

8. Analys av framtida stam- och regionnät

I föregående kapitel redovisades ett förslag till framtida stam- och regionnät i Stockholmsregionen med utgångspunkt från de analyser av nuvarande nät som presenterats tidigare i rapporten. Vid utformningen av det framtida nätet har kommunala markanvändningskonflikter, bevarandebestånden (naturvård, kulturvård och friluftsliv), förekomsten av skolor och daghem samt landskapsbild beaktats. Det framtida nätet har därefter utvärderats med avseende på teknik, markanvändning samt förekomsten av bostadshus och skolor, vilket redovisas nedan.

8.1 Teknisk analys

Vid dimensioneringen av stam- och regionnät tillämpas det s.k. (n-1) kriteriet. Det innebär att en godtycklig ledning, samlingsskena i ett ställverk eller huvudtransformator ska kunna kopplas ur vid ett fel utan att elleveranserna påverkas för en slutkund. Reparationstiden får statistiskt sett inte vara längre än att den felaktiga anläggningsdelen hinner komma idrift innan nästa fel inträffar i nätet. Annars uppstår ett (n-2) fel, vilket kan innebära betydligt större påfrestningar på nätet.

Användningen av kablar i stam- och regionnät i Sverige har hittills varit mycket begränsad. I det föreslagna nya nätet för Stockholmsregionen ingår en hel del nya kabelsträckor, vilket i viss utsträckning påverkar dimensioneringen av nätet. Ett fel på en kraftledning är antingen övergående eller också kan det repareras på kort tid. Kravet på att ledningen ska vara idrift innan nästa fel inträffar är därmed uppfyllt. Ett kabelfel blir alltid långvarigt eftersom reparationerna är komplicerade. Om kablar introduceras i större omfattning i stam- och regionnäten måste således nätet i vissa fall dimensioneras enligt (n-2) kriteriet för att klara reparationer vid kabelfel.

Diskussionen hittills har gällt (n-1) och (n-2) fel på den elektriska nivån. Det finns ytterligare en aspekt som behöver beaktas. Om ett elektriskt fel inträffar i en kabel som ligger i en tunnel tillsammans med andra kablar som försörjer samma område, kan felet genom brandspridning utvecklas till ett elektiskt (n-2) fel om andra parallella kablar antänds. Samma problem uppstår om en stolpe som bär upp flera ledningar av någon anledning havererar. Vid dimensionering av elnäten måste därför (n-1) kriteriet i vissa fall tillämpas på kanalisationsnivån. Med kanalisation avses i detta sammanhang en tunnel eller stolpe.

Vid utformningen av målnätet har ovannämnda synsätt tillämpats. Det innebär att detta nät tål svårare fel än ett nät som byggts enligt tidigare dimensioneringskrav.

Belastningsförhållanden, spänningar och effektlöden vid höglast i målnätet har studerats för följande driftfall:

- Normal drift
- Samtliga (n-1) fel
- Vissa (n-2) fel

Vid normal drift i höglast belastas, med några enstaka undantag, inte någon ledning eller transformator över 75 % av tillåten kapacitet. Ett begränsat antal ledningar belastas med mer än 100 % av tillåten last i reservdrift vid (n-1) fel.

När det gäller (n-2) fel har vissa fall undersökts. Exempelvis har simultana fel på parallella kablar eller simultana fel på samlingsskenor eller huvudtransformatorer i vissa stationer stude-

rats. Även dessa fel klaras utan att tillåtna lastnivåer i reservdrift överskrides mer än marginellt.

Sammanfattningsvis bedöms målnätet tekniskt sett klara behoven vad gäller kapacitet och driftsäkerhet under mycket lång tid framöver.

8.2 Markanvändning

Kraftledningarna konkurrerar genom ledningsgatorna med annan markanvändning i en region med många anspråk på markutrymme. En viktig aspekt vid utformningen av målnätet har därför varit att reducera kraftledningsnätets markbehov genom omstruktureringar i nätet och kablifiering av vissa delsträckor. Totalt föreslås ca 150 km kraftledningar avvecklade inom Stockholms län. Huvudsakligen försvinner 220 kV ledningar men också en del 70 kV. Arealen för de ledningsgator som i framtiden kan användas till andra ändamål uppgår till ca 500 ha. I den mån en avvecklade kraftledning går parallellt med en ledning som ska vara kvar, så har det frilagda markområdet inte medräknats. Det är sålunda enbart sträckor där kraftledningarna försvinner helt som ingår i den uppgivna arealen.

8.3 Skolor och befolkning

Vid utformningen av det framtida stam- och regionnäten har inventeringar avseende skolor och befolkning används som underlagsmaterial. Där det har varit möjligt har avvecklingen av ledningar som finns i närmiljön för många boende eller nära skolor och daghem prioriterats. Svenska och utländska medicinska studier visar att det statistiskt sett finns en något ökad risk för leukemi för barn som uppehåller sig i magnetfält. Det är bakgrunden till att förekomsten av skolor och daghem beaktats vid omstruktureringen av elnäten.

Om de föreslagna förändringarna i stam- och regionnäten genomföres i Stockholmsregionen får ca 60 000 personer, som idag bor inom 200 m från en kraftledning, en närmiljö utan kraftledningar. Vidare försvinner ledningar från skolor och daghem med ca 5 500 barn, som nu finns inom 200 m från en kraftledning.

9. Ekonomi

En analys av ekonomin för de föreslagna framtida stam- och regionnäten har genomförts. Kostnaderna har beräknats för de anläggningsprojekt som behöver genomföras för att förverkliga målnätet. Vidare har nyttovärden i form av lägre nätförluster, förbättrad leveranssäkerhet och frigjorda markområden beräknats. Med detta som grund kan projektets lönsamhet bedömas.

9.1 Anläggningskostnader

Målnätet kräver att ett femtiotal större och mindre anläggningsprojekt genomföres. För en del av dessa projekt har förstudier påbörjats och då har detta kostnadsunderlag använts. För övriga projekt, som planeras att bli genomförda senare, har följande schablonkostnader tillämpats:

Ledningar

- 400 kV friledning i kompakt utförande 3x772 mm² 4,0 Mkr/km
- 400 kV kabel 3x1200 mm² i markschakt 37,0 Mkr/km
- 400 kV kabel 2x1200 mm² i markschakt 25,0 Mkr/km
- 400 kV kabel 2x1200 mm² i bergtunnel 50,5 Mkr/km
- 220 kV friledning i kompakt utförande 2x593 mm² 1,5 Mkr/km
- 220 kV kabel 2x1200 mm² i markschakt 6,9 Mkr/km
- 220 kV kabel 1x1200 mm² i markschakt 4,2 Mkr/km
- 220 kV kabel 2x1200 mm² i befintlig tunnel 8,4 Mkr/km
- 70 kV kabel 2x1200 mm² i markschakt 5,0 Mkr/km

- Rasering av 220 kV portalstolpledning 1,0 Mkr/km
- Rasering av 70 kV portalstolpledning 0,5 Mkr/km

Anläggningskostnaderna har beräknats uppdelade på projektgrupper enligt föregående avsnitt. I kalkylerna har ingen hänsyn tagits till att en eventuell utbyggnad kommer att ske under en längre tidsperiod beroende på projektets omfattning (diskonteringsräntan = 0%). När en mera detaljerad utbyggnadsplanering har genomförts kommer den totala anläggningskostnaden uttryckt som nuvärde att sjunka något. Genom att kablar används i större utsträckning än tidigare, vilket ökar felströmmarna i elnäten, kan felströmsförstärkningar bli nödvändiga i vissa stationer. Dessa åtgärder ingår inte i kalkylerna.

