

Miljömedicinsk utredning angående kraftledning genom Delsjöns koloni- område

Göteborg den 17 januari 2011

Peter Molnár
Miljöfysiker

Martin Tondel
Överläkare

Innehållsförteckning

1. Bakgrund	3
2. Om magnetfält	4
2.1. Magnetfält i hemmet.....	4
3. Exponering	5
3.1. Magnetfält från kraftledningar.....	5
3.2. Mätning på plats	6
3.3. Beräkning av exponering.....	8
3.4. Slutsatser exponeringsbedömning	10
4. Hälsoeffekter	10
4.1. Cancer.....	11
4.2. Neurodegenerativa sjukdomar.....	11
4.3. Hjärt-kärlsjukdomar.....	11
4.4. Graviditet.....	11
4.5. Elkänslighet	12
4.6. Riskbedömning.....	12
5. Sammanfattande riskbedömning Delsjöns koloniområde	12
6. Referenser.....	13

1. Bakgrund

Miljöinspektör Irene Sjöberg vid Göteborgs kommun kontaktade Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum (VMC) för att få en bedömning av exponeringsnivåer och eventuella hälsoeffekter av magnetfält genererade av de kraftledningar som går genom Delsjöns koloniområde. Detta efter att en stugägare i koloniområdet kontaktat Miljöförvaltningen i Göteborg och uttryckt sin oro för hälsoeffekter från kraftledningen för de boende i koloniområdet.

Delsjökolonin är ett gammalt koloniområde som startade redan 1926. Området har utvecklats under åren och har i dagsläget 161 stugor. Stugorna får vara upp till 30 m² och tomterna är 250-300 m² stora. Stugorna har el indraget och vatten vid tomtgräns som stängs av på hösten och sätts på igen till våren.

Kraftledningen som går genom området är en 130 kV ledning med aktuell sträckning sedan 1963 och ägs av Vattenfall. Kraftledningen ingår i det svenska kraftnätet och det momentana effektuttaget i det aktuella ledningsavsnittet beror dels på det aktuella energibehovet, men också på hur distributionen av energi fördelas i kraftnätet. Vid t.ex. avbrott eller underhåll i en ledning styrs distributionen om till andra kraftledningar för att säkerställa energibehovet.

Denna miljömedicinska utredning inkluderar kompletterande information och exempel så att den även lämpar sig för spridning till intresserade boende i koloniområdet.



Bild: Koloniområdet med kraftledningen i bakgrunden.

2. Om magnetfält

Elektromagnetiska fält alstras överallt där det finns elektrisk ström och finns bl.a. nära kraftledningar och kring elektriska ledningar och installationer i byggnader (t.ex. transformatorstationer). De magnetiska fälten kan till skillnad från de elektriska inte skärmas av, utan passerar igenom byggnader. Styrkan på magnetfälten mäts i enheten tesla (T), eller oftast mikrotelsa (μT , dvs. en miljondels Tesla). Magnetfältets styrka beror på avståndet från installationen/apparaten. Från en lång rak ledare avtar magnetfältet proportionellt med avståndet, från en trefas kraftledning ungefär som avståndet i kvadrat, och från en punktkälla som avståndet i kubik. Detta innebär att ett magnetfält på $8 \mu\text{T}$ på 10 m avstånd ger på 20 m avstånd: $4 \mu\text{T}$ (från en rak ledare), $2 \mu\text{T}$ (från en trefas kraftledning), och $1 \mu\text{T}$ (från en punktkälla).

2.1. Magnetfält i hemmet

Genomsnittliga magnetfält i bostäder uppgår i storstäder till ungefär $0,1 \mu\text{T}$ och i mindre tätorter ungefär $0,05 \mu\text{T}$ (Myndigheternas informationsbroschyr: Magnetfält och hälsorisker). Bidrag från olika källor beror på dels avståndet till källan och på hur länge man exponeras för magnetfältet. Även i våra bostäder finns det utrustningar som alstrar magnetfält. I tabell 1 nedan redovisas några vanliga elektriska apparater i bostäder och magnetfältets styrka på några olika avstånd.

