 6 exemplar av en logger, ML-1, från Radians-Innova i Göteborg, figur 1. Instrumentet registrerar med valfritt tidsintervall den magnetiska flödestätheten i enheten μT (miljondels Tesla) oberoende av fältets riktning. ML-1 mäter inom frekvensområdet 30 - 2000 Hz. Vi valde för heldagsmätningarna ett tidsintervall på 10 sekunder, dvs instrumentet mätte och lagrade ett mätvärde var 10:e sekund. Loggern töms efter en dag på sina data med hjälp av ett särskilt dataprogram från tillverkaren, med vilket man också kan få ut enkel statistik och diagram för mätvärdena. Instrumentet bars i en liten väska vid höften eller i ett fåtal fall i bröstfickan. Instrumenten kontrollerades strax före undersökningens start. Vid jämförelser på vårt laboratorium av många olika exemplar av loggern, har vi också kunnat konstatera att mätresultaten blev identiska, både vid höga och låga fält, när instrumenten placerades på samma platser.

Frekvensanalysator för växelfält

För att bestämma vilka frekvenser som förekom i det magnetiska växelfältet valdes

ett relativt nyutvecklat instrument, BMM-3000 från Radians-Innova. Det registrerar oberoende av fältets riktning den magnetiska flödestätheten (μT) för området 5 - 2000 Hz. Med hjälp av ett smalbandsfilter kan även frekvensen väljas mellan 50 och 1500 Hz i 74 steg. Genom att svepa över detta område detekterades de frekvenskomponenter som förekom i olika delar av klorfabriken.

Mätare för statistiskt magnetfält

Vi använde RFL, modell 904 Gaussmeter med axiell mätprob 904-312 som registrerar den magnetiska flödestätheten (mT, tusendels Tesla). Mätprincipen bygger på "Hall-effekten" (Popovic, 1971). En enkel kontroll före och efter mätningen gjordes i YMK's laboratorium där en lång spole med konstant ström alstrade ett känt magnetfält. Till skillnad från ovan beskrivna instrument registrerar Gaussmestern endast en fältriktning. Vid mätningen riktades mätproben så att maximalt utslag på visarinstrumentet avlästes. Därefter vändes proben 180° och maximalt utslag med omvänd magnetpolaritet avlästes. Vi redovisar medelvärdet för de båda avläsningarnas absolutbelopp.

Formulär om arbetsuppgifter

Vid varje mätning fick den anställde ett formulär att fylla i, där arbetsställe och arbetsuppgifter under dagen angavs med klockslag.

Figur 1. Mätinstrument ML-1 från Radians Innova.