Anläggningskostnader (Mkr)

Grupp	Stamnät	Regionnät	Lokalnät	Totalt
CityLink	2033	105	0	2138
Österbågen	280	87	31	398
Stockholm Norra	144	245	0	389
Stockholm 110 kV	0	51	5	56
Stockholm Södra	65	275	0	340
Totalt	2522	763	36	3321

Kostnaderna har också delats upp på elnätens tekniska nivåer stamnät, regionnät och lokalnät. Huvuddelen av investeringsbehovet avser stamnätsanläggningar. Det är naturligt med tanke på att omstruktureringen av nätet tekniskt sett innebär att överföringen av el flyttas till högre spänningsnivåer, bl.a. för att minimera intrång och nätförluster. Kostnadsfördelningen mellan

olika intressenter (nätägare, kommuner m.fl.) vid ett genomförande av projektet Stockholms Ström kommer att behandlas under nästa fas i utredningen.

Investeringsvolymen för hela projektet uppgår till ca 3 300 Mkr. Det kan jämföras med några andra infrastrukturinvesteringar:

• Öresundsbron 8 km	25 000 Mkr
• Botniabanan Kramfors-Umeå 190 km	13 200 Mkr
• Citybanan Stockholm Södra-Tomtebodan 6 km	10 000 Mkr
• Vägtunnel Södra Länken i Stockholm 6 km	8 000 Mkr
• Stockholms Ström	3 300 Mkr
• Nya Årstabron	800 Mkr

9.2 Nyttovärden

Nyttovärden i form av lägre nätförluster, ökad leveranssäkerhet och frigjort markvärde har kalkylerats. Förlusterna har värderats till 300 kr/MWh över en kalkylperiod på 25 år och med den reala kalkylräntan 5 %. Den ökade leveranssäkerheten och det ökade markvärdet är samhällsekonomiskt kalkylerade. När det gäller leveranssäkerheten har den värderats till 75 kr/kWh för en slutkund. Markområden som frilagts genom att kraftledningar avvecklats har värderats till i genomsnitt 450 kr/m². I detta belopp ingår bl.a. exploateringsvärdet och det teoretiska belopp som boende i ledningens närhet skulle vara beredda att betala för att slippa ledningen.

Nyttovärden (Mkr)

Grupp	Lägre förluster	Ökad lev säk	Markvärde	Totalt
CityLink	Ej tillg	0	1395	1395
Österbågen	Ej tillg	28	128	156
Stockholm Norra	Ej tillg	0	343	343
Stockholm 110 kV	Ej tillg	951	0	951
Stockholm Södra	Ej tillg	0	308	308
Samtliga grupper	222	0	0	222
Totalt	222	979	2174	3375

9.3 Sammanfattning

En omstrukturering av stam- och regionnät för el i Stockholms-regionen enligt redovisat förslag är med gjorda antaganden samhällsekonomiskt lönsam. Investeringsbehovet uppgår till ca 3 300 Mkr, huvudsakligen i stamnätet.

Genom dessa åtgärder får Stockholm ett elnät som med hänsyn till kapacitet, driftsäkerhet och miljö klarar behoven under mycket lång tid framöver.

De viktigaste fördelarna är följande:

- Kraftigt förbättrad leveranssäkerhet i Stockholms centrala och västra delar
- Större tålighet mot svåra fel i stam- och regionnät
- Cirka 150 km kraftledningar avvecklas, företrädesvis i tätbebyggda områden
- Omkring 60 000 personer, som idag bor inom 200 m från en kraftledning, får en närmiljö utan kraftledningar

- Ca 7 000 barn i skolor och daghem inom 200 m från kraftledningar får också en närmiljö utan kraftledningar
- Exploateringsbara områden friläggs när kraftledningar avvecklas vilket leder till att cirka 5 000 nya lägenheter kan byggas (preliminär bedömning)

10. Fortsatt arbete

Uppdraget att utreda det framtida stam- och regionnäten inom Stockholms län är uppdelat på två etapper. Se bilaga 1. I den första etappen, som redovisas genom denna rapport, ska en strukturplan för Storstockholms elförsörjning utarbetas. Denna redovisningen skulle enligt det ursprungliga uppdraget lämnas den 15 maj 2005. Tidpunkten har senare flyttats fram till den 15 oktober för att bl.a. möjliggöra en djupare förankring av rapportens resultat.

I en andra etapp av utredningen ska dels en mera detaljerad projektering genomföras, dels ett förslag till genomförande av strukturplanen utarbetas. Kostnader och kostnadsfördelning mellan olika parter ska också klarläggas. Exploateringsvärdet för vissa av de markområden som friläggs om ett antal kraftledningar avvecklas förväntas bidra till finansieringen av projekten.

Under våren 2005 påbörjades förprojekteringen av vissa delprojekt som ingår i Österbågen. Det gäller bl.a. en 220 kV kabelförbindelse från Värtan och via Lidingöbron till en befintlig transformatorstation söder om Kyrkviken på Lidingö. Genom ett gott samarbete med kommunen har en preliminär kabelsträckning tagits fram och kommunen har också påbörjat den ändring av detaljplanen som krävs för att transformatorstationen ska kunna byggas ut.

Förprojekteringen för den södra delen av Österbågen har också påbörjats. En 220 kV förbindelse Nacka-Gustavsberg, huvudsakligen som sjökabel via Lännerstasundet och Baggensfjärden, kommer att förstärka Värmdös elförsörjning. En ny station med transformering 220/70 kV föreslås på Farstalandet väster om Gustavsbergs tätort. Även i detta fall har kommunen påbörjat planprocessen.

Under hösten 2005 påbörjas arbetet med att hitta en sträckning för den föreslagna 400 kV förbindelsen CityLink mellan norra och södra Stockholm. På en betydande del av sträckan måste ledningen sannolikt byggas i form av kablar i en bergtunnel.



REGERINGEN

Regeringsbeslut I 12

2004-01-29

N2004/585/ESB
(delvis)

Näringsdepartementet

Svenska Kraftnät

Affärsverket svenska kraftnät

Box 526

162 15 Vällingby

Enhet/handl

Obj/Proj

L/CH 2004 -02- 1 0

Dnr

Namn

50/2004/AN10

Ad acta datum.

