

INVESTERINGSPAKET NORDSYD

Kraftfulla förstärkningar av
Sveriges stamnät för el mellan elområde 2 och 3



SVENSKA KRAFTNÄT

Svenska kraftnät är ett statligt affärsverk med uppgift att förvalta Sveriges stamnät för el, som omfattar ledningar för 400 kV och 220 kV med stationer och utlandsförbindelser. Vi har också systemansvaret för el. Vi utvecklar stamnätet och elmarknaden för att möta samhällets behov av en säker, hållbar och ekonomisk elförsörjning. Därmed har Svenska kraftnät också en viktig roll i klimatpolitiken.

Foton, illustrationer och kartor har tagits fram av Svenska kraftnät.

Foto
Tomas Ärlemo

Org. Nr 202 100-4284

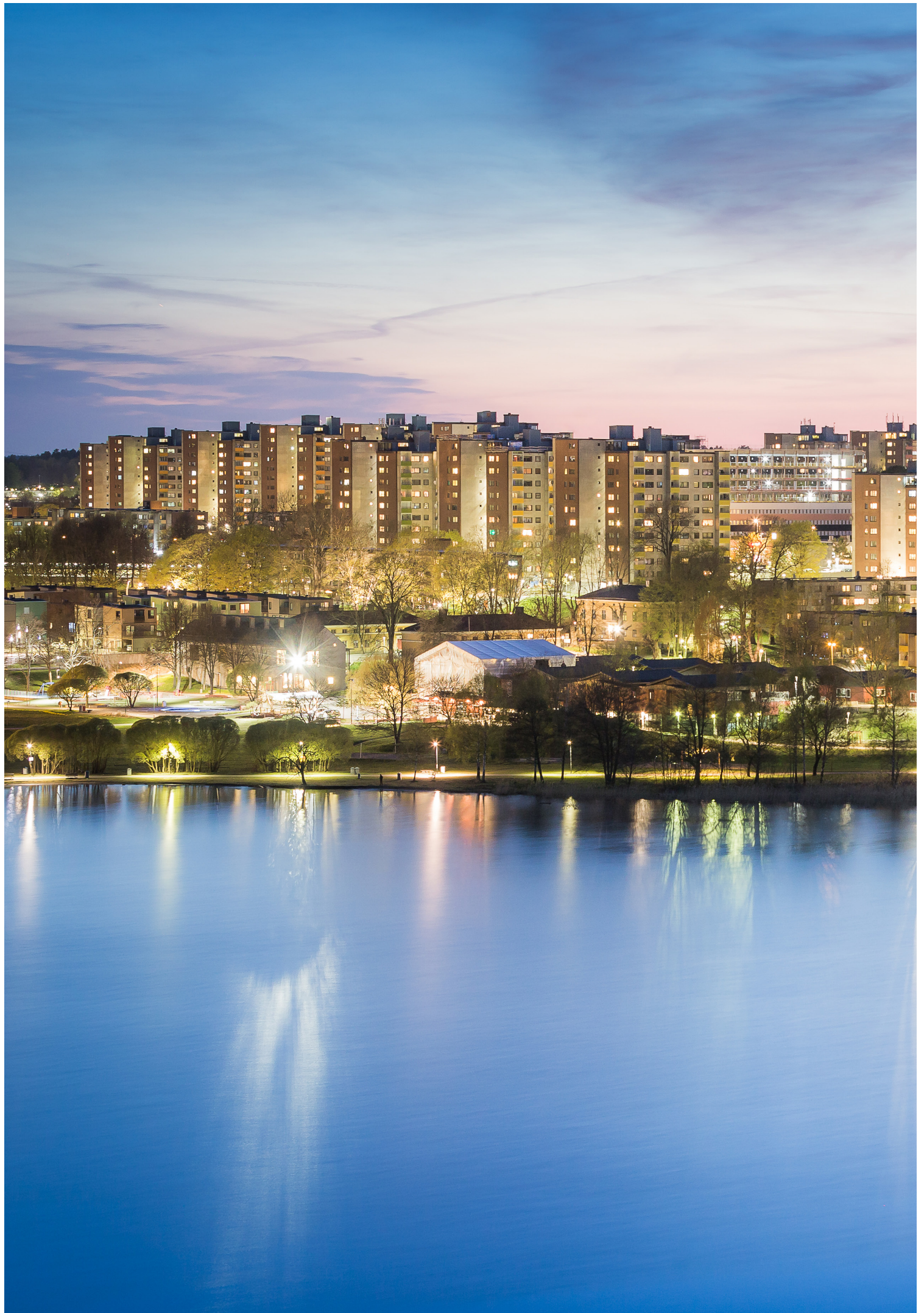
SVENSKA KRAFTNÄT
Box 1200
172 24 Sundbyberg
Sturegatan 1