Statistisk bearbetning

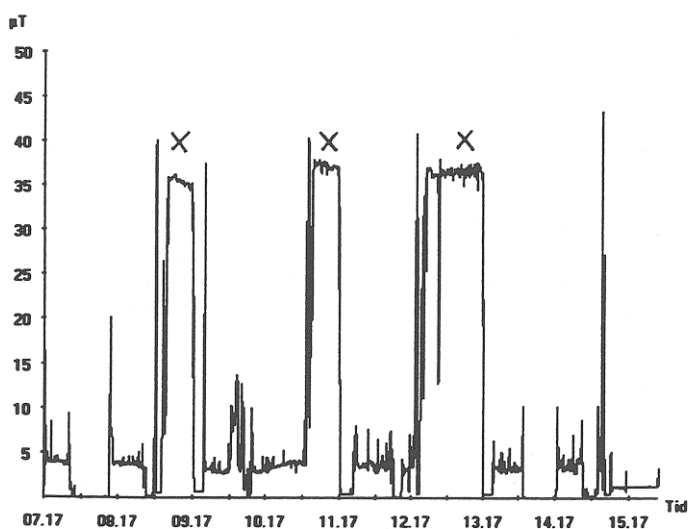
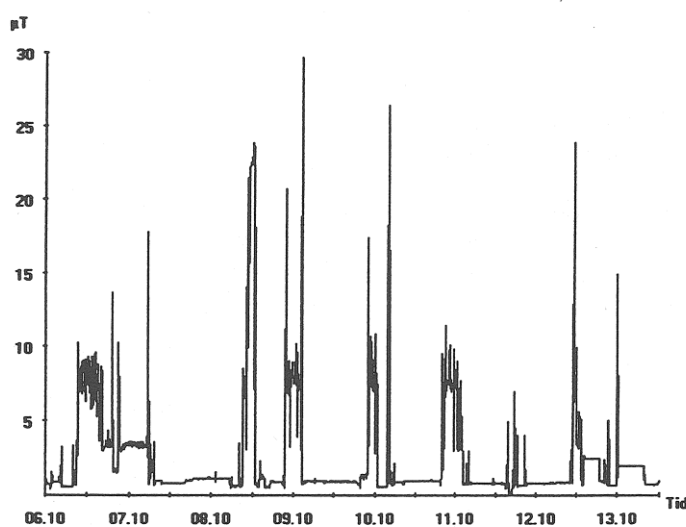
För varje mättdag beräknades medelvärdet för det magnetiska växelfältets styrka under hela dagen. Även medianen beräknades som motsvarar det värde där hälften av mätvärdena ligger högre och hälften ligger lägre. Ett enskilt mycket högt mätvärde har stor inverkan på medelvärdet men ej på medianen. Det maximala värdet registrerades också. I det fallet skall man dock komma ihåg att det maximala värdet som instrumentet kan registrera är $102 \mu\text{T}$. Därefter beräknades för varje yrkesgrupp medelvärdet av dessa olika mått (dagsmedelvärde, median och maxvärde). Ett skäl till att flera olika mått på exponeringen beräknats är att man skall kunna jämföra med resultaten från andra undersökningar. I dessa har man räknat ut både medelvärden och medianer eftersom det inte finns någon kunskap om vilket mått som bäst skulle spegla en eventuell risk.

I en del fall gjordes mätningar flera dagar på samma individ. Variationen mellan olika arbetsdagar för samma individ har angetts genom den så kallade variationskoefficienten (standarddeviationen dividerad med medelvärdet). Med så kallad variansanalys jämförde vi också de olika yrkesgruppernas exponering för magnetfält. Vi prövade om de skillnader som sågs var statistiskt säkerställda eller om de rimligen kunde förklaras av den slumpmässiga variationen.

UNDERSÖKNINGENS RESULTAT

Två exempel på magnetfältmätningar under en arbetsdag ges i figur 2. Man ser att de mätvärden som registreras var 10:e sekund kan variera starkt under en dag beroende på arbetsuppgifter eller plats. Varje mättag registreras några tusen mätvärden och under de 29 mättagarna insamlades drygt 80.000 mätvärden.

Figur 2. Exempel på magnetfält under två olika arbetsdagar. I den ena fallet (överst, skiftoperatör) blev medelvärdet $2,4 \mu\text{T}$ och medianvärdet $1,0 \mu\text{T}$. Man ser de periodiska "ronderna i cellsalen". I det andra fallet (nederst, dagoperatör) blev medelvärdet $9,4 \mu\text{T}$ och medianvärdet $3,5 \mu\text{T}$. Observera här de tre tydliga perioderna i "rast i matsalen" markerade med x i figuren.



Resultatet för de olika yrkesgrupperna sammanfattas i tabell 1. De kontorsanställda har som väntat de lägsta magnetfälten. Av de övriga har dagoperatörer i cellsal högst medelvärde, 9,1 μT . De dagtidsanställda hade högre värden än skiftarbetarna och den skillnaden var statistiskt signifikant. Medelvärdet för alla individer i grupp 1 - 4 är 4,7 μT , vilket är klart högre än för grupp 5. Det högsta dagsmedelvärdet för en individ under de 27 mätdagarna var 12,8 μT (dagoperatör, cellsal).