Uppdrag att utreda utformningen av Stockholmsregionens framtida kraftledningsnät

Regeringens beslut

Regeringen uppdrar åt Affärsverket svenska kraftnät att utreda utformningen av det framtida kraftledningsnätet 70–400 kV i Stockholmsregionen. Ett förslag till utformning som långsiktigt säkrar regionens elförsörjning skall tas fram. Utredningen skall beakta driftsäkerhetskrav, teknisk utveckling, miljö- och hälsoaspekter och regionens förväntade utveckling. I driftsäkerhetskraven inbegrips att den förslagna utformningen skall vara så robust att sårbarheten minskar. Arbetet skall bedrivas i samarbete med bland andra länsstyrelsen, berörda kommuner, interkommunala samarbetsorgan och övriga kraftledningsägare inom regionen. En första delrapport med en strukturplan och förslag till fortsatt arbete skall redovisas senast den 15 maj 2005. Uppdraget skall slutredovisas senast den 1 juli 2007.

Bakgrund

Kraftledningsnätet består av stamnät, regionnät och lokalnät. Stamnätet är uppbyggt av ledningar och stationer för 400 kV och 220 kV och det förvaltas av Affärsverket svenska kraftnät. Dessutom finns ett 220 kV nät tillhörigt Fortum AB närmast Stockholms centrala delar. Detta nät är till en mindre del uthyrt till stamnätet och används för övrigt för lokal överföring inom Stockholmsområdet. Inom Stockholms tätort har Fortum AB ett 110 kV kabelnät. Vattenfall AB har ett stort 70 kV nät inom regionen och i områdets sydvästra del ett mindre 130 kV nät. Lokalnäten använder spänningar i området 0,4–20 kV för distribution till elkunderna.

Regionens elförsörjning baseras idag dels på elenergi som tillförs området via stamnätet dels på lokalt producerad elenergi. Under 1900-talet har det skett en successiv utbyggnad av kraftledningar till Stockholmsregionen. Produktionsresurser har även tillkommit inom Stockholm i form

av kraftvärmeverk för samtidig produktion av el och värme, men stora mängder elenergi måste fortfarande tillföras regionen via stamnätet. I samband med utbyggnaden av kärnkraften under 1980-talet förstärktes regionens elförsörjning genom en omfattande utbyggnad av 400 kV ledningar från Forsmark via Enköping till södra delarna av Stor-Stockholm.

Kraftledningarna i stam- och regionnät är i allmänhet utförda som s.k. friledningar. De strömförande linorna är upphängda i stolpar. Denna typ av kraftledning kräver en ledningsgata som är bredare ju högre spänning ledningen är byggd för. Större kraftledningar utgör dessutom ett större visuellt intrång i miljön.

Den tekniska utvecklingen har skapat nya förutsättningar för utformningen av ledningsnät för högre spänningar. Såväl i Sverige som i andra länder har kompakta friledningsstolpar utvecklats för 400 kV. Dessa stolpar är mera estetiskt tilltalande än äldre typer. Genom en annorlunda konstruktion nedbringas magnetfältet kraftigt. Äldre kabeltyper för höga spänningar var mycket dyra och innebar en miljörisk genom den olja som var nödvändig för isoleringen. Idag finns det plastisolerad kabel för 400 kV som är billigare och som har bättre egenskaper ur miljösynpunkt. Gasisolerade ställverk kan byggas på en bråkdel av det utrymme som konventionella ställverk kräver. Sammantaget innebär dessa utvecklingstendenser bättre möjligheter än tidigare när det gäller utformning och anpassning av ledningsnät för högre spänningar.

I takt med expansionen inom regionen har konflikter mellan kraftledningar och annan markanvändning uppstått. Ett antal av Affärsverket svenska kraftnäts koncessioner för ledningar inom Stockholmsregionen skall nu omprövas. När koncessionerna för kraftledningar skall omprövas uppstår regelmässigt diskussioner om ledningen kan bibehållas i befintlig sträckning och utförande eller om större eller mindre ombyggnader måste genomföras för att anpassa ledningarna till dagens samhällskrav. Det kan t.ex. i vissa områden finnas skäl att lägga ledningar under jord. Dessa diskussioner genomförs ofta med utgångspunkt från en viss kraftledningssträcka. Det medför en osäkerhet huruvida föreslagna och eventuellt genomförda förändringar av ledningen är lämpliga med hänsyn till kraftledningsnätets framtida utformning ur systemsynpunkt.

För att åstadkomma ett bättre beslutsunderlag och för att den tekniska utvecklingen skall kunna beaktas på bästa sätt krävs en helhetsyn på hur ett framtida kraftledningsnät i Stockholmsregionen på stam- och regionnivå bör vara utformat. Affärsverket svenska kraftnät bör därför ges i uppdrag att utreda utformningen av det framtida kraftledningsnätet 70–400 kV i regionen.

Uppdraget

Mot bakgrund av vad som ovan anförts anser regeringen att Affärsverket svenska kraftnät bör få i uppdrag att utreda utformningen av det fram-

tida kraftledningsnätet 70–400 kV i Stockholmsregionen. Ett förslag till utformning som långsiktigt säkrar regionens elförsörjning skall tas fram. Utredningen skall beakta driftsäkerhetskrav, teknisk utveckling, miljö- och hälsoaspekter och regionens förväntade utveckling. I driftsäkerhetskraven inbegrips att den förslagna utformningen skall vara så robust att sårbarheten minskar. Arbetet skall bedrivas i samarbete med bland andra länsstyrelsen, berörda kommuner, interkommunala samarbetsorgan och övriga kraftledningsägare inom regionen.

Utredningsarbetet bör bedrivas i två etapper. I en första etapp, som skall redovisas senast den 15 maj 2005, skall en strukturplan för Storstockholms elförsörjning utarbetas. I en andra etapp skall dels en mera detaljerad projektering genomföras, dels ett förslag till genomförande av strukturplanen utarbetas. Därvid skall också kostnader och kostnadsfördelning mellan olika parter klarläggas. Uppdraget skall slutredovisas senast den 1 juli 2007.