Tabell 1. Typisk styrka på magnetfält hos olika hushållsutrustningar (punktkällor) vid olika avstånd.

	0,1 m	0,5 m	1 m
Borrmaskin	$20 \mu\text{T}$	$0,4 \mu\text{T}$	$<0,05 \mu\text{T}$
Dammsugare, 1600 W	$6 \mu\text{T}$	$0,3 \mu\text{T}$	$<0,05 \mu\text{T}$
Hårtork	$30 \mu\text{T}$	$0,5 \mu\text{T}$	$<0,05 \mu\text{T}$
Klockradio el-ansluten	$2,1 \mu\text{T}$	$0,14 \mu\text{T}$	$0,08 \mu\text{T}$
Mikrovågsugn, 700 W	$14 \mu\text{T}$	$1,5 \mu\text{T}$	$0,3 \mu\text{T}$
Platt datorskärm, 19 tum	$<0,05 \mu\text{T}$	$<0,05 \mu\text{T}$	$<0,05 \mu\text{T}$
TV, ej platt	$0,8 \mu\text{T}$	$0,1 \mu\text{T}$	$<0,05 \mu\text{T}$
Elspis	$0,8 \mu\text{T}$	$0,1 \mu\text{T}$	$<0,05 \mu\text{T}$

Magnetfältets styrka för det normala användningsavståndet anges i fet stil

När man beräknar den totala exponeringen, eller tidsvägd exponering, måste man ta hänsyn till både magnetfältsnivåerna och exponeringstid, dvs. magnetfält gånger tid (i form av andel av dag eller år). I tabell 2 nedan visas några exempel på hur exponeringstiden och avståndet till några elektriska utrustningar och kraftledningen påverkar exponeringen. T.ex. om man torkar håret med en hårtork i ca 2 minuter bidrar hårtorken ungefär lika mycket till dygnsexponeringen som en klockradio vid sängen på 50 cm avstånd från huvudet när man sover (8 timmar). Om klockradion istället befinner sig endast 25 cm ifrån huvudet blir bidraget 8 gånger högre.

Tabell 2. Exempel på hur exponeringstid och avstånd till en elektrisk apparat eller kraftledning påverkar exponeringen av magnetfält.

Elektrisk utrustning	Avstånd (m)	Magnetfält (μT)	Tid	Exponeringstillskott (utslaget på ett dygn)*
Hårtork	0,1	30	2 min	0,04
	0,1	30	5 min	0,10
Klockradio el-ansluten	0,5	0,14	8 timmar	0,05
	0,25	1,12	8 timmar	0,37
130 kV kraftledning ^a	20	0,37	Helår	0,37
	20	0,36	sommarhalvår	0,18 ^b

* $\mu\text{T}/\text{dygn}$ = mikroTesla-timmar per dygn, dvs, magnetfältets styrka gånger den tidsandel av ett dygn som man exponeras för respektive källa.

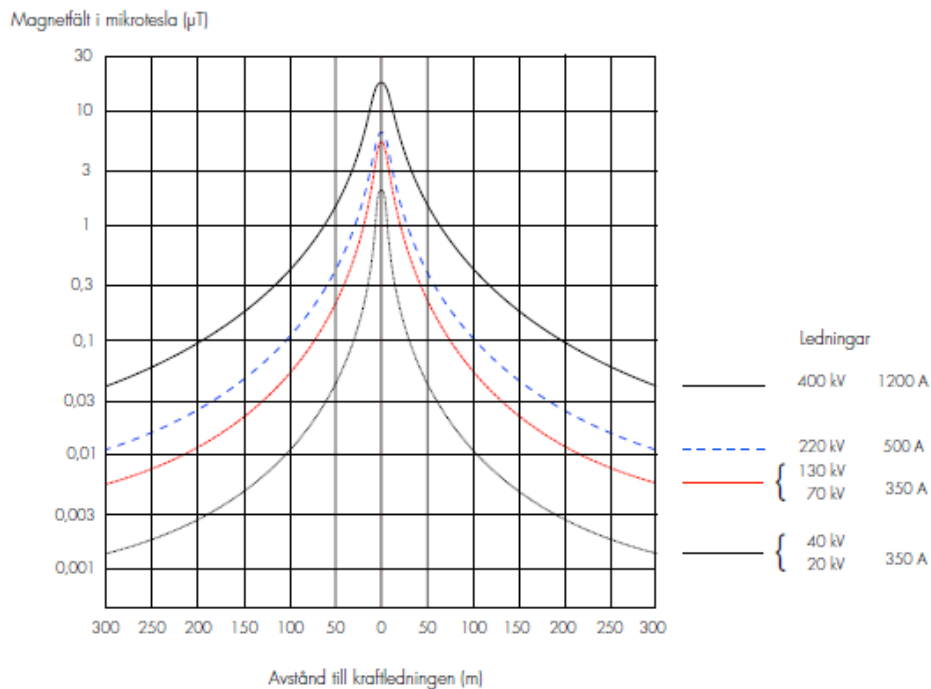
^aBaserat på effektuttaget 2009.