Tabell 1. Resultat vid mätningar av exponering för magnetfält hos olika yrkesgrupper vid Hydro Plast AB. Sammanlagt gjordes 27 heldagsmätningar med personburet instrument hos 20 individer. För varje mätdag beräknades medelvärde, median, max-värde. I tabellen visas medelvärden för dessa olika mått uppdelat på yrkesgrupper.

Grupp	Antal individer	Antal mätdagar	Magnetiskt växelfält, μT . Medelvärde för individernas:		
			Dagsmedelvärden	Medianer	Max värden
1. Skiftop, cellsal	11	11	2,2	1,0	44
2. Dagop, cellsal	5	8	9,1	3,5	57
3. Dagop, övriga	2	4	5,6	0,1	55
4. Elektriker	2	4	5,3	2,5	> 102 ^{*)}

Samtliga mätdagar för grupp 1 - 4	20	27	4,7	1,6	57
5. Kontorister	2	2	0,12	0,10	1,5

^{*)}Moment där instrumentets mätområde (102,3 μT) överskreds förekom under 3 av mätdagarna. Andelen mätvärden över 102 μT var låg. Vid en närmare granskning av alla mätdagar med sådana mätvärden finner man att tillfällena med kraftiga magnetfält oftast motsvarades av arbete vid ställverk eller transformator. Den totala tiden för de 3 dagarna var ca 3 minuter.

Tabell 2. Resultat av stationära mätningarna av statiska magnetfält, växelfält samt dess frekvenser vid 15 platser i fabriken där de anställda vistas. Exakta mätpunkter finns i originalrapporten. Frekvenserna är angivna i den ordning som ger högst bidrag till växelfältet. Inom parentes anges frekvenser som inte är framträdande.

	Statiskt fält (mT)	Växelfält (μ T)	Dominerande frekvens (-er) (Hz)
Kontrollrum			
mät punkt 1	0,8	0,9	50
2	0,8	0,8	100, 50, (150, 300)
3	3	2	300, 100, 150
Västra plattformen			
mät punkt 1	8,3	26 - 32	300
2	12	32	300
3	13	32	300
Östra plattformen			
Höjd 120 cm	20	13	100, 150, (300)
Golvnivå	44	28	100, 150, (300)
Norra sidogången	5,4	3	100, 150, (300)
Mittgången	8,4	8,0	100, 150, (300)
Södra sidogången	4,5	3,4	100, 150
Uppe på cell	8,0	4,5	100
Källaren	15	10	100, 150, (600)
Matsal			
mät punkt 1	2,2	25	100, 300
2	1,3	25	100, 50, 200, 300
Konferensrum			
Sitthöjd 100 cm	1,3	22	100, 200, (300, 50)
Golvnivå	1,6	40	100, 200, (50, 300)

KOMMENTARER TILL RESULTATET

Felkällor

Resultatet av undersökningen kan i viss mån påverkas av följande felkällor:

- 1) Mätinstrumentet har en högsta nivå som kan mätas. Denna är 102.3 μT för den personburna magnetfältsloggern ML-1. Om ett eller flera mätvärden ligger över den nivån blir förutom maxvärdet också medelvärdet för en mätdag för lågt. Vi har gjort speciella beräkningar av denna felkälla och då gjort ett ganska extremt antagande att det sanna värdet varit 1000 μT i de fall instrumentet visat 102.3 μT . För elektrikerna (grupp 4, tab 1) gällde detta tre av de fyra mätdagarna. Elektrikernas medelvärde skulle öka från 5,3 (tabell 1) till 6,8 μT . För samtliga 20 individer i grupp 1 - 4 skulle medelvärdet öka från 4,7 (tabell 1) till 5,0 μT . Medianen (1,7 μT) påverkas däremot ej.
- 2) Vid höga nivåer på det statiska magnetfältet (mer än 10 - 20 mT) mäts ferritkärnan i det personburna instrumentet ML-1. Detta resulterar i att för låga värden registreras. Eftersom vistelsetiden (10 - 20 min/dag för vissa personer) på sådana platser är kort blir inverkan av denna felkälla försumbar.