På regeringens vägnar



Leif Pagrotsky

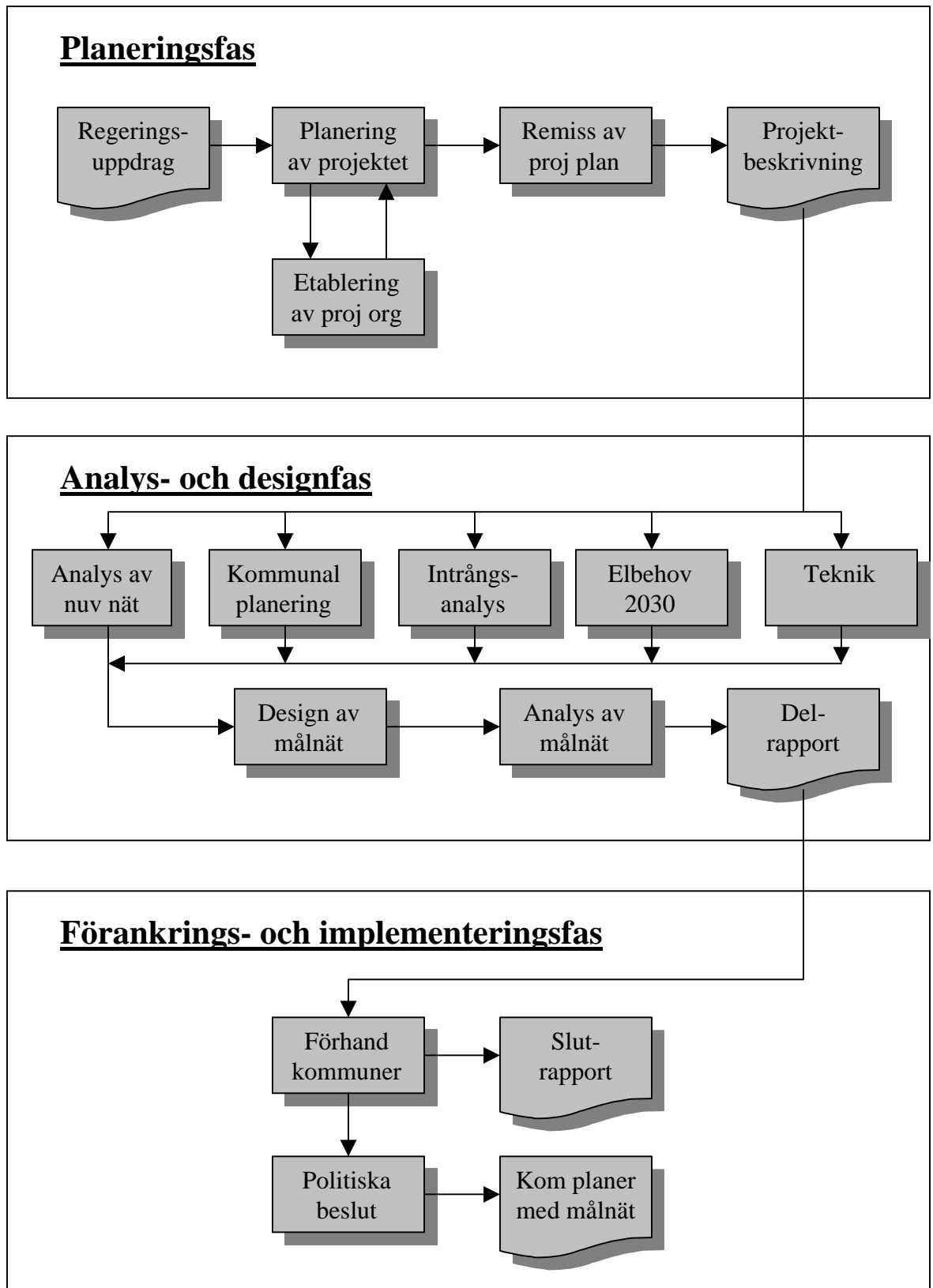


Ulf Sävström

Kopia till

Elsäkerhetsverket
Statens energimyndighet

Processbeskrivning för ”Stockholms ström”



Definitioner för ledningsgata

För ledningsgatans olika delar, röjningsåtgärder mm används följande benämningar och definitioner:

Ledningsgata betecknar det område längs en kraftledning, inom vilket vissa krav måste uppfyllas enligt starkströmsföreskrifterna. I skogsmark utgörs ledningsgatan av skogsgata och sidoområden.

Skogsgata betecknar det skogsområde längs en kraftledning inom vilket ledningsägaren vid underhåll avverkar i huvudsak all högväxande vegetation.

Sidoområden betecknar de områden längs en kraftledning, som är belägna på ömse sidor om skogsgatan. Sidoområdena sträcker sig så långt åt sidorna som skogen kan vara farlig för ledningens säkerhet.

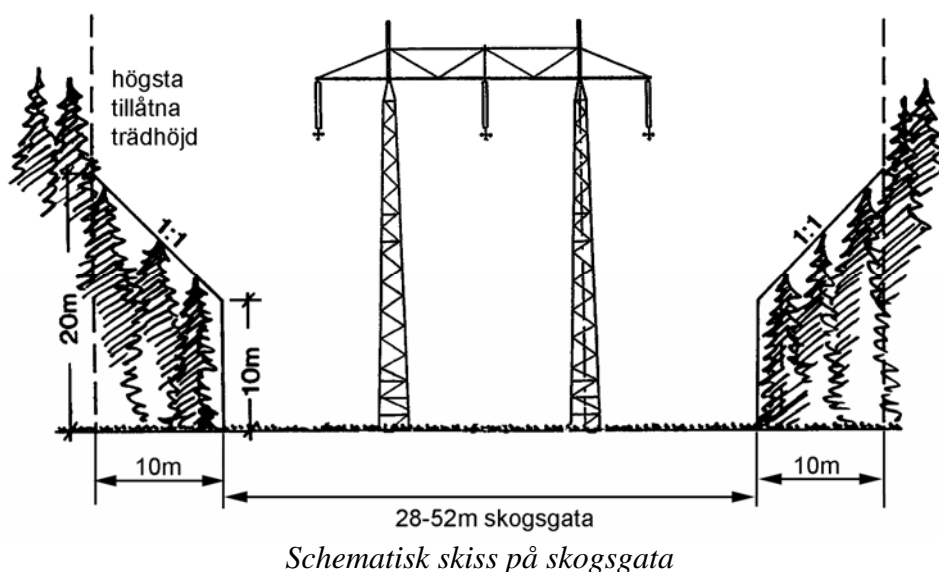
Engångsersatt område betecknar det område längs en kraftledning, för vilket ledningsägaren betalat engångsersättning. Det engångsersatta området motsvarar normalt skogsgatan.

Högväxande vegetation betecknar sådana arter, som på växtplatsen kan bli så höga att de stör ledningens drift.

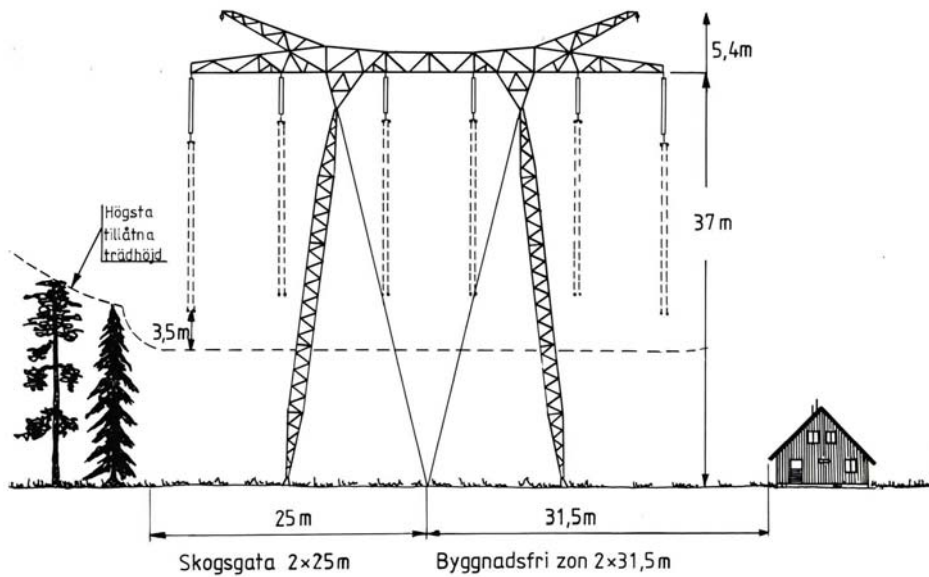
Lågväxande vegetation betecknar sådana arter, som på växtplatsen uppenbart inte kan bli så höga att de stör ledningens drift.