^bOmräknat som medeltillskott per dygn under hela året.

3. Exponering

3.1. Magnetfält från kraftledningar

Magnetfälten från kraftledningar beror på kraftledningens storlek och på vilket avstånd från ledningen man befinner sig på. En något förenklad graf över typiska magnetfältsnivåer från olika typer av kraftledningar på olika avstånd redovisas i figur 1.

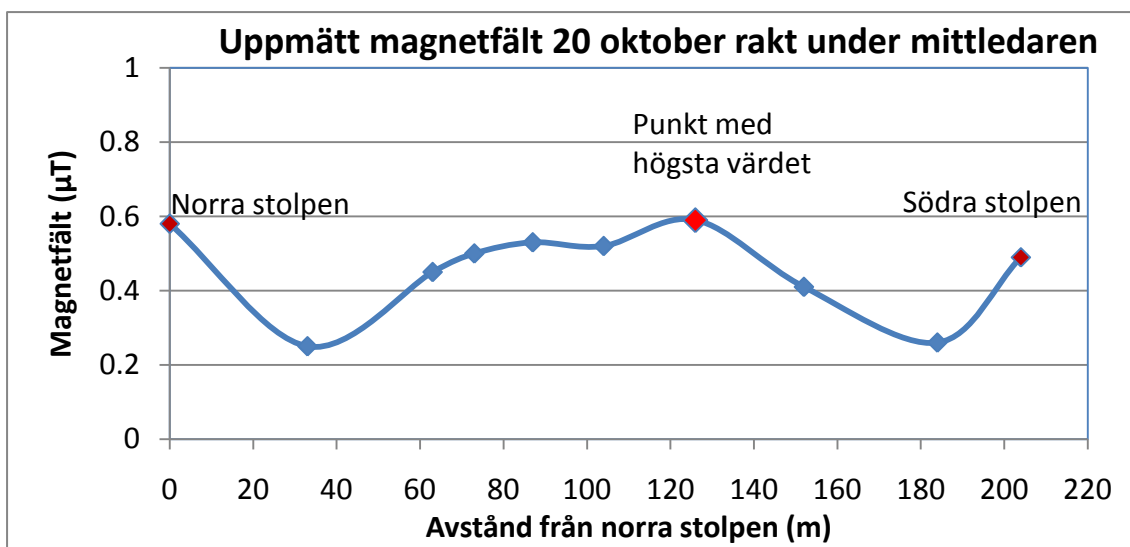


Figur 1. En schematisk graf över typiska magnetfält från olika typer av kraftledningar och hur magnetfälten avtar med avstånd från kraftledningen. För en 400 kV kraftledning (den största i Sverige) utsätts man för ca $12 \mu\text{T}$ rakt under denna och för ca $0,4 \mu\text{T}$ på 100 m avstånd.

