

Kommentarer till vanliga frågor och synpunkter. Utdrag ur samrådsredogörelse 2, 2015-12-22.

1.1 Svenska kraftnät – en modern myndighet som använder moderna metoder

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. Verket har också systemansvaret för el. Svenska kraftnät utvecklar stamnätet och elmarknaden för att möta samhällets behov av en säker, miljövänlig och ekonomisk elförsörjning. Därmed har Svenska kraftnät också en viktig roll i klimatpolitiken.

Svenska kraftnät bedriver och stöttar forskningsprojekt för att klara viktiga utmaningar för stamnätet för el, dammsäkerheten och möjliga risker i kraftsystemet.

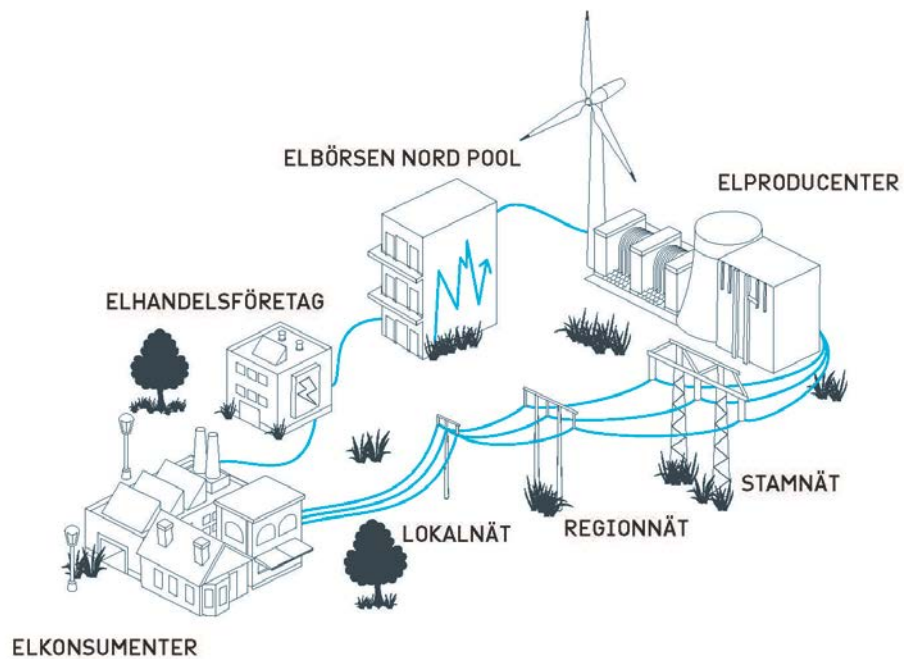
Större delen av vår forskning bedrivs i utvecklingsföretagen Energiforsk och STRI som Svenska kraftnät är delägare i. Svenska kraftnät stödjer också forskningsprojekt, doktorandprojekt och examensarbeten vid de tekniska högskolorna runtom i Sverige.

1.2 Stamnätets uppbyggnad och behovet av ledningen

Ryggraden i det nordiska elsystemet är de enskilda ländernas växelströmsnät. Växelström är en förutsättning för att elnäten i de nordiska länderna ska kunna hållas sammankopplade synkront¹, vilket möjliggör en gemensam nordisk balans- och reservhållning vilket är en förutsättning för en gemensam elmarknad se figur 3.1.

Växelströmsnäten kan kompletteras med, men inte ersättas av, likströmsförbindelser.

¹ Synkront innebär att systemen har samma frekvens



Figur 3.1 Elens väg från elproducenter till elkonsumenter.

Sveriges och EU:s klimat- och energipolitiska mål ställer krav på omfattande förstärkningar av det svenska stamnätet för att ny småskalig energiproduktion ska kunna anslutas. Stora mängder förnybar elproduktion både på land och till havs tillkommer och förändringar görs i kärnkraftverkens produktion. Växelströmsnäten måste göras starkare både för att medge anslutning och överföring av de stora nya produktionsvolymerna och för att klara anslutning av eventuella likströmsförbindelser med hög kapacitet inom växelströmsnäten och till grannländerna. Det svenska stamnätet med utlandsförbindelser och stamnätet i de nordiska grannländerna och Baltikum visas i figur 3.2.





Figur 3.2. De nordisk-baltiska stamnäten



1.2.1 Ett starkt stamnät

Svenska kraftnäts styrelse fastställde i april 2013 ett långsiktigt plandokument om utvecklingen av det svenska stamnätet, Perspektivplan 2025. Inom ramen för organisationen European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E) upprättas vartannat år en tioårig nätutvecklingsplan – Ten Year Network Development Plan (TYNDP).

Det svenska stamnätet är inne i en period av mycket omfattande utbyggnad. Förstärkningarna behövs för att omhänderta tillkommande förnybar elproduktion, fördjupa marknadsintegrationen med omvärlden och bidra till skapandet av en gemensam europeisk elmarknad. Samtidigt finns det ett mycket betydande reinvesteringsbehov. Med grund i Perspektivplan 2025 har Svenska kraftnät därför upprättat en tioårsplan där Svenska kraftnäts prioriteringar preciseras och utvecklas. Den remisshanteras nu och kommer att ligga till grund för verkets fortsatta investeringar och tjäna som grund för Svenska kraftnäts bidrag till nästa europeiska TYNDP.