Farliga träd betecknar träd, som är eller fram till nästa underhållsröjning kan bli farliga för ledningens driftsäkerhet.

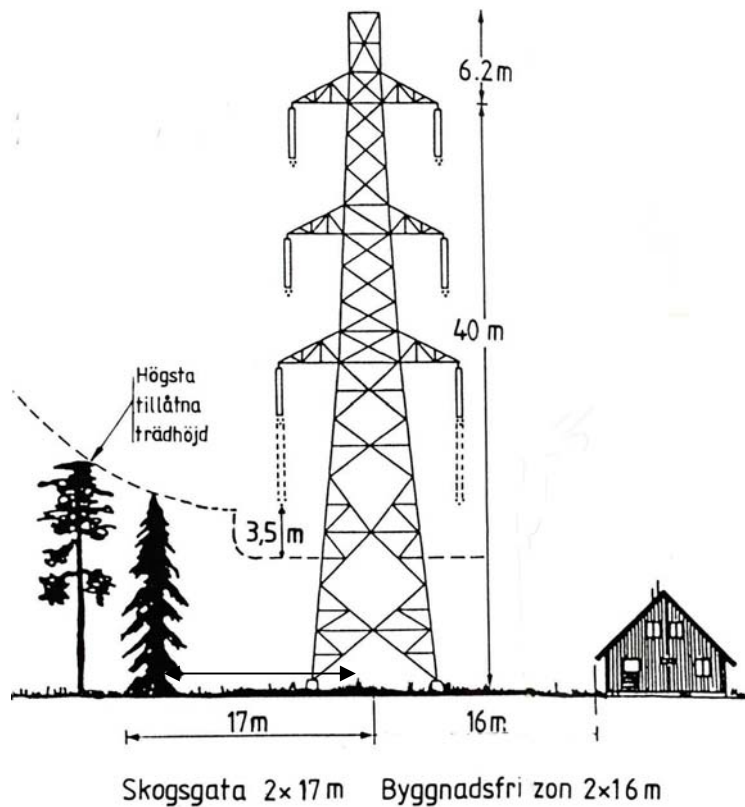
Kanträd betecknar de farliga träd, som växer utanför det engångsersatta området och för vilka ersättning skall betalas när de avverkas.



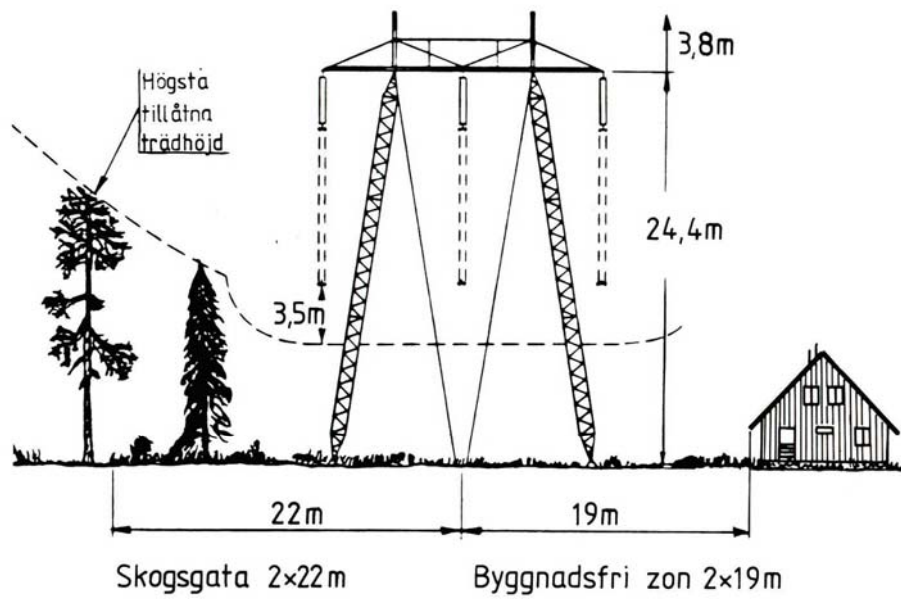
Nedan anges exempel på ledningsgator för ledningar med olika systemspänningar.