3.2. Mätning på plats

Besök på Delsjöns koloniområde och mätning av magnetfält med magnetfältsmätare BMM-3 genomfördes onsdag 20 oktober mellan kl 14 och 15. Med på plats var Peter Molnár, Miljöfysiker, VMC, Martin Tondel, Överläkare, VMC, samt Irene Sjöberg, och Sanela Sadikovic Miljöinspektörer, Göteborgs kommun. Mätningarna genomfördes enligt följande:

Först mättes magnetfältet mitt under ledningen, på en höjd en meter ovan mark, från norra stolpen (norr om koloniområdet) till den södra stolpen i tio punkter (se figur 2).

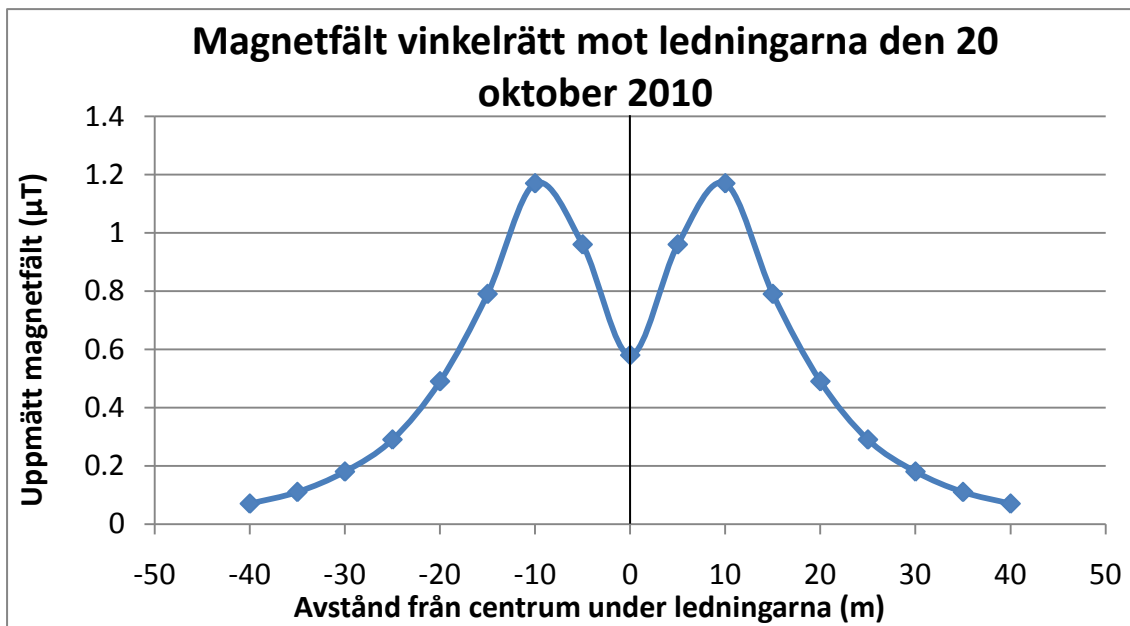


Figur 2. Uppmätta magnetfält vid mättillfället 20:e oktober 2010.



Bild: Mätning av magnetfält med ökande avstånd från kraftledningen.