Tel 010-475 80 00
Fax 010-475 89 50

www.svk.se

Innehåll

Sammanfattning	5
1 NordSyd viktig del i energiomställningen	7
2 NordSyd ger ett mer robust och flexibelt stamnät.....	9
2.1 Ökat överföringsbehov från norr till söder	9
2.2 Tydligt slutmål men vägen dit inte spikad	9
3 NordSyd omfattar närliggande och långsiktiga åtgärder	11
3.1 Närliggande åtgärder för att öka snitt 2-kapaciteten.....	11
3.2 Långsiktiga åtgärder för att öka snitt 2-kapaciteten.....	14
3.2.1 Förutsättningar för dubbelledningar	14
3.2.2 Seriekompensering fasas ut i snitt 2	16
3.2.3 Lösning med växelström är det bättre alternativet.....	16
3.2.4 Byggbarhet för långsiktiga åtgärder.....	17
4 NordSyd ger samhällsekonomiska vinster	18
4.1 Samhällsnyttiga effekter	18



Sammanfattning

Överföringsförmågan mellan elprisområdena 2 och 3, det så kallade snitt 2, kommer att ökas genom flera kraftfulla investeringar i det svenska stamnätet för el de närmaste dryga 20 åren. Resultatet kommer att bli ett mer flexibelt och robust stamnät som är förberett för förändringar i det svenska elsystemet och samtidigt kan möta behoven av ökad överföring från norr till söder. Det samlade namnet på investeringspaketet är NordSyd.

STAMNÄTET FÖR EL 2017

Det svenska stamnätet för el består av 15 000 km kraftledningar, 160 transformator- och kopplingsstationer och 16 utlandsförbindelser.

- 400 kV ledning
- 275 kV ledning
- 220 kV ledning
- HVDC (likström)
- Samkörningsförbindelse för lägre spänning än 220 kV
- ⋯ Planerad/under byggnad
- Vattenkraftstation
- ▲ Värmekraftstation
- ⚡ Vindkraftpark
- Transf./kopplingsstation
- Planerad/under byggnad



1 NordSyd viktig del i energiomställningen

Sverige och Europa är mitt i en stor energiomställning. Elproduktionen förändras med en kraftig ökning av väderberoende förnybar elproduktion. Enligt den fastslagna energipolitiska inriktningen för Sverige är ett av målen att år 2040 ska 100 procent av elproduktionen vara förnybar. Det innebär med största sannolikhet en stor ökning av vindkraftsproduktionen och en stor del av den ökade produktionen kommer att hamna i norra Sverige. Elektrifiering är också en stark global trend och en viktig del av energiomställningen. För svensk del kan man se framför sig en kraftig elektrifiering av transportsektorn, men också för industrin kan vi förvänta oss en ökad elektrifiering. Urbaniseringen är också en stark trend som för med sig att nya bostadsområden etableras med följd att till exempel kollektivtrafiken byggs ut.

Stamnätet är en viktig möjliggörare för energiomställningen, både för att ansluta nya produktionsanläggningar och för att kunna möta nya behov från elkunder. Förstärkt överföringskapacitet inom såväl Sverige som mellan Sverige och grannländerna är därför betydelsefullt och en del av den svenska energipolitiska inriktningen.