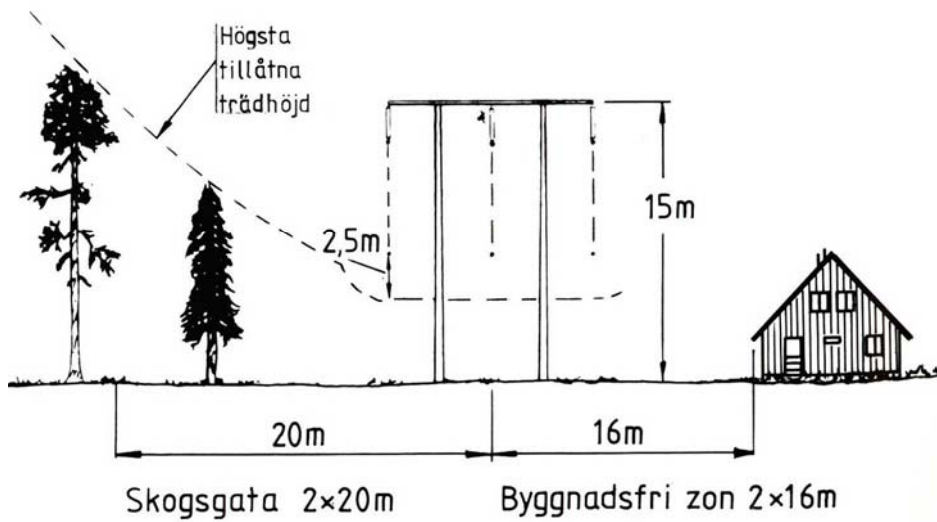
2 x 400 kV ledning i portalstolpar



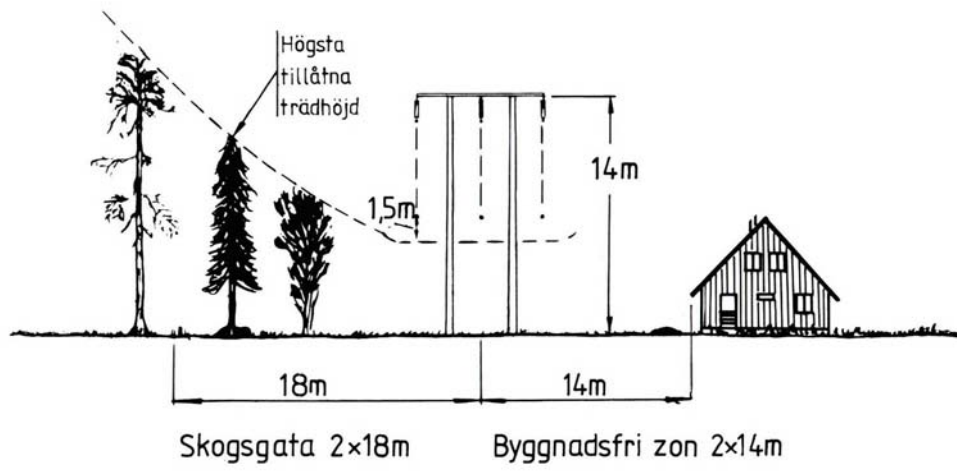
2 x 400 kV ledning i julgransstolpar. I denna stolptyp kan även ledning med andra systemspänningar placeras, t ex 2x 220 kV eller 1x400 kV och 1x 220 kV.



Figur 3. 400 kV ledning i portalstolpar



Figur 4. 220 kV ledning i portalstolpar



Figur 5. 130 kV ledning i portalstolpar

Elektromagnetiska fält

Elektromagnetiska fält (EMF) används som ett samlingsnamn för elektriska och magnetiska fält. Elektriska och magnetiska fält uppkommer vid generering, överföring och distribution samt slutanvändning av el. Fälten finns nästan överallt i vår miljö, kring kraftledningar, transformatorer och elapparater, som t ex hårtork och mikrovågsugn. Fältens frekvens varierar, men Sverige och övriga Europa använder frekvensen 50 perioder per sekund (50 Hz) i kraftsystemet. Detta innebär att spänning och ström varierar i takt med frekvensen 50 Hz. Lågfrekventa elektriska och magnetiska fält har en frekvens under 300 Hz.

Kring en kraftledning finns ett elektriskt och ett magnetiskt fält. Det är spänningsskillnaden mellan fasledare och mark som ger upphov till det elektriska fältet, medan strömmen i fasledarna alstrar det magnetiska fältet. Styrkan i marknivå beror bl a på avståndet till ledningen, fasernas inbördes läge och belastningsström. Både de elektriska och magnetiska fälten avtar med avståndet från ledningen.

Elektriska fält mäts i kilovolt per meter (kV/m). Styrkan beror dels på ledningens spänning, dels på avståndet mellan faslinorna och marken. Fältet i marknivå är starkast där linorna hänger som lägst och där kan fältet ha en styrka upp till 10 kV/m. Normalt är fältets styrka lägre. Det elektriska fältet minskar kraftigt med avståndet. Ett sextiotal meter från ledningen är det nere i 0,01 kV/m. Vegetation och byggnader skärmar av fältet från luftledningar, vilket innebär att låga elektriska fält uppstår inomhus även om huset står nära en kraftledning. Elektriska fält i hemmiljö t ex från elapparater är svaga, mindre än 0,1 kV/m.

Magnetiska fält mäts i enheten mikrotesla (μT). Styrkan på de magnetiska fälten kring en kraftledning påverkas bl a av faslinornas placering och avståndet mellan linorna. Fälten alstras av strömmen i ledningen och varierar med strömlasten som i sin tur är beroende av variationerna i elproduktionen och elkonsumtionen. Ju mer ström som flödar i ledningen desto större blir magnetfältet. Magnetfältet avtar normalt med kvadraten på avståndet från ledningen. Ju högre faserna hänger, desto lägre blir magnetfältet vid marken under ledningen. Magnetfält avskärmas inte av vegetation, väggar eller tak. Magnetfälten inne i hus nära kraftledningar är därför ofta högre än vad som är normalt förekommande i bostäder. Styrkan är dock oftast liten i förhållande till andra magnetfält som vi utsätts för i vardagslivet (jämför nedan under kapitel 1.2.3 normal magnetfältsnivå).

Magnetfält för olika ledningstyper

Som angetts ovan påverkas de magnetiska fälten kring en kraftledning av faslinornas höjd och placering, avståndet mellan linorna och strömlasten. På grund av de variationer som finns i dessa avseenden längs ledningen, så varierar magnetfältets utbredning på olika delsträckor.

Magnetfältets utbredning i sidled från kraftledningens centrum med olika systemspänningar och stolptyper framgår av figur 6x och 7. I figur 6 redovisas storlek och utbredning av magnetfält för 400 kV, 220 kV och 70 kV ledning i portalstolpar och i figur 7 redovisas magnetfältet för 2 x 400 kV ledning och 2 x 220 kV ledning i julgransstolpar.

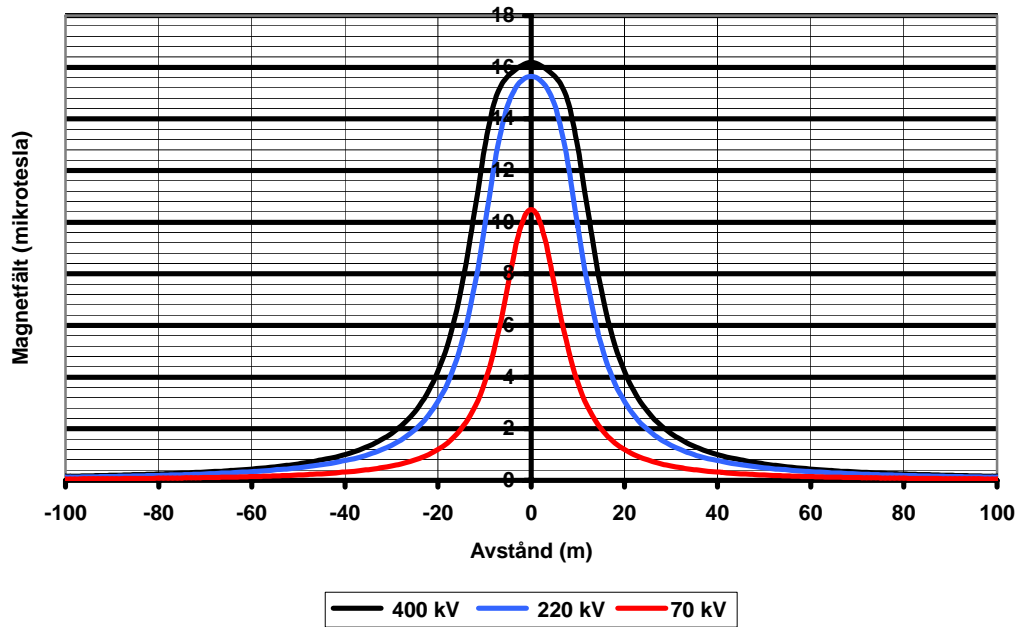


Diagram över magnetfältets utbredning för kraftledningar med systemspänning 400, 220 resp 70 kV med portalstolpar. Linornas höjd över mark är 8 meter och strömlasten 500 A.