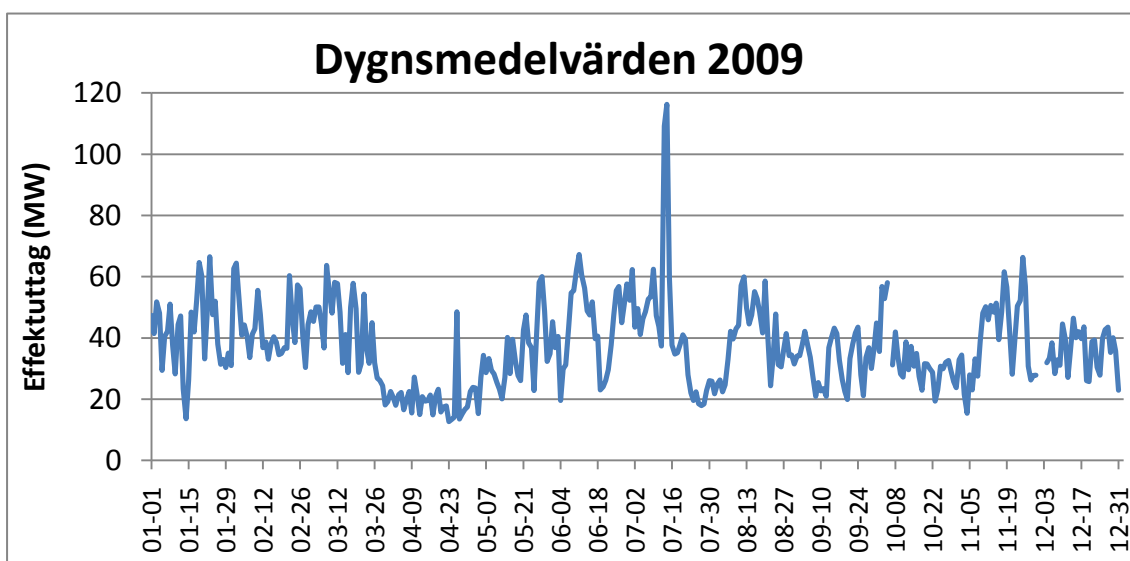
Genom koloniområdet går ledningarna i nord-sydlig riktning. Vid norra stolpen viker ledningarna av i nordostlig riktning och vid södra stolpen i sydvästlig riktning. Magnetfälten är något högre nära stolparna beroende på att kraftledningarna där byter riktning vilket innebär att magnetfälten samverkar. Högsta uppmätta värdet av magnetfält i ledningens längdriktning ($0,59 \mu\text{T}$) uppmättes något söder om mittpunkten mellan stolparna därför att avståndet mellan ledningen och marken är som kortast där. Från denna punkt mättes sedan magnetfältet vinkelrätt ut ifrån ledningarna i steg om 5 m för att bestämma hur magnetfältet förändras med avståndet från ledningen (figur 3). Vi valde att utgå från denna punkt för att vara säkra på att inte underskatta magnetfältsnivåerna. I figuren framgår det att de högsta magnetfältsnivåerna erhålls på ca 10 m avstånd från mittpunkten under ledningen (dvs. strax utanför de yttre ledningarna på respektive sida). Anledningen till att man mäter upp lägre nivåerna rakt under mittledningen är att strömmen är fasförskjuten i de tre ledningarna och att de tre ledningarnas magnetfältsbidrag delvis "släcker ut" varandra.



Figur 3. Magnetfältprofil vinkelrätt från ledningarna från den punkt där högsta värdet längs ledningen uppmättes.

3.3. Beräkning av exponering

Miljöförvaltningen och VMC kontaktade ägaren av kraftledningen (Vattenfall) och fick tillgång till underlagsdata på effektflödet under åren 2007-2010 med timupplösning. Vi har använt år 2009 i våra beräkningar eftersom det året överensstämmer bra med medelvärdena för de fyra åren. I figur 4 redovisas effektuttaget under 2009.



Figur 4. Effektuttag i ledningen under 2009.

Effekten i en elledning är lika med spänningen gånger strömmen (I).
Magnetfältets styrka (B) från en trefas kraftledningarna är linjärt beroende av strömmen (I) enligt formeln:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r^2}$$

Där r är avståndet från ledaren och μ_0 är permeabiliteten. Man kan då beräkna helårs-, halvårs- och sommarmånadsekvivalenter utifrån den momentana situationen vid det aktuella mättilfället. Medeleffekt för helår, sommarhalvår, sommarmånaderna 2009, samt under den timma den 20 oktober 2010, då mätningar på plats genomfördes redovisas i tabell 3. Detta innebär att de magnetfältsnivåer som uppmättes vid mättilfället ”skalas om” för att representera medelvärden för helår, sommarhalvår och sommarmånaderna. Omräknade värden för 2009 på 20 m avstånd från kraftledningen redovisas i tabell 4.

Tabell 3. Medelvärden av effektuttaget i kraftledningen som passerar koloniområdet och skalningsfaktorer relaterat till mättilfället 20 oktober 2010.