Variation mellan arbetsdagar

För en och samma individ var variationen mellan olika mätdagars medelvärde i allmänhet måttlig men för personen med störst variation uppmättes dagsmedelvärdena 3,5 resp 8,2 μT . Variations-koefficienten för 7 individer med dubbelmätningar var 29%.

Källor till magnetfälten

Orsaken till att dagtidsoperatörerna hade högre dagsmedelvärden än skiftoperatörerna är till stor del vistelsetiden i klorfabrikens matsal. Även grupp 3, "dagtidsoperatörer, övriga" vistas i denna matsal. Grupp 1, "skiftoperatörer" tillbringar rasterna i kontrollrummet och grupp 4, "elektriker", i el-verkstaden. Magnetfälten i matsalen ligger kring 25 μT och mer, liksom i konferensrummet och andra rum i närheten. Skälet till de högre fälten är att dessa rum är belägna strax ovanför likriktaranläggningen för strömmen till elektrolyprocessen. Även på västra plattformen, t ex vid tvättrännan, förekommer värden över 30 μT . Man kan göra ett räkneexempel och anta att man under raster hade vistats på en plats med magnetfältet 0,5 μT . Då hade dagsmedelvärdena för grupp 2, "dagtidsoperatörer, cellsal" minskat från 9,1 μT till 3,8 μT .

Jämförelse med andra undersökningar

Först på senare år har undersökningar gjorts av exponering för magnetfält med personburna mätningar under hela arbetsdagar. En av de första gjordes *i Sverige (Lindh och Andersson 1991)* som ett led i den sk Elmiljö-undersökningen. Man använde ett instrument, vilket vägde några kilo och såvitt vi vet aldrig blev kommersiellt tillgängligt. Magnetfältet registrerades var 15:e sekund. Man gjorde heldagsmätningar på anställda vid Vattenfall, Sydkraft, Stockholms Energi m fl och fann t ex för linjearbete 20 - 130 kV medelvärdet 1,2 μT och för elreparatörer, mekaniska reparatörer och maskinister på kraftvärmeverk 0,2 - 0,3 μT .

En större undersökning gjordes nyligen *i Sverige (Floderus 1995)*. Man använde ett instrument (EMDEX) som bars vid midjan i minst sex timmar och mätvärden registrerades varje sekund. Man valde slumpmässigt ut 1098 yrkesverksamma svenska män med viss åldersfördelning från elva län. Som framgår av tabell 3 nedan, var medelvärdet för dagsmedelvärdena 0.28 μT , vilket kan jämföras med 4,7 μT för grupp 1-4 vid Hydro Plast AB.

I Floderus undersökning ingick mycket få individer med yrken motsvarande dem i vår egen undersökning. I tabell 3 har vi angett resultaten för yrken med högst dagsmedelvärden och minst 4 mätningar. Antalet mätningar i de enskilda yrkesgrupperna, utom fastighetsskötare och elektriker, är så få att resultaten är osäkra. Man kan ändå lägga märke till att medelvärden och medianer inte alltid följs åt. Om skogsarbetare t. ex under 2 timmar om dagen arbetar med maskiner, vilka ger höga magnetfält, blir medelvärdet högt. Men om bakgrundsnivån i skogen är låg, kommer mer än 50 % av mätvärdena att ligga lågt. Alltså får skogsarbetaren ett lågt medianvärde.