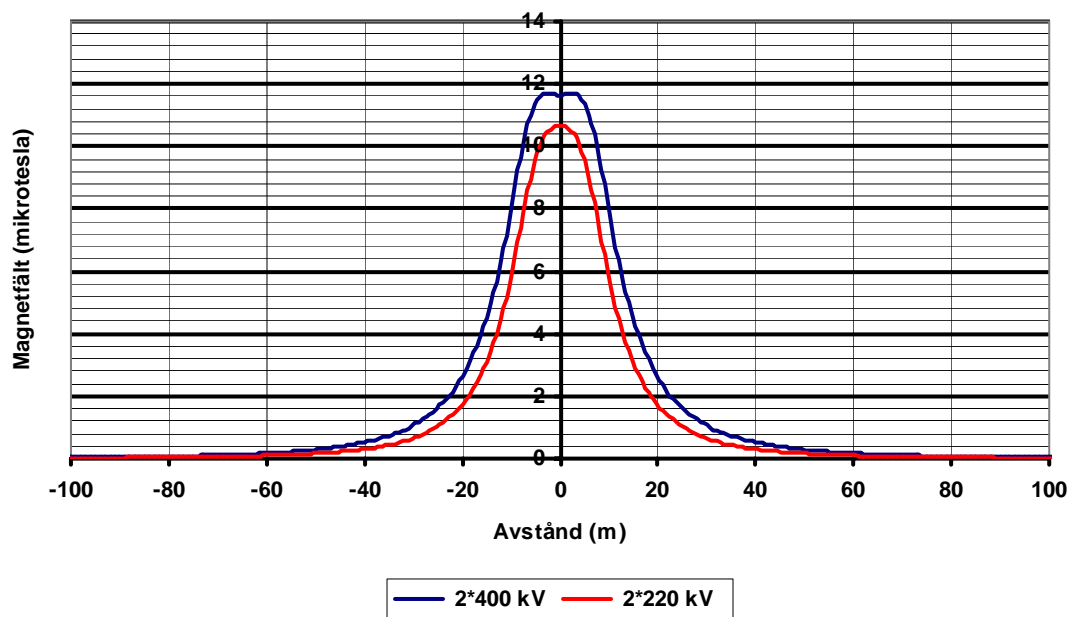


Diagram över magnetfältets utbredning för kraftledningar med systemspänning 2x400 och 2x220 kV i julgransstolpar. Strömlast 500 A.

Magnetfältet i diagrammen är beräknat på en strömlast på 500 Ampere (A).

Årsmedelströmlasten är ett genomsnittligt värde. De faktiska strömlasterna kan variera mycket över året och även under ett enskilt dygn. Det kan förekomma perioder då det inte går någon ström alls i ledningen. Enstaka timmar under ett år kan strömlasten också

uppgå till drygt det dubbla årsmedelvärdet. Medelströmlasten under den kalla respektive den varma perioden (i detta fall oktober-mars, respektive april-september) varierar kraftigt. Vissa år kan strömlasten under sommarperioden vara större än vinterperioden.

Hälsorisker

Det har under en längre tid pågått en diskussion om befarade hälsorisker vid exponering för lågfrekventa elektriska och magnetiska fält. Den forskning som bedrivits har i huvudsak avsett undersökningar av ett eventuellt samband mellan magnetfält och cancer. Det finns ett stort antal epidemiologiska studier där man med statistiska metoder studerat samband mellan exponering för magnetfält och olika typer av cancer. För exponeringar i boendemiljön har det framför allt gällt risker för leukemi hos barn.

Vissa undersökningar visar ökad risk, i andra finner man ingen ökad risk för cancer. En sådan undersökning är ”UK Childhood Cancer Study” som publicerades i december 1999. I studien jämfördes 2226 cancersjuka barn med lika många friska barn i samma ålder och kön. Utredningsresultatet i denna studie ger inte något stöd för påståendet att barn som utsätts för magnetiska fält skulle löpa större risk att drabbas av leukemi eller någon annan form av barncancer.

WHO har genom sitt cancerforskningscenter IARC, International Agency for Research on Cancer, utvärderat risken för cancer i samband med exponering för lågfrekventa fält. Vid ett möte i Lyon 2001 deltog 21 världsledande experter från tio länder. Man gick då igenom de rapporter som publicerats på området. IARC:s bedömning när det gäller lågfrekventa magnetfält är att de möjligen är cancerframkallande. Expertgruppen gjorde bedömningen att barncancerstudierna utgjorde ett begränsat bevis, ”limited evidence”, för en överrisk för cancer, medan bedömningen av studier på vuxna blev att bevisningen var ofullständig, ”inadequate evidence”. Cell- och djurförsök har inte gett stöd för annan klassificering.

En kombinerad (pooled) analys av data från ett antal väl utförda studier visar ett ganska konsistent statistiskt samband mellan barnleukemi och exponering i hemmet för kraftfrekventa magnetiska fält med fältstyrkor över 0,4 μ T, med en ungefär fördubblad risk. Det är osannolikt att detta beror på slumpen, men resultatet skulle kunna ha påverkats av selektionsbias.

Boverket, Elsäkerhetsverket, Socialstyrelsen och Statens Strålskyddsinstitut har gett ut broschyren ”Magnetfält och eventuella hälsorisker”. Broschyren utgavs första gången 1994 och har utkommit i en ny version 2000. Myndigheterna konstaterar i den uppdaterade versionen att forskningsläget inte förändrats. Fortfarande finns det många motsägelsefulla resultat, oklarheter och frågetecken. Enligt myndigheternas bedömning kan man därför inte säga om magnetiska fält kan orsaka cancer eller inte. Det konstateras att man vet att mycket höga magnetfält (som allmänheten normalt inte kommer i kontakt med) kan ha negativa effekter på människan, men att man fortfarande vet ganska lite om hur svaga magnetfält påverkar människan.

Enligt beräkningar som genomförts av El-säkerhetsverket uppgår antalet barn som bor nära kraftledningar till ca 25 000. Varje år insjuknar 70-80 barn i Sverige i leukemi, vilket motsvarar 1 barn av 25 000. Vissa forskningsresultat pekar på att risken för leukemi ungefär fördubblas för barn som bor nära kraftledningar. En sådan fördubbling skulle innebära att 2 barn istället för 1 av de 25 000 som bor nära kraftledningar skulle få leukemi varje år. Det finns många osäkerheter i resultaten ifrån de forskningar som

bedrivits och det finns inte några övertygande accepterade samband mellan dos och riskens storlek.

Det är också viktigt att beakta att cancer är en sjukdom som anses orsakas av en rad samverkande faktorer där kosten och tobaksrökning är de viktigaste. Om exponering för magnetiska fält också bidrar till uppkomst av cancer så är risken för att få cancer på grund av magnetfält liten jämfört med risken att få cancer av andra orsaker.