	Medeleffekt (MW)	Skalningsfaktor
20 oktober 2010 kl 14-15	48,6	-
Helår (2009)	36,9	0,76
Sommarhalvår (april-september)	35,3	0,73
Sommar (juni-augusti)	42,2	0,87

Tabell 4. Magnetfältet 1 m ovan mark på avstånd 20 m vinkelrätt från mittledningen där det högsta värdet på magnetfältet uppmättes, samt motsvarande helårs-, halvårs- och somarmedelvärden baserat på effektuttaget 2009.

	Magnetfält 20 m från kraftledningen (μT)
Mätning 20 oktober 2010	0,49
Helår (2009)	0,37
Sommarhalvår, april-september (2009)	0,36
Sommar, juni-augusti (2009)	0,43

På samma sätt som ovan kan man beräkna exponeringen som den aktuella kraftledningen tillsammans med övriga källor ger. En nyligen genomförd studie 2010 under ledning av Prof. Yngve Hamnerius vid Chalmers där 97 hem i Göteborg, Borås och Marks kommun undersöktes (ej publicerat ännu) finner genomsnittliga magnetfält i bostäder i Göteborg på 0,1 μT , dvs. samma nivå som tidigare rapporterats (Myndigheternas informationsbroschyr: Magnetfält och hälsorisker). Hamnerius studie visar även att hälften av de undersökta bostäderna i Göteborg har magnetfältsnivåer under 0,05 μT , 74 % av bostäderna har under 0,1 μT , och endast några enstaka bostäder har magnetfält över 0,4 μT . Nivån 0,4 μT är den lägsta nivå på magnetfält i hemmen där man sett en överrisk för barnleukemi (se kapitlet Hälsoeffekter nedan) och vi använder oss av denna nivå som gräns för årsexponering i våra beräkningar. I nedanstående beräkning av exponeringen för personer med kolonistugor i det aktuella området har vi antagit att exponeringen i den permanenta bostaden är 0,1 μT .

Då koloniområden inte är tänkta för permanentboende under vinterhalvåret har vi utgått ifrån och räknat på ett scenario för hög exponering där man bor hela sommarhalvåret i koloniområdet och utgår från den punkt längs kraftledningen där det uppmätta magnetfältet var som högst (tabell 5). Den genomsnittliga årsexponeringen blir då i detta scenario som högst 0,48 μT på avstånd 10 m från centrum under kraftledningen. Det avstånd från centrum under kraftledningen i detta scenario som ger 0,4 μT är 12,5 m. Det är få stugor som befinner sig på ett så kort avstånd från kraftledningen.

Om man bor i koloniområdet bara under de tre sommarmånaderna istället blir årmedel-exponeringen som högst (på 10 m avstånd) 0,36 μT .

Tabell 5. Beräkning av magnetfältsexponeringen (μT) för boende nära kraftledningen baserat på effektuttaget 2009.

Avstånd från kraftledning (m)	Helår koloni-området	Vinterhalvår (okt-mar) medel i bostad i Gbg	Sommarhalvår (apr-sep) koloniområdet	Beräknad årsexponering för boende apr-sep i koloniområdet
0	0,44	0,10	0,42	0,26
10	0,89	0,10	0,85	0,48
20	0,37	0,10	0,36	0,23
30	0,14	0,10	0,13	0,12
40	0,05	0,10	0,05	0,08

3.4. Slutsatser exponeringsbedömning

För att som boende i koloniområdet riskera att komma upp i en årsexponering överstigande 0,4 μT måste man dels bo i någon av de stugor i området som ligger allra närmast kraftledningen och dels bo där under hela sommarhalvåret. Övriga stugor i området får inget tillskott till årsexponeringen som är högre än den medel-exponering (0,1 μT) som man kan förvänta sig i sin permanentbostad.