En annan undersökning rapporterades nyligen från *Danmark (Skotte 1994)*. Det instrument man använde (Positron) bars i bälte vid höften och man registrerade ett mätvärde var 5:e sekund. Man undersökte exponeringen hos 301 personer, därav 129 anställda vid kraftverk, eldistribution mm. Man gjorde också mätningar på industrier där höga magnetfält kunde förväntas (svetsare på varv, arbetare vid elektrougnar etc) samt på kontorsanställda. Man räknade ut dagsmedelvärdet för varje mätdag. Bland kontorsanställda fann man ett medelvärde på 0.10 μT , vilket är ungefär detsamma som vi fick. Bland svetsare på varv, elektrougnoperatörer på stålvalsverk resp på kemisk fabrik var dagsmedelvärdena 23, 4,7 resp 33 μT . Man gjorde också mätningar av magnetfälten under icke arbetstid (dag och natt, hemma och "ute"). Man fann medelvärden kring 0.07 μT för alla yrkesgrupperna. Endast för enstaka personer var medelvärdena under icke arbetstid 0.5 - 1 μT . Man gjorde också 24 tim mätningar hos personer som bodde nära högspänningsledning. Deras medianvärde för icke arbetstid var 0.44 μT och för arbetstiden 0.10 μT .

Tabell 3. Resultat från en svensk undersökning av magnetfältsexponering hos 1098 svenska män i allmänhet samt hos några av yrkesgrupperna med högst exponering (Floderus 1995). I tabellen visas också resultaten för Hydro Plast AB.

Grupp	Antal mätningar	Medelvärde för individernas:	
		Medelvärde μT	Median- värde μT
Svenska män	1098	0.28	0.14
Skogsarbetare	9	2.48	0.05
Svetsare, gasskärare	13	1.9	0.19
Plåtslagare	10	1.59	0.12
Smeder	4	0.83	0.14
Driftsmaskinister	4	0.72	0.24
Fastighetsarbetare	32	0.69	0.12
Järnvägsexpeditörer	7	0.57	0.33
Postiljoner	10	0.43	0.37
Finmekaniker	7	0.49	0.20
Affärsföreståndare	6	0.47	0.44
Truckförare	17	0.45	0.11
Trädgårdsarbetare	9	0.41	0.09
Elektriker	29	0.40	0.14
Hydro Plast			
Grupp 1 - 4	27	4.7	1.6
Grupp 5, kontor	2	0.12	0.10

I en annan *amerikansk undersökning (Sahl m fl 1993)* av anställda vid Edison i Californien gjordes 776 heldagsmätningar under "typiska" arbetsdagar bland olika yrkesgrupper. Medelvärdet för 83 mätdagar på elektriker var 3 μT . Det är oklart vilka arbetsuppgifter elektrikerna hade. Kraftverksoperatörer (91 mätdagar) hade ett medelvärde på 1.1 μT .

Ett antal undersökningar (*Kromhout m fl 1995, Bracken 1993, Theriault m fl 1994*) har gjorts vid kraftbolag i *USA och Canada*. Medelvärden för olika yrkesgrupper har oftast legat kring 1-2 μT .

Exponeringen för magnetfält har kartlagts hos anställda vid Göteborg Energi AB. (*Barregård och Jonsson 1995*) Heldagsmätningar gjordes då med samma personburna instrument som i denna studie (Radians Innova ML-1) vilka registrerade magnetfältet var tionde sekund. Sammanlagt gjordes 81 heldagsmätningar på 42 individer inom 10 yrkesgrupper, vilka arbetar med produktion och distribution av energi samt 8 mätningar på 4 individer med kontorsarbete. För de förstnämnda 81 var medelvärdet för dagsmedelvärdena 0.47 μT och medelvärdet för medianvärdena 0.15 μT . För gruppen kontorsanställda var motsvarande värden 0.12 och 0.09 μT . Korta perioder med höga (> 10 μT) värden förekom framför allt vid ställverks- och nätstationsarbete. För en och samma individ var variationen mellan olika mätdagars medelvärde oftast stor.