Investeringsprogrammet NordSyd kommer att bidra till att hålla ihop det svenska elsystemet och undvika att det i framtiden uppstår betydande flaskhalsar mellan norra och södra Sverige. Dessa flaskhalsar skulle begränsa möjligheten till såväl utbyggnad av produktion i norra Sverige som att möta nya elbehov i södra Sverige. Ur ett vidare nordiskt och europeiskt perspektiv bidrar förstärkningarna till att möjliggöra export av förnybar el från Sverige och därmed till att ersätta fossilbaserad produktion. Samma mönster med ökad produktion i norr och större nord-sydliga flöden ser vi också i våra grannländer.

Även om många stora trender ser tydliga ut och utgör en bra grund för en långsiktig planering finns naturligtvis också många osäkerheter. Dessa osäkerheter kan gälla såväl takten i omställningen, lokaliseringen av ny produktion och konsumtion samt i vilken grad faktorer som efterfrågefleksibilitet och energilagring kommer att påverka systemet och överföringsbehovet. Ur ett mer driftmässigt perspektiv kan man också förvänta sig större osäkerheter och variationer i flödena i nätet. Detta ställer krav på att lösningarna är flexibla och robusta för dessa osäkerheter. I ett långsiktigt perspektiv är det viktigt att ha ett ramverk som gör det möjligt att anpassa utifrån samhällsförändringarna. Ur ett driftperspektiv ska lösningarna på ett bra sätt vara flexibla och robusta för stora variationer i flöden i nätet. NordSyd är utformat för att tillmötesgå behoven av flexibilitet och robusthet ur båda dessa perspektiv och är en viktig del för att möjliggöra energiomställningen.



2 NordSyd ger ett mer robust och flexibelt stamnät

2.1 Ökat överföringsbehov från norr till söder

Snitt 2 korsas av åtta 400 kV-ledningar och tre 220 kV-ledningar — och har stor påverkan på elmarknaden och driftsäkerheten i det nordeuropeiska elsystemet. Med den här strategiskt viktiga positionen är det särskilt viktigt att ledningarna är väl rustade inför framtiden. Investeringspaketet NordSyd omfattar sex av de elva ledningar som korsar snitt 2 — de tre äldsta 400 kV-ledningarna och de tre 220 kV-ledningarna. I grunden handlar drivkraften för NordSyd om att upprätthålla ett driftsäkert, miljöanpassat och kostnadseffektivt stamnät och eftersom vissa ledningar över snitt 2 kommer att överskrida sin bedömda tekniska livslängd de närmaste åren är investeringar nödvändiga.

En annan central drivkraft för förstärkningen av snitt 2 är att förändringarna i elsystemet ställer nya krav på stamnätet. Utbyggnaden av vindkraftsproduktionen i norra Sverige, kärnkraftsnedläggningarna i södra Sverige, ökad förbrukning i framför allt flera stadsregioner i mellersta Sverige samt större behov av att överföra reglerkraft från norra Sverige gör att nätkapaciteten över snitt 2 måste öka. En kapacitetshöjning hanterar ökade flöden mellan elområde 2 och 3 och det är bra för driftsäkerheten och påverkar marknaden positivt bland annat genom att undvika att det i framtiden uppstår betydande flaskhalsar mellan norra och södra Sverige.

Ytterligare en drivkraft för NordSyd är att Svenska kraftnät måste kunna leva upp till lagkravet om anslutningsskyldighet och tillgodose ansökningar om ökade uttagsabonnemang i mellersta delarna av Sverige.

Åtgärderna som kommer att genomföras inom NordSyd är mycket omfattande och de mest långsiktiga åtgärderna beräknas ta flera decennier att genomföra, men det kommer också att genomföras åtgärder de närmaste åren som påverkar överföringen i den här delen av stamnätet. NordSyd handlar inte bara om att genomföra reinvesteringar utan också om att förnya och förstärka för att öka kapaciteten i snitt 2 från dagens 7 300 MW upp till mer än 10 000 MW.