Alla produktionsanläggningar² som ansluts till stamnätet måste uppfylla grundläggande tekniska krav så att de är skyddade i händelse av störningar i stamnätet. Det är även viktigt att stamnätet är konstruerat på ett sätt som försäkrar att elförsörjningen fungerar även om fel skulle uppstå i någon av anläggningarna eller i stamnätet.

Störningar i stamnätet som till exempel ett blixtnedslag kan leda till att en ledning fränkopplas vilket försvagar överföringssystemet.

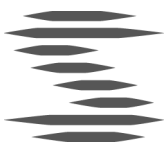
Styrkan i nätet är beroende av hur många ledningar som ansluter till transformatorstationerna i stamnätet. Nätet blir alltså starkare genom att man ökar antalet ledningar som en stamnätsstation ansluts med. På motsvarande sätt blir nätet svagare om en ledning behöver kopplas bort på grund av inträffat fel eller när underhållsarbeten behöver genomföras.

1.2.2 Behovet av en ny ledning

NordBalt

Just nu färdigställs en ny elförbindelse, kallad NordBalt, mellan Nybro i Sverige och Klaipeda i Litauen. Denna kommer att binda samman de baltiska staternas elnät med det nordiska. När den nya kabeln tas i drift kommer den överförda mängden el att öka kraftigt i regionen.

² Med produktionsanläggning menas här både ett kraftverk eller en likströmsförbindelse till ett annat produktionssystem



De planerade ledningarna Ekhyddan – Nybro – Hemsjö är ett svenskt projekt som ingår i det internationella klustret NordBalt, vilket är en förbindelse mellan Sverige och Baltstaterna. Projektet och klustret finns upptaget bland godkända PCI:er från 2013 som "4.4.2 Internal line between Ekhyddan and Nybro/Hemsjö (SE)". I detta kluster ingår även ett PCI som omfattar linjen mellan Ventspils, Tume och Imanta (Litauen).

Ekhyddan – Nybro – Hemsjö ingår i European Network of Transmission System Operators for electricity (ENTSO-E) Ten Year Network Development Plan 2014 (TYNDP 2014). Den ingår tillsammans med andra projekt i klustret NordBalt 2, i TYNDP benämnd kluster nummer 124 och investeringsnummer 733.

Ekhyddan – Nybro – Hemsjö finns också med som projektkandidat i det pågående arbetet med att välja ut PCI:er för nästa period.

Ledningen har som syfte att förbättra stamnätets överföringsförmåga, i normal- och reservdrift, genom regionen efter det att utlandsförbindelsen NordBalt mellan Sverige och Litauen har tagits i drift. NordBalt ska ansluta till 400 kV-stationen i Nybro och kommer att öka effekttransporten genom regionen med upp till 700 MW.

Om någon av de två 400 kV-ledningarna som är anslutna i Nybro idag kopplas bort, överförs automatiskt den ström som ledningen transporterar till andra ledningar i området. Överbelastning kan då uppstå i det parallella underliggande 130 kV-regionnätet, vilket i sin tur kan leda till en regional spänningskollaps, med omfattande strömavbrott som följd.

Ett systemvärn kommer att installeras i Nybro, som en del av NordBalt-projektet. Systemvärdet kopplar från NordBalt vid bortfall av en 400 kV-ledning ansluten till Nybro om effektriktningen är ogynnsam. En systemvärnlösning får anses som provisorisk då den följer direkt efter ett ledningsfel och ger upphov till två stycken samtidiga fel genom en fränkoppling av upp till 700 MW import eller export, vilket inte uppfyller kraven på driftsäkerhet. NordBalt kan heller inte vara i drift vid underhållsarbeten på ledningssträckorna Ekhyddan – Nybro eller Nybro – Hemsjö utan att överbelasta det regionala nätet.

En ny 400 kV-ledning från Ekhyddan till Hemsjö via Nybro eliminerar problemet med överlast i regionnätet efter ett fel i stamnätet, eftersom en parallell ledning automatiskt är reserv om den andra ledningen skulle kopplas från. Den nya ledningen kommer att passera snitt 4, den sektion i nätet som bildar gräns mellan elområdena SE3



och SE4 i Sverige. Med en bättre överföringsförmåga över dessa snitt minskar de regionala skillnaderna mellan elproduktion och elkonsumention, vilket utjämnar elpriset.

Genom att bygga en ny 400 kV-ledning mellan stationerna Ekhyddan, Nybro och Hemsjö nås följande mål.

- > Svenska kraftnäts kriterier för driftsäkerheten, att ett fel i stamnätet ska kunna hanteras utan konsekvens för slutkund, kan uppfyllas för stam- och regionnät.
- > NordBalt kan utnyttjas som avsett dvs. för att exportera eller importera en effekt om 700 MW.
- > Avbrott kan utan betydande kostnader tas på existerande parallella ledningar under den tid som krävs för framtida uppgradering av deras kapacitet.