För de flesta av ovan nämnda undersökta yrkesgrupper är 50 Hz dominerande frekvens till skillnad från klorfabriken på Hydro, där 100 eller ibland 300 Hz har större betydelse. Tyvärr saknas kunskap om vilka frekvenser som är mest relevanta för bedömning av exponeringsmättet.

MAGNETFÄLT - KUNSKAPSLÄGET OM RISKER

Många hundra vetenskapliga undersökningar har gjorts för att utröna eventuella skadliga effekter av elektriska och magnetiska fält. Några har varit experiment där försöksdjur eller celler utsatts för fält. Sådana experiment har också gjorts på människor, framför allt då på sådana personer, som upplever sig vara elöverkänsliga. De undersökningar, som engagerat myndigheter och forskare i Sverige och andra länder mest, är dock de epidemiologiska studier, i vilka cancersjuklighet hos grupper med exponering för magnetfält undersökts. Ett femtiotal sådana undersökningar har genomförts. I de flesta har man jämfört cancerinsjuknande under en viss tidsperiod hos personer som i yrket exponeras för magnetfält med det "normala" cancerinsjuknandet, dvs hos folk i allmänhet. I en del undersökningar har man i stället jämfört personer, som bor nära kraftledningar (eller som har andra exponeringskällor på fritiden), med andra personer.

Denna typ av epidemiologiska studier har ofta använts för att upptäcka nya risker i vår arbets- eller omgivningsmiljö. Men det finns också många felkällor och tolkningsproblem.

För en bedömning och sammanvägning av alla de vetenskapliga undersökningar som gjorts krävs därför speciell kompetens.

Expertgruppvärderingar och andra översikter

På senare år har en genomgång av kunskapsläget gjorts av forskare och andra experter i olika länder:

- 1) Brittiska Strålskyddsinstitutet (NRPB 1993). Man gör bedömningen att det ej finns bevis för cancer eller andra kroniska skador till följd av kraftfrekventa magnetfält. Man refererar till 436 undersökningar inklusive de senaste svenska från 1990-talet. En expertgrupp anser att en del talar för att risken för leukemi (blodcancer) är ökad för vissa grupper av arbetare, men att det inte går att avgöra om detta beror på magnetfält eller andra faktorer.
- 2) Danska Hälsovårdsdepartementets expertgrupp (SEIIS 1993). Man konstaterar att det, utifrån de epidemiologiska studierna finns en misstanke om att yrkesexponering för magnetfält ökar risken för leukemi (blodcancer) och hjärntumörer. Man gör en speciell genomgång av undersökningar av svetsare och anmärker att den yrkesgruppen är en av kraftigast exponerade, men att stödet för en förhöjd risk för leukemi eller hjärntumörer hos denna grupp är svagt.
- 3) I en rapport från Norges strålskyddsinstitut (Thommesen och Tynes 1994) gör två forskare en liknande genomgång som de ovan nämnda. Man konstaterar att epidemiologiska studier pekar på en ökad risk för leukemi och hjärntumörer vid yrkesexponering för magnetfält, men att det ej finns experimentellt eller teoretiskt stöd och att det inte går att skatta vilken hälsorisk en viss exponering skulle kunna innebära.
- 4) En svensk expertgrupp (Socialstyrelsen 1995) har gjort en omfattande (250 sidor) genomgång av kunskapsläget både när det gäller "elkänslighet", cancer och andra liknande frågor. Man anser att de epidemiologiska undersökningarna inte medger någon säker slutsats att exponering för elektriska eller magnetiska fält ökar risken för någon typ av cancer. Experiment på djur och celler har inte gett några belägg för cancerframkallande effekter av fälten. Det går dock inte att avvisa misstanken om ett risksamband, framför allt för barnleukemi (exponering i bostaden).