2.2 Tydligt slutmål men vägen dit inte spikad

För att hinna färdigställa närliggande åtgärder samt ersätta 220 kV-ledningarna med 400 kV-ledningar inom utsatt tid måste förberedande projekteringsarbete starta omgående. För de äldsta 400 kV-ledningarna kan investeringarna vänta ytterligare några år.

För att åtgärderna ska kunna genomföras effektivt har nätkapaciteten kartlagts, effekterna på elmarknaden studerats och ledningarnas status bedömts i det utred-

ningsarbete som Svenska kraftnät har genomfört hittills. Nu tar fasen för genomförandet över där Svenska kraftnät vidare utreder frågor om framkomlighet, mark- och tillståndsfrågor och tekniska lösningar i förstudier och projektering.

De långsiktiga antaganden som görs i dag är osäkra, framför allt därför att elför- sörjningen står inför stora förändringar men också för att investeringarna är mycket omfattande. Därför kommer sannolikt genomförandet att behöva anpassas utifrån ytterligare fakta som framkommer vid fortsatt projekteringsarbete och i Svenska kraftnäts kontakter med andra intressenter. Fokus för NordSyd är därför att utveckla en strategisk nätlösning, som på ett flexibelt sätt kan tillgodose framtidsbehov av olika slag och som är robust mot omvärldsförändringar. In- riktningen på NordSyd bör ses som ett slutmål för hur nätet ska utformas, däremot kommer detaljlösningar som till exempel lokal matning av vissa stationer, behöva utredas ytterligare innan den slutliga utformningen fastställs.

3 NordSyd omfattar närliggande och långsiktiga åtgärder

För att hantera de långsiktiga systembehoven krävs mycket omfattande nät-åtgärder. De långsiktiga åtgärderna tar lång tid, samtidigt finns här och nu ett behov av en mindre ökning av den nordsydliga överföringen. NordSyd består därför av två investeringshorisonter:

- > *Närliggande åtgärder*, som kommer att driftsättas de närmaste fyra, fem åren med start redan i år och ge en kapacitetsökning med ungefär 800 MW.
- > *Långsiktiga åtgärder*, som ligger längre fram i tiden med sin sista driftsättning om ungefär 20 år och som kommer att ge en kapacitetsökning på uppskattningsvis mer än 2 000 MW.