4. Hälsoeffekter

Socialstyrelsens miljöhälsorapport 2009 innehåller ett kapitel om riskbedömning av elektromagnetiska fält (Miljöhälsorapport 2009). Världshälsoorganisationen gjorde år 2007 en mer fullständig hälsoriskbedömning av ELF - extremt lågfrekventa elektromagnetiska fält (WHO 2007). Följande sammanställning av hälsorisker gäller extremt lågfrekventa elektromagnetiska fält (0-100 kHz) och vid de magnetfältsnivåer som förekommer i arbetslivet och den allmänna miljön. Vår riskbedömning baseras huvudsakligen på båda dessa rapporter, men med en uppdatering av de sammanställningar av de epidemiologiska studierna som publicerats efter 2007. Det övervägande antalet studier är gjorda på elektromagnetiska fält i frekvensområdet 50 Hz som används i våra hem och i kraftledningar. Om inget annat anges så avser elektromagnetiska fält i denna rapport 50 Hz-området.

4.1. Cancer

Epidemiologiska studier tyder på att elektromagnetiska fält skulle kunna öka risken för insjuknande i leukemi hos barn för exponeringsnivåer betydligt under det gällande referensvärdet på 100 μT (50 Hz). Epidemiologiska studier har observerat en ökad risk för barnleukemi vid exponeringsnivåer över cirka 0,4 μT . Det saknas emellertid någon biologisk mekanism och experimentell forskning som skulle kunna förklara hur så svaga magnetfält skulle kunna orsaka leukemi. Eftersom de epidemiologiska studierna är så samstämmiga har International Agency for Research on Cancer klassificerat de extremt lågfrekventa magnetfälten till kategori 2B, vilket innebär att de är ”möjligen cancerframkallande” (IARC 2002). Världshälsoorganisationen drog samma slutsats i sin riskbedömning (WHO 2007). En genomgång för hjärntumörer hos barn har inte påvisat något samband med magnetfältsexponering i hemmen (Kheifets 2009). För vuxna är resultaten för cancer motstridiga. I studier på yrkesgrupper exponerade för ELF har studierna inte varit tillräckligt samstämmiga för att tillåta slutsatser om det kan finnas ett samband.

4.2. Neurodegenerativa sjukdomar

De neurodegenerativa sjukdomar som har studerats relation till elektromagnetiska fält är framför allt Alzheimers sjukdom och amyotrofisk lateralskleros (ALS) samt i viss mån Parkinsons sjukdom. Studierna har huvudsakligen skett på personer exponerade för elektromagnetiska fält i arbetet. För Parkinsons sjukdom finner de flesta studier ingen ökad risk (WHO 2007). För Alzheimers sjukdom är resultaten motstridiga, men i en nyligen publicerad meta-analys var slutsatsen att det finns epidemiologiskt stöd för ett samband mellan yrkesexponering för elektromagnetiska fält $\geq 0,2 \mu\text{T}$ och Alzheimers sjukdom (Garcia 2008). För ALS är resultaten mer samstämmiga där personer som kommit i kontakt med elektricitet i arbetet tycks löpa en ökad risk att drabbas (Miljöhälsorapport 2009). Det är inte klarlagt ifall det är magnetfältsexponeringen som kan förklara den ökade risken eller andra faktorer som förekommer i elektriska yrken och som kan förklara det observerade sambandet. En sådan möjlig faktor är exponering för elektrisk chock, men det verkar osannolikt att detta skulle förklara hela riskökningen.

4.3. Hjärt-kärlsjukdomar

Utifrån en sammanvägd bedömning av experimentella och epidemiologiska studier verkar det osannolikt att magnetfält skulle kunna öka risken för kardiovaskulära sjukdomar (WHO 2007).

4.4. Graviditet

De flesta studier har inte funnit att graviditeten påverkas (t.ex. missfall, födelsevikt eller missbildningar). Till följd av metodproblem går det inte att dra säkra slutsatser om samband med ELF (Miljöhälsorapport 2009).

