

## MARKKABLAR I STAMNÄTET – TEKNISKA ASPEKTER

Svenska Kraftnät är ett statligt affärsverk med uppgift att förvalta Sveriges stamnät för elkraft, som omfattar ledningar för 400 kV och 220 kV med stationer och utlandsförbindelser. Verket har också systemansvaret för el och naturgas. Svenska Kraftnät utvecklar stamnätet och elmarknaden för att möta samhällets behov av en säker, miljövänlig och ekonomisk elförsörjning. Därmed har verket också en viktig roll i klimatpolitiken. Vi har cirka 400 medarbetare, de flesta vid huvudkontoret i Sundbyberg. Vi har även kontor i Sundsvall, Halmstad och Sollefteå. Ytterligare flera hundra personer sysselsätts på entreprenad för drift och underhåll av stamnätet runt om i landet. År 2010 var omsättningen ca 10,5 miljarder kronor. Svenska Kraftnät har tre dotterbolag och fem intressebolag, bland andra den nordiska elbörsen Nord Pool. Mer information finns på vår webbplats [www.svk.se](http://www.svk.se).

SVENSKA KRAFTNÄT

BOX 1200  
172 24 SUNDBYBERG  
STUREGATAN 1

[WWW.SVK.SE](http://WWW.SVK.SE)

TEL 08 475 80 00  
FAX 08 475 89 50

Idag finns cirka 1500 mil luftledning i stamnätet. Svenska Kraftnät kommer under en tioårsperiod att behöva bygga ut stamnätet för att möta framtidens behov. Oavsett om vi planerar för luftledning eller markkabel utreder vi utifrån ett nationellt elförsörjningsperspektiv. I planeringen ingår också att väga in lokala och globala miljöfrågor. Målsättningen är alltid ett driftsäkert stamnät.

### STAMNÄTETS UTFORMNING

Stamnätet är ett nationellt överföringsnät för el och ska kunna överföra stora energimängder på långa avstånd. Störningar i elleveranserna från stamnätet påverkar stora områden och kan i värsta fall påverka hela landet. Driftsäkerheten i stamnätet har därför betydelse inte bara för de områden där ledningarna passerar.

Växelströmsteknik är idag den helt dominerande tekniken inom elförsörjningens alla led. I stort sett all el produceras och konsumeras som växelström. Samtliga nordiska stamnät är utformade som växelströmsnät. Den utformningen är en förutsättning för att ländernas elnät ska kunna hållas sammankopplade och utgöra en bas för den integrerade nordiska balanshållningen och en gemensam nordisk elmarknad.

Växelströmsnäten kan ibland kompletteras med – men aldrig ersättas av – likströmsförbindelser. Likströmsteknik kan användas för att knyta ihop olika synkrona växelströmssystem, som t.ex. Norden med kontinenten eller Sverige med Baltikum. Den kan även användas för att komplettera växelströmssystemet med en styrbar överföringskapacitet på långa avstånd.

Svenska Kraftnät ska enligt statsmakternas uppdrag se till att "stamnätet byggs ut för att öka driftsäkerheten och tillgängligheten i överföringssystemet". Vi ska verka för att "överföringsverksamheten kan bedrivas med hög driftsäkerhet och tillgänglighet".

### VÄXELSTRÖMSKABLAR I STAMNÄTET

I snart sagt varje koncessionsärende möter Svenska Kraftnät lokala önskemål om kablfiering. Många lokalnät har säkrats mot nedfallande träd genom att man ersatt luftledningar med markkablar. Det har bidragit till tron att motsvarande kablfiering är möjlig att göra i stamnätet. Så är emellertid inte fallet.

Av rent elektrotekniska skäl är det inte realistiskt att kablfiera 400 kV förbindelser på längre

sträckor. På stamnätets spänningsnivåer medför närheten mellan ledarna i en kabel att det uppstår extrema fasförskjutningar mellan ström och spänning. Det gör att den el som kan nyttiggöras i slutet av kabeln endast blir en bråkdel av den som matats in i kabelns andra ände.

För att åtgärda detta måste man med jämna mellanrum bygga särskilda stationsanläggningar med kompenseringsutrustning. Utöver kostnaderna och underhållsbehoven innebär det lägre driftsäkerhet, eftersom fler potentiella felkällor introduceras. Anläggningarna är också stora, vilket medför betydande markbehov. Eftersom stamnätets utveckling ställer stora krav på ledningarnas överföringskapacitet är det dessutom nödvändigt med flera parallella kabelförband, vilket ökar totalkostnaden för anläggningen ytterligare.