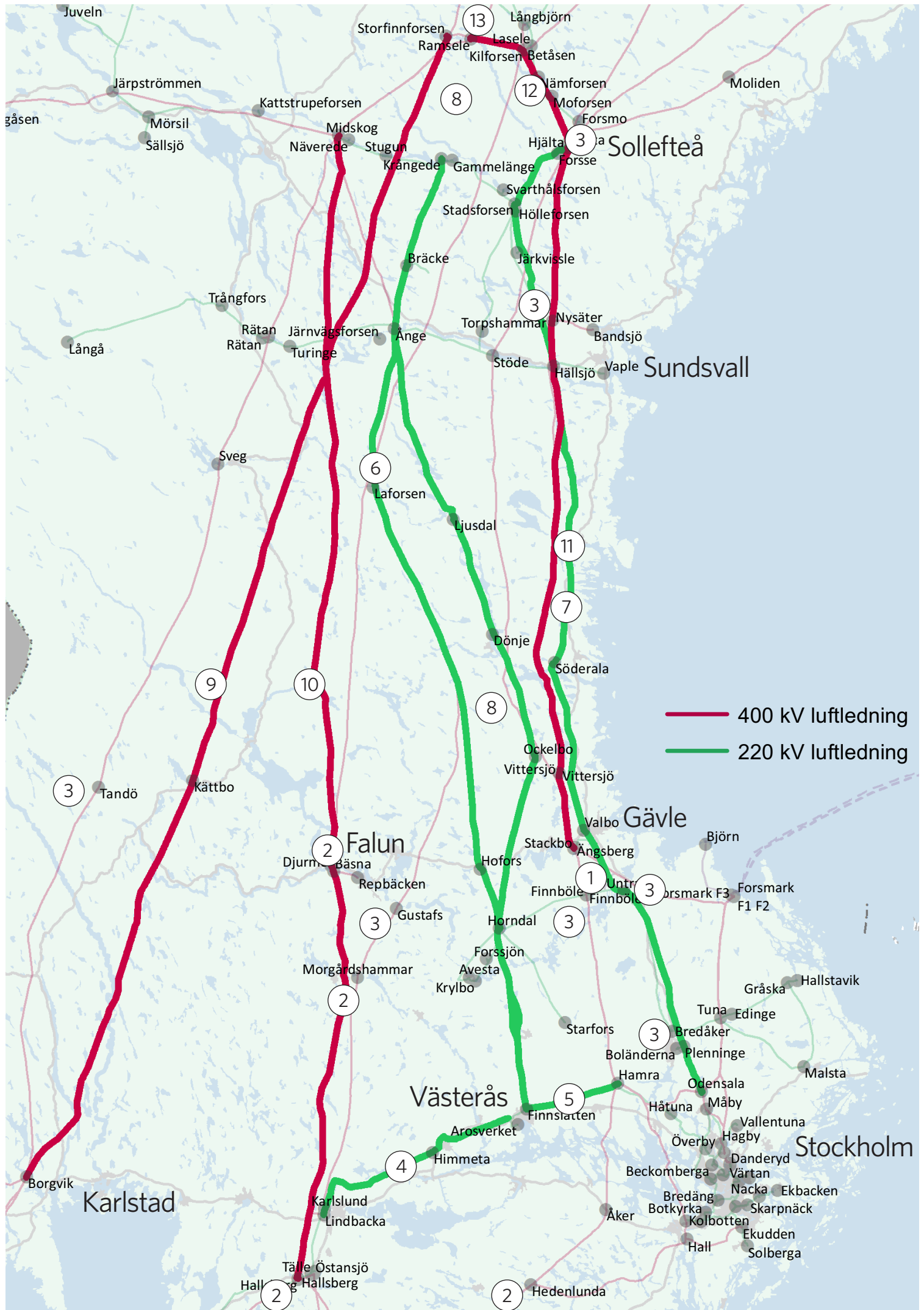
De närliggande åtgärderna kommer tillsammans med de långsiktiga åtgärderna att ge en kapacitet över snitt 2 på mer än 10 000 MW.

3.1 Närliggande åtgärder för att öka snitt 2-kapaciteten

De närliggande åtgärder som Svenska kraftnät har utrett som de mest effektiva och planerar att genomföra mellan 2018 och 2023 kommer att öka kapaciteten i snitt 2 med ungefär 800 MW från dagens 7300 MW. För att lyckas med den här kapacitetsökningen kommer Svenska kraftnät att investera i flera olika tekniska lösningar. Här beskriver vi två viktiga tekniker som kommer att användas.

HÖGTEMPERATURLINA: Svenska kraftnät har beslutat att för första gången prova högtemperaturlina i det svenska stamnätet. Historisk driftstatistik och studier av scenarion av framtiden visar att 220 kV-ledningen mellan Untra och Valbo begränsar såväl nordsydliga flöden som förfrågningar om lokala abonnemangsökningar i Mälardalen och Uppsala. Den mest effektiva nätlösningen är att ersätta faslinorna på ledningen med en högtemperaturlina, som klarar betydligt högre ström än konventionella linor. Genom denna installation kan överföringsbegränsningarna mildras och abonnemangsökningarna i Uppsala och Mälardalen delvis tillmötesgås.

SHUNKOMPENSERING: Så kallad shuntkompensering är en teknik som ökar nätets stabilitetsgräns och förmåga att hålla spänningen på rätt nivå. Shuntkompensering kommer att användas på strategiskt valda platser för att öka kapaciteten i snitt 2.





NÄRLIGGANDE ÅTGÄRDER

- 1 Installera högtemperaturlinor på ledningen mellan Untra och Valbo.

- 2 Installera shuntkompenseringsutrustning i lämpliga stationer som Bäsna, Mogårdshammar, Glan och Hallsbergs station.