Undersökningar vid kloralkalifabriker

Av speciellt intresse för riskbedömningen av magnetfält vid en klorfabrik är förstås undersökningar av leukemi och hjärntumörer just bland klorfabriksanställda. Endast två sådana undersökningar har gjorts, den ena i Sverige och den andra i Norge.

I den svenska (Barregård m fl 1990) undersökte man förekomsten av cancer under en tjugofemårsperiod (1958-1982) hos 1190 arbetare vid samtliga åtta svenska kloralkalifabriker (EKA i Bohus, Hydro i Stenungssund, Billerud/Stora i Skoghall, Korsnäs-Marma/Diacell utanför Gävle, Skutskärsverken i Skutskär, SCA i Östrand utanför Sundsvall samt MODO och Ncb utanför Örnsköldsvik. Under den studerade tjugofemårsperioden inträffade 4 fall av hjärntumör mot 3 förväntade fall. Det inträffade 2 fall av leukemi mot förväntat knappt 2 fall. Skillnaderna är inte statistiskt säkerställda och kan således bero på slumpen. Inget enda fall inträffade på Hydro under perioden (1968-1982).

I den norska undersökningen (Ellingsen m fl 1993) ingick två fabriker och 674 arbetare: Hydro i Porsgrunn och Borregard i Sarpsborg. Man studerade förekomsten av cancer under 36 år (1953-1988). Man fann 2 fall av hjärntumör mot 2.5 förväntade och 0 fall av leukemi mot drygt 2 förväntade. Inte heller dessa skillnader var statistiskt säkerställda.

Det är inte känt hur stor exponeringen för tidsvariabla magnetfält är och har varit vid de andra svenska och norska fabrikerna. Men det finns anledning anta att man även vid de fabrikerna åtminstone haft genomsnittsnivåer som ligger klart över de som är vanliga för folk i allmänhet.

Sammantaget ger de två undersökningarna inget stöd för att arbete på kloralkalifabriker skulle öka risken för leukemi (2 inträffade fall mot ca 4 förväntade) eller hjärntumörer (6 inträffade fall mot ca 5.5 förväntade). Undersökningarna är dock egentligen för små för att några slutsatser skall kunna dras för dessa sällsynta tumörer. En förnyad genomgång sker nu för de svenska fabrikerna, där man kompletterar med perioden efter 1982.

Gränsvärden

I Sverige saknas hygieniska gränsvärden för magnetfält, något som beror på att kunskap för att fastställa sådana saknas. Socialstyrelsens expertgrupp har sammanfattat rekommendationer från internationella organ som ICNIRP (Internationella strålskyddskommissionen, 1992), EU (Europagemenskapen, 1993), ACGIH (USA:s förening för yrkeshygieniker, 1993) och Tyska strålskyddsmyndigheten 1994. För 50 Hz anger man nivån 500 μT (ICNIRP), 400 μT (EU), 1200 μT (ACGIH) och 100 (kontinuerligt) - 1000 (kortvarigt) μT (Tyskland). Då frekvensen ökar anger EU och ACGIH lägre värden, t ex 67 μT för 300 Hz (EU). I Sverige finns dessutom speciella rekommendationer för bildskärmsarbete från SWEDAC (0.25 μT , 50 cm framför skärmen) och vid nyetablering av barnaktiviteter i närheten av kraftledningar från Elsäkerhetsverket (0.2-0.3 μT).

Riskbedömning

Som framgår ovan finns det en viss misstanke om att exponering för magnetfält ökar risken för leukemi och/eller hjärntumörer, men inga bevis för att så är fallet. Det finns ingen anledning för oss att göra någon ny värdering av de många undersökningar som gjorts. Vi hänvisar här i stället till rapporten från Socialstyrelsens expertgrupp (Socialstyrelsen 1995), som är den senaste och en mycket noggrann och omfattande genomgång av kunskapsläget.

Det går alltså inte att svara ja eller nej på frågan om magnetfältsexponering i yrket innebär en ökad risk för cancer.