Sammantaget innebär detta att markkabel för växelström endast undantagsvis kan komma till användning i stamnätet – och då på korta avstånd.

### **LIKSTRÖMSKABLAR I STAMNÄTET**

Ska överföring göras i en markkabel på längre avstånd måste man använda likströmsteknik. Den grundläggande förutsättningen för att använda likströmsteknik för överföring med hög kapacitet är dock att förbindelserna kan anslutas till växelströmsnät som har tillräcklig styrka för att kunna mata in och ta emot stora elmängder.

Likströmsanläggningar är avsevärt mer komplicerade än normala växelströmsförbindelser. De har därmed också en sämre genomsnittlig tillgänglighet, beroende på ett behov av avställning för årliga översyner, längre reparationstider vid fel och att det finns fler komponenter som kan gå sönder.

Överföring med likström förutsätter två strömriktarstationer för anslutning till växelströmsnätet. Vid krav på hög kapacitet på förbindelsen krävs dock minst två strömriktare i varje ände. Strömriktarstationerna är stora anläggningar med höga byggnader. De tar omfattande ytor i anspråk och gör stora intrång i landskapet.

Strömriktarstationerna behövs oberoende av överföringssträckans längd. Strömriktarstationerna medför också att de elektriska förlusterna på förbindelsen ökar avsevärt. Kostnaderna för att bygga likströmsförbindelser blir därför höga. Det går heller inte att ansluta vindkraftparker eller annan elproduktion till en likströmsförbindelse.

Sammantaget innebär detta att markkabel för likström bara kan komma ifråga när stora mängder el ska överföras på längre avstånd från en punkt till en annan.

### **DRIFTSÄKERHETEN PRIORITERAS**

När en delsträcka i stamnätet markförläggs medför det en ökad risk för driftsäkerheten i elsystemet. Det beror på att den sammanlagda sannolikheten för fel på kabelförbindelser är

högre än för luftledningar. Till det kommer att reparationstiderna är avsevärt längre för en kabelförbindelse än för en luftledning. Grundat på tillgänglig statistik och erfarenheter blir den beräknade tiden när en kabelförbindelse inte kan användas minst fyra gånger så lång som för motsvarande luftledning.

Varje kabelförbindelse i det högspända växelströmsnätet innebär – även på korta sträckor – att en svag punkt byggs in i det nationella transmissionsnätet. Kabelförbindelse medför helt olika konsekvenser för driftsäkerheten i olika typer av nät. I lokal- och regionnäten kan nedfallande träd kortsluta eller riva ner ledningar. Denna typ av fel inträffar inte i stamnätet, där ledningsgatorna är tillräckligt breda och stolparna tillräckligt höga för att träd inte ska kunna falla på ledningarna. Att ersätta luftledning med kabel kan öka driftsäkerheten i lokal- och regionnäten. Men sådana vinster kan inte uppnås i stamnätet. Här minskar driftsäkerheten i stället för att öka.

Det finns ett par aspekter som är starkt förknippade med driftsäkerheten i elsystemet. En aspekt är antalet fel som inträffar i systemet och en annan är hur lång tid systemet är försvagat till följd av att reparationer pågår. Under dessa perioder är systemet känsligare för ytterligare fel, även om driften i största möjliga mån anpassas efter den nya situationen. Marginalerna till en större störning blir helt enkelt mindre och driftsäkerheten därmed lägre.

Förenklat kan man säga att antalet fel i systemet hänger ihop med antalet komponenter som kan gå sönder. Införande av en kabelsträcka på en stamnätsförbindelse medför ett antal ytterligare komponenter i systemet. Varje övergång mellan luftledning och kabel på stamnätet sker i en stationsanläggning. I denna placeras den nödvändiga utrustningen som består av kabelavslut, avledare samt i förekommande fall en shunt-reaktor (nödvändigt på en kabelförbindelse vid längre kabelförbindelse för växelström för att hantera den spänningshöjning av systemet som långa kablar förorsakar).

Reparationstiden för fel på någon del av kabelöverföringen är betydligt längre än för fel på motsvarande luftledning. Det är tidskrävande att lokalisera felet, gräva upp kabeln utan att skada övriga kablar, utföra reparationen och slutligen lägga tillbaka kabeln. När den processen är genomförd har dessutom ytterligare två skarvar tillkommit, vilka kommer att utgöra nya potentiella felkällor i framtiden.

Oavsett om vi planerar för luftledning eller markkabel utreder vi utifrån ett nationellt elförsörjningsperspektiv. I planeringen ingår också att väga in lokala och globala miljöfrågor. Målsättningen är alltid ett driftsäkert stamnät.