- 3 Genomföra kapacitetshöjande stationsåtgärder i bland annat Hjalta, Finnböle, Tandö, Gustavs, Nysäter, Bredåker och Untra, exempelvis i form av nya brytare och mättransformatorer med högre strömtålighet.

LÅNGSIKTIGA ÅTGÄRDER

- 4 Ersätta befintlig 220 kV-förbindelse mellan Finnslätten, Himmeta och Karlslund med en ny 400 kV-förbindelse mellan en ny station i Västerås, Himmeta och Karlslund samt genomföra åtgärder i berörda stationer.

- 5 Ersätta befintlig 220 kV-ledning mellan Finnslätten och Hamra med en ny 400 kV-dubbelledning mellan en ny station i Västerås och Hamra samt genomföra åtgärder i berörda stationer.

- 6 Avveckla 220 kV-ledningen mellan Ånge och Finnslätten samt genomföra åtgärder i berörda stationer.

- 7 Ersätta befintlig 220 kV-förbindelse mellan Forsse och Överby med en 400 kV-dubbelledning mellan Hjalta och Odensala samt genomföra åtgärder i berörda stationer.

- 8 Ersätta befintlig 220 kV-förbindelse mellan Krångegede och Finnslätten med en 400 kV-dubbelledning mellan Kilforsen och Västerås samt genomföra åtgärder i berörda stationer.

- 9 Ersätta befintlig 400 kV-ledning mellan Midskog och Borgvik med en 400 kV-dubbelledning samt genomföra åtgärder i berörda stationer.

- 10 Ersätta befintlig 400 kV-ledning mellan Storfinnforsen och Hallsberg med en 400 kV-dubbelledning samt genomföra åtgärder i berörda stationer.

- 11 Avveckla 400 kV-ledningen mellan Hjalta, Nysäter och Ängsberg samt genomföra åtgärder i berörda stationer.

- 12 Bygga en ny 400 kV-ledning mellan Betåsen och Hjalta samt genomföra åtgärder i berörda stationer.

- 13 Förnya befintlig 400 kV-ledning mellan Kilforsen och Ramsele.

Övrigt: Installera dynamisk shuntkompensering i lämpliga stationer.

3.2 Långsiktiga åtgärder för att öka snitt 2-kapaciteten

De åtta 400 kV-ledningarna som korsar snitt 2 byggdes mellan 1952 och 1989 och de tre 220 kV-ledningarna under 1940-talet. De äldsta 220 kV-ledningarna behöver förnyas inom en tioårsperiod, medan de äldsta 400 kV-ledningarna ska vara ersatta om ungefär tjugo år. NordSyd omfattar de tre 220 kV-ledningarna och de tre äldsta 400 kV-ledningarna.

Svenska kraftnäts beräkningar visar att om investeringar där dagens nätlösningar förnyas genom att ersätta dem med samma lösningar, så kommer inte någon större kapacitetsökning från dagens nivåer att uppnås. Ersätts dagens 220 kV-ledningarna till 400 kV-enkelledningar ger det en måttlig ökning av kapaciteten. Men om 220 kV-ledningarna istället ersätts med 400 kV-dubbelledningar uppfylls behoven på en uppskattad kapacitet över snitt 2 på mer än 10 000 MW.

3.2.1 Förutsättningar för dubbelledningar

Den främsta orsaken till att tre av dagens snitt 2-ledningar är byggda till 220 kV-standard är att när de byggdes var 220 kV den senaste tekniken och 400 kV-lösningar var ännu inte utvecklade. Det främsta syftet med de nordsydliga ledningarna är att transportera stora mängder el över långa sträckor och för detta syfte är en högre spänningsnivå betydligt mer effektivt.

De tekniska och geografiska förutsättningarna i NordSyd ger möjligheten att använda dubbelledningar och genom att placera två ledningar i varje stolpe ökar resursutnyttjandet av mark, eftersom en dubbelledning tar mindre mark i anspråk än två enkelledningar. Lösningen med dubbelledningar gör att vissa sträckningar sannolikt kommer att kunna avvecklas och planen just nu för NordSyd är att det handlar om två befintliga ledningssträckningar som kommer att rivas.