4.5. Elkänslighet

Det har diskuterats om vissa personer kan ha en ökad känslighet för elektromagnetiska fält, även långt under rekommenderade riktvärden (Miljöhälsorapport 2009). Symtomen varierar mellan individer och har varierande svårighetsgrad t.ex. sömnstörningar, trötthet, huvudvärk, koncentrationssvårigheter, yrsel och hudsymtom. Gemensamt för dessa personer är att de kopplar sina symtom till exponering för elektromagnetiska fält. I välutformade experimentella studier har dock varken friska eller elöverkänsliga personer kunnat avgöra bättre än slumpen om de varit exponerade eller inte (Miljöhälsorapport 2009). Det är uppenbart att symtomen är verkliga och att vissa drabbade lider svårt, men det finns få vetenskapliga data som bekräftar att exponering för elektromagnetiska fält orsakar eller bidrar till dessa symtom (Miljöhälsorapport 2009).

4.6. Riskbedömning

Utifrån det vetenskapliga underlaget är det bara för barnleukemi som det finns samstämmigt vetenskapligt stöd att magnetfältsexponering i den allmänna miljön kan påverka sjukdomsriskerna. Mindre än 1 % av alla barn i Sverige har beräknats vara exponerade för magnetfältsnivåer $> 0,4 \mu\text{T}$ i bostäderna. Eftersom det inträffar 80 fall av barnleukemi per år i Sverige så skulle teoretiskt < 1 fall per år kunna orsakas av magnetiska fält i bostäder under förutsättning att det är fråga om ett orsakssamband.

I epidemiologiska studier verkar det finnas ett samband mellan yrkesexponering av magnetfält och Alzheimers sjukdom. Det vetenskapliga underlaget är otillräckligt om detta samband även gäller för exponering i den allmänna miljön.

De riskökningar som setts i de epidemiologiska studierna kan vara statistiskt säkraställda på gruppnivå för barnleukemi och Alzheimers sjukdom. Emellertid så saknas biologiska förklaringsmodeller till fynden.

5. Sammanfattande riskbedömning Delsjöns koloniområde

En klar majoritet *riskerar inte* att exponeras för magnetfält från den aktuella kraftledningen som är högre än den exponering man kan förvänta sig i sin permanentbostad. För att en årsexponering skall var högre än $0,4 \mu\text{T}$ krävs att man bor i någon av stugorna närmast kraftledningen under hela sommarhalvåret.

De närboende som har en exponering för elektromagnetiska fält över $0,4 \mu\text{T}$ som årsmedelvärde har en teoretisk förhöjd risk för negativ hälsopåverkan enligt riskbedömningen. Detta i sig skulle kunna motivera åtgärder för att reducera exponeringen. Det är dock tveksamt att sådana åtgärder skulle förhindra uppkomsten av eventuella sjukdomsfall relaterade till magnetfält.

Med hänsyn tagen till de magnetfältsnivåer som uppmätts och beräknats, den vetenskapliga osäkerheten gällande hälsorisker, samt att endast ett fåtal personer riskerar att exponeras över $0,4 \mu\text{T}$ är vår bedömning att kraftledningen troligen inte kommer att leda till extra sjukdomsfall utöver förväntat.

6. Referenser

Environmental Health Criteria (EHC) Document on ELF Fields. WHO; 2007. Doc No. 238, downloadable from the WHO EMF Project website www.who.int/emf.

Garcia AM et al. Occupational exposure to extremely low frequency electric and magnetic fields and Alzheimer disease: a meta-analysis. *Int J Epidemiol* 2008;37:329-340.

IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. *Non-ionizing radiation, Part 1: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields*. Lyon, IARC, 2002 (Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 80). <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol80/mono80.pdf>

Kheifets L et al. A pooled analysis of extremely low-frequency magnetic fields and childhood brain tumors. *Am J Epidemiol* 2010;172:752-761.

Miljöhälsorapport 2009. (2009). Stockholm: Socialstyrelsen.
<http://www.socialstyrelsen.se/publikationer2009/2009-126-70>

Myndigheternas informationsbroschyr: Magnetfält och hälsorisker (2009). Arbetsmiljöverket, Boverket, Elsäkerhetsverket, Socialstyrelsen, och Strålsäkerhetsmyndigheten.
<http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Broschyr/2009/Magnetfalt-och-halsorisker-low.pdf>