Det bör också noteras att de flesta undersökningar gäller fält vid 50 Hz medan något högre frekvenser dominerar i klorfabriken på Hydro Plast AB

Undersökningarna i de norska och svenska klorfabrikerna talar hittills inte för någon ökad risk för leukemi eller hjärntumör.

Om man trots att bevis för skadlighet saknas vill minska magnetfältsexponeringen för de anställda i klorfabriken kan man ta fasta på det som angetts ovan om källorna.

REFERENSER

Barregård L, Sällsten G, Järholm B. Mortality and cancer incidence in chloralkali workers exposed to inorganic mercury. *Br J Ind Med* 1990; 47:99-104.

Bracken TD. Exposure assessment for power frequency electric and magnetic fields. *Am Ind Hyg Assoc J* 1993;54:165-177.

Ellingsen D, Andersen, Nordhagen H P, Efskind S, Kjuus H. Incidence of cancer and mortality among workers exposed to mercury vapour in the Norwegian chlor-alkali industry. *Br J Ind Med* 1993; 50:875-880.

Floderus B, Persson T, Stenlund C. Lågfrekventa magnetfält i arbetsmiljön. Referensvärden och exponering i olika yrkesgrupper. *Arbete och Hälsa* 1995:1. Arbetsmiljöinstitutet, Solna, 1995.

Floderus B, Persson T, Stenlund C, Wennberg A, Öst Å, Knave B. Occupational exposure to electromagnetic fields in relation to leukemia and brain tumours: a case-control study in Sweden. *Cancer causes and Control* 1993;4:465-476.

Kromhout H, Loomis DP, Mihlan LA et al. Assessment and grouping of occupational magnetic exposure in five electric utility companies. *Scand J Work Environ Health* 1995; 21:43-50.

Lindh T, Andersson LI. Elektriska och magnetiska fält i elkraftindustri. *Arbete och Hälsa* 1991:3. Arbetsmiljöinstitutet, Solna, 1991.

National Radiological Protection Board (NRPB). Restrictions on human exposure to static and time varying electromagnetic fields and radiation. Documents of the NRPB, Volume 4, No. 5, 1993.

Popovic B. Introductory engineering electromagnetics. In: Addison-Wesley series in electrical engineering. Reading, Massachusetts Addison-Wesley Publ Company Inc. 1971.

Sahl JD, Kelsh MA, Greenland SG. Cohort and nested case-control studies of hematopoietic cancers and brain cancer among electric utility workers. *Epidemiol* 1993; 4:104-114.

Savitz DA. Overview of epidemiologic research on electric and magnetic fields and cancer. *Am Ind Hyg Assoc J* 1993;54:197-204.

SEIIS Rapport No. 2. Sundhedsministeriets ekspertgruppe vedrørende ikke-ioniserende stråling. Rapport om risiko for kræft ved udsættelse for ekstreme lavfrekvente magnetfelter i arbejdet. København 1993.

Skotte J. Exposure to power-frequency electromagnetic fields in Denmark. *Scand J Work Environ Health* 1994; 20:132-138.

Socialstyrelsen. Elektriska och magnetiska fält och hälsoeffekter. Rapport från Socialstyrelsens expertgrupp. SoS-rapport 1995:1.

Theriault G, Goldberg M, Miller AB et al. Cancer risks associated with occupational exposure to magnetic fields among electric utility workers in Ontario and Quebec, Canada, and France: 1970-1989. *Am J Epidemiol* 1994; 139:550-572.

Thommesen G, Tynes T. Statiske og lavfrekvente elektriske og magnetiske felt. Biologiske effekter og yrkeshygienisk betydning. *Strålevern Rapport* 1994:1. Statens Strålevern, Österås, Norge, 1994.

Tynes T, Reitan JB, Andersen A. Incidence of cancer among workers in the Norwegian hydroelectric power companies. *Scand J Work Environ Health* 1994; 20:339-344.