Dubbelledningar bidrar med renodlad kapacitet och ger en nätlösning för snitt 2 som är robustare mot omvärldsförändringar samt varierande driftsituationer jämfört med om enkelledningar skulle användas.

Andra fördelar med alternativen som baseras på dubbelledningar i jämförelse med alternativen med enkelledningar är att lokal leveranssäkerhet förstärks, till exempel för städerna i Mellansverige, samt att avbrottshanteringen förenklas och inverkan på elmarknaden minskar då övriga snittledningar ska förnyas i framtiden.

Stolpkonstruktionerna som traditionellt har använts i Sverige för dubbelledningar är högre än enkelledningar. Vilken ledningskonstruktion som kommer att användas i NordSyd kommer att utredas vidare av Svenska kraftnät.



Nätlösningen i NordSyd som bygger på dubbelledningar erbjuder stor flexibilitet för att hantera olika driftsituationer samt kunna möta framtidens elmarknad oavsett hur den utformas. När arbetet väl har påbörjats för ett investeringsalternativ är det mycket resurs- och tidskrävande att göra om till ett alternativ som skiljer sig avsevärt åt. I området som NordSyd berör är risken för att detta ska inträffa lägre för lösningar med dubbelledningar än för enkelledningar. Det beror på att systemaspekterna som bestämmer överföringsförmågan är av sådan karaktär att dubbelledningar utgör de effektivaste åtgärderna. Systemaspekterna för NordSyd handlar framför allt om nätstrukturen, det vill säga hur maskat nätet är och hur många ledningar det finns över snittet samt även vad som utgör dimensionerande fel. I delar av stamnätet där andra systemaspekter råder kan enkelledningar vara den bästa lösningen.

3.2.2 Seriekompensering fasas ut i snitt 2

Seriekompensering är en mycket effektiv metod för att öka stabilitetsgränsen mellan två områden som är ihopkopplade via en tydlig korridor av ledningar. Detta har historiskt varit fallet i Sverige med planerbar vattenkraftproduktion i norr med överföring av el söderut. De långa nordsydliga ledningar som sträcker sig hela vägen mellan Norrland och Mellansverige, utan att maska in ytterligare stationer längs vägen, har använts för överföringen av el över långa sträckor.

I framtiden kommer elproduktion som inte är planerbar att anslutas samt att de långa nordsydliga ledningarna kommer att brytas upp och maskas tätare för att ansluta produktionen. På grund av bland annat detta kommer driftsituationerna att variera avsevärt mycket mer med en betydligt större spridning av effektlöden och produktionsfördelning än vad vi har sett hittills. Att ur ett systemperspektiv designa optimal och robust seriekompensering för sådana förhållanden är mycket komplicerat. Den stora osäkerheten och rörligheten hos framtida anslutningar och utlandsförbindelser ger ännu fler utmaningar.

Då förutsättningarna i stamnätet förändras på det här sättet är Svenska kraftnäts ambition att på sikt avveckla seriekompensering på snitt 2-ledningarna. Genom att förnya nuvarande snittledningarna som dubbelledningar kan seriekondensatorerna successivt avvecklas allteftersom varje snittledning byts ut.

3.2.3 Lösning med växelström är det bättre alternativet

Eftersom man kan förvänta sig stora variationer i flöden över snitt 2 finns stora fördelar med en självreglerande lösning som inte är beroende av optimerade kontrollsystem. En växelströmslösning erbjuder detta och ger en självreglerande lösning som är robust mot omvärldsförändringar och varierande driftsituationer. Att uppnå motsvarande funktion med en likströmsbaserad nätlösning i ett föränderligt och maskat nät är komplext.

Dessutom önskas möjligheten att ansluta framtida produktion och förbrukning till de nordsydliga ledningarna. Det kan göras enkelt och förhållandevis billigt om ledningarna är byggda för växelström. En sådan anslutning blir dock betydligt mer komplicerad och kostsam om den ska anslutas till en lösning som bygger på likström. Växelströmsledningarna har också fördelen att de ger robusta lösningar som erbjuder mycket god tillgänglighet sett till drift och underhåll samt att lösningarna har lång teknisk livslängd.