Sammanfattningsvis kan konstateras att man trots omfattande vetenskapliga undersökningar inte kan ge något entydigt svar idag på frågan om magnetiska fält kan orsaka cancer eller inte.

Försiktighetsprincipen

De svenska myndigheterna Arbetarskyddsstyrelsen, Boverket, Elsäkerhetsverket, Socialstyrelsen och Statens Strålskyddsinstitut har sammanfattat synen på elektromagnetiska fält i skriften "Myndigheternas försiktighetsprincip om lågfrekventa elektriska och magnetiska fält – en vägledning för beslutsfattare" (1996). Myndigheterna är eniga om att forskningsresultaten hittills inte gett underlag för och inte heller kan sägas motivera några gränsvärden eller andra tvingande begränsningar. I stället rekommenderas en försiktighetsprincip med följande lydelse:

"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."

Försiktighetsprincipen är en omdiskuterad princip när det gäller eventuella hälsorisker i samband med elektriska och magnetiska fält. Som generell regel förekommer den bl a i Maastrichtavtalet 1992 "precautionary principle" och är avsedd att kunna användas i många olika sammanhang. Principen går ut på att samhället skall vidta lämpliga åtgärder då det finns tillräckliga bevis för att underlåtenhet att handla kan leda till skada och då handling kan berättigas på rimliga bedömningar av kostnadseffektivitet. Inom EU är det bara Sverige och Danmark som valt att tillämpa försiktighetsprincipen för magnetfält.

Normal magnetfältsnivå

Med normal magnetfältsnivå avses genomsnittsvärdet på magnetfältet i den aktuella miljön vid sådana förhållanden som kan anses återspegla fältnivån under lång tid. Med magnetfältsnivå i aktuell miljö menas magnetfältsnivån i områden där människor återkommande kan förväntas vistas under längre tid, t ex bostäder.

Medianvärdet på magnetfältet i bostäder och daghem i större städer i Sverige är $0,1 \mu\text{T}$ och i mindre städer och på landsbygd $0,05 \mu\text{T}$. I storstadsområdena har ca 10 procent av bostäderna minst ett rum med ett magnetfält över $0,2 \mu\text{T}$. Mitt under en kraftledning kan magnetfältet vara $10\text{--}20 \mu\text{T}$. Man beräknar att ca 0,5 % av bostadsbeståndet har ett magnetfält över $0,2 \mu\text{T}$ på grund av närhet till elektriska ledningar av olika typer. I industrimiljöer varierar värdena avsevärt. Det högsta dygnsmedelvärdet $1,1 \mu\text{T}$ har uppmätts för yrkesgruppen svetsare. I stadsmiljöer är magnetfälten i gatumark och på trottoarer ofta förhöjda på grund av kabelnät och vagabonderande strömmar. Sålunda har medelvärdet mätt på trottoarer i t ex Stockholms innerstad uppmätts till $0,4 \mu\text{T}$ och i

Borlänge centrum till 0,38 μT . Nära hushållsapparater som hårtorkar, dammsugare etc kan fältet variera mellan 10 och 50 μT , se figur XX

Gränsvärden och rekommendationer

De svenska myndigheterna har inte fastställt något gränsvärde för magnetiska fält eller något skyddsavstånd till kraftledningar.

Statens strålskyddsinstitut har givit ut Allmänna råd för allmänhetens exponering för elektromagnetiska fält, som bygger på Europarådets rekommendation från den 12 juli 1999 om allmänhetens exponering för fält med frekvenser mellan 0 och 300 GHz. Europarådets rekommendation har tagits fram av ett antal aktörer, såsom ICNIRP (The International Committee of Non Ionizing Radiation Protection), SCC (The Scientific Steering Committee) och Europeiska Kommissionen. Denna rekommendation utgår från ICNIRP:s 1998 publicerade guide-line och bygger på skydd mot bevisade hälsoeffekter, som utlöser nervsignaler på grund av inducerade strömmar. EU har uppmanat medlemsländerna att införa gränsvärden baserade på denna rekommendation.

ICNIRP:s guideline begränsar den inducerade strömtätheten i människokroppen så att ökade nervimpulser undviks. Den inducerade strömtätheten i kroppen är inte praktiskt mätbar, varför ICNIRP även anger referensvärden uttryckta i elektrisk och magnetisk fältstyrka. Referensvärdet för allmänhetens exponering, vid 50 Hz, ligger på 100 μT . Motsvarande värde för yrkesmässig exponering är 500 μT .

Rekommendationerna avseende kraftledningar innebär att värdet för elektriska fält ej bör överstiga 5000 V/m och att värdet för magnetiskt fält ej bör överstiga 100 μT . Det bör noteras att dessa värden endast avser korttidsverkningar, dvs tillfällig exponering. EU:s rekommendationer berör endast korttidsverkningar och överensstämmer i stort med ICNIRP:s rekommendationer. Rekommendationerna är inte bindande för medlemsländerna, utan har formen av en hemställan med stora möjligheter för de enskilda länderna att själv utforma sina regler.

De hälsoeffekter som myndigheterna relaterar till i försiktighetsprincipen är de långsiktiga effekterna. Då det inte finns några explicita nivåer angivna i försiktighetsprincipen har detta lett till en osäkerhet och en rad, ibland divergerande, tolkningar på kommunal- och länsnivå.

Elsäkerhetsverket sände under våren 2003 ut en rapport ”Reduktion av magnetfält från kraftledningar” på remiss. I denna preciserar Elsäkerhetsverket vilken nivå som bör gälla vid nya och förnyade kraftledningskoncessioner.

Som skrivs i rapporten är forskningsläget inte tillräckligt för att sätta gränsvärden baserade på de epidemiologiska studierna. Elsäkerhetsverket väljer som en försiktighetsåtgärd nivån 0,4 μT för magnetfält från kraftledningar. Tyvärr har inte Elsäkerhetsverket, vid tidpunkten för denna rapport utarbetande, givit ut någon definitiv version av rapporten efter remissbehandling.

Elsäkerhetsverket sände under våren 2003 ut en rapport ”Reduktion av magnetfält från kraftledningar” på remiss. I denna preciserar Elsäkerhetsverket vilken nivå som bör gälla vid nya och förnyade kraftledningskoncessioner.

Som skrivs i rapporten är forskningsläget inte tillräckligt för att sätta gränsvärden baserade på de epidemiologiska studierna. Elsäkerhetsverket väljer som en försiktighetsåtgärd nivån 0,4 μ T för magnetfält från kraftledningar. Tyvärr har inte Elsäkerhetsverket, vid tidpunkten för denna rapports utarbetande, givit ut någon definitiv version av rapporten efter remissbehandling.



**Svenska
Kraftnät**

Box 526, 162 15 Vällingby, Tel 08-739 78 00, Fax 08-37 84 05. Internet: www.svk.se. Besök: Jämtlandsgatan 99