Sammantaget har därför en lösning baserad på växelström stora fördelar jämfört med en likströmsförbindelse.

3.2.4 Byggbarhet för långsiktiga åtgärder

När man ser till byggbarheten finns det inte några principiella hinder att ersätta 220 kV-ledningar med 400 kV eller förnya någon av nuvarande 400 kV-ledningar. Däremot påverkas alla ledningar på olika sätt av till exempel naturreservat, Natura 2000-områden och detaljplaner. Det här är dock inte unikt för NordSyd och hanteras genom Svenska kraftnäts projekterings- och tillståndsarbete samt kontakter med andra intressenter. Det fortsatta projekteringsarbetet kommer sannolikt att visa på nya omständigheter, som kommer att leda till att byggandet behöver anpassas.

4 NordSyd ger samhällsekonomiska vinster

Den totala investeringsnivån för NordSyd är drygt 53 miljarder kronor, där den absoluta merparten investeras i de långsiktiga åtgärderna.

Åtgärd	Investering miljarder kronor
Närliggande	0,3
Långsiktiga	53

4.1 Samhällsnyttiga effekter

Svenska kraftnät har för NordSyd i sin helhet gjort samhällsekonomiska nyttoanalyser, som visar att investeringarna kommer att föra med sig flera samhällsekonomiska vinster. För Svenska kraftnäts huvudscenario visar beräkningar positiva nettonuvärden motsvarande mer än 20 miljarder kronor för de långsiktiga åtgärderna sett till en 25-årig analysperiod. Nettonuvärdet för de närliggande åtgärderna motsvarar 700 miljoner kronor.

Utöver dessa vinster för också NordSyd med sig andra samhällsnyttor som ger positiva effekter men som är svåra att värdera i kronor. Exempelvis främjar kapacitetshöjningen över snitt 2 installationer av ny förnybar produktion i norra Sverige och det möjliggör ökad svensk elexport som bidrar till att ersätta fossilbaserad elproduktion.

Högtemperaturlinan mellan Untra och Valbo blir ett viktigt pilotprojekt. Om det faller väl ut kan det genomföras på fler ställen där termiska nätbegränsningar blir allt vanligare, exempelvis kring storstäderna och produktionsområdena i Norra Sverige.

I det framtida kraftsystemet förväntas antalet produktionsanläggningar som kan bidra med spänningshållning minska och därför ökar behovet av nätinvesteringar som kan bidra till att spänningen hålls på rätt nivå. Genom att komplettera Svenska kraftnäts investeringsprogram med ytterligare en dynamiskt spänningsreglerande anläggning i Hallsberg relativt snart får Svenska kraftnät möjlighet att utvärdera funktionen bredare och kan möta framtida behov proaktivt.

Genomförandet av dubbelledning ger positiva effekter på markutnyttjandet: den dubbla termiska kapaciteten får plats inom en mindre bredd på ledningsgatan än två enkelledningar. Den visuella inverkan kan dock bli större än för en enkelledning byggd med samma förutsättningar. Svenska kraftnät kommer att välja ledningskonstruktion utifrån de behov och förutsättningar som gäller för NordSyd och kommer att använda de stolpkonstruktioner som dagens och morgondagens krav på ett robust och stabilt stamnät ställer.



Svenska kraftnät är ett statligt affärsverk med uppgift att förvalta Sveriges stamnät för el, som omfattar ledningar för 400 kV och 220 kV med stationer och utlandsförbindelser. Vi har också systemansvaret för el. Vi utvecklar stamnätet och elmarknaden för att möta samhällets behov av en säker, hållbar och ekonomisk elförsörjning. Därmed har Svenska kraftnät också en viktig roll i klimatpolitiken.

SVENSKA KRAFTNÄT

Box 1200
172 24 Sundbyberg
Sturegatan 1

Tel 010-475 80 00
Fax 010-475 89 50

www.svk.se