Dessutom uppkommer ett antal positiva följd effekter.

- > Överföringsförlusterna i nätet minskar.
- > Den framtida överföringskapaciteten genom snitt 4 ökar med ca 300 MW vilket reducerar förekomsten av prisskillnaden mellan elområdena i Sverige.
- > Ledningen fungerar som automatisk reserv för övriga ledningar mellan elområde SE3 och SE4.

Avveckling av kärnkraft och anslutningspunkt för vindkraft från Gotland

Samtliga kärnkraftreaktorer och en eventuell anslutningspunkt på fastlandet för inmatning av vindkraft från Gotland är geografiskt belägna norr om det aktuella projektområdet. Eftersom det är förbrukningen, som i detta fall är belägen söder om Oskarshamn som driver effektflödena genom överföringssystemet, så påverkar en avveckling av dessa produktionskällor inte effektflödet genom området. Det är snarare så att det behövs fler ledningar norr om området för att möjliggöra en tillförsel av den effekt som tidigare producerades lokalt.

Två etapper

Svenska kraftnät har valt att dela upp förbindelsen i två etapper, nämligen Ekhyddan – Nybro resp. Nybro – Hemsjö för att underlätta kommande koncessionsprocess och samråd, ge bättre grund för val av huvudalternativ samt ge större möjlighet att, efter koncession, påbörja byggandet av förbindelsen etappvis. Denna samrådsredogörelse avser sträckan Ekhyddan – Nybro (se figur 1).





Figur 1. Översikt över huvudkorridor som presenterats i samrådsunderlaget.



1.3 Driftsäkerhet

Svenska kraftnät har systemansvaret för el enligt 8 kap. 1 § ellagen. Som systemansvarig myndighet har Svenska kraftnät det övergripande ansvaret för att elektriska anläggningar samverkar driftsäkert. I Svenska kraftnäts uppdrag ingår att bygga och underhålla ett stamnät som uppfyller kravet på driftsäkerhet.

Under 2004 genomfördes en översyn och utvärdering av de nordiska nätdimensioneringsreglerna och driftsäkerhetskriterierna. Slutsatsen var att det inte fanns någon anledning att ändra på eller frångå dessa regler, utan att i stället arbeta för att säkerställa att reglerna följs.

De mål för driftssäkerhet som Svenska kraftnät ska leva upp till beslutades av regeringen den 24 september 2009. Målen är den konkreta följden av att Sverige genomförde artikel 4.2 i Europarådets och parlamentets direktiv (2005/89/EG) om åtgärder för att trygga elförsörjning och infrastrukturinvesteringar.

Dagens tekniska dimensionering av stamnätet är baserad på en grundläggande princip, nämligen det internationellt använda (N-1) kriteriet. Det innebär att ett system med N komponenter ska ha full funktionalitet även om systemet drivs med (N-1) komponenter, dvs. att vilken godtycklig komponent som helst ska kunna kopplas från utan att detta påverkar systemets funktionalitet. En komponent kan till exempel utgöras av en ledning, transformator eller generator. Inom 15 minuter efter ett fel ska driften vara återställd inom normala gränser och kunna klara ett eventuellt nytt fel.

Ett system som ska vara opåverkat av varje enskild händelse måste ges en robust utformning som är tålig mot störningar. För att erhålla hög driftsäkerhet i den nationella elförsörjningen är det svenska stamnätet utformat som ett maskat (flera förbindelser mellan de olika stationerna) och direktjordat system.

Ett systems robusthet är beroende av antalet komponenter i systemet. Om man ser varje komponent som en potentiell felkälla så ökar antalet felkällor i takt med att man bygger ut systemet. I motsats till detta betyder en högre grad av maskning av systemet, dvs. fler förbindelser, ökad driftsäkerhet.

Driftsäkerheten för luftledningar vid skogsbrand har aktualiserats. Luftledningar förstörs inte av brand men fränkopplas kontrollerat av säkerhetsskäl när släckningsper-



sonal arbetar i närheten av dem. Markkabel kan däremot skadas av brand om denna är i direkt anslutning till branden och markens ledningsförmåga är hög.

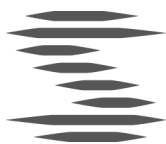
1.4 Parallellbyggnad, sambyggnad och korsning

Parallellbyggda ledningar, såsom de definieras i Svenska kraftnäts riktlinjer, utgörs av två eller flera ledningar som byggts så nära varandra att de systemsäkerhetsmässigt kan påverka varandra efter t.ex. ett mekaniskt fel på en stolpe. Ett fel på en ledning kan alltså ge upphov till ett följdfel på en annan ledning. Ledningar kan dock vara geografiskt parallella utan att ledningarna systemsäkerhetsmässigt betraktas som parallellbyggda om avståndet mellan ledningarna är tillräckligt stort.

De planerade ledningarna Ekhyddan – Nybro - Hemsjö ligger geografiskt i närheten av en redan befintlig ledning längs en stor del av sträckan. Den ligger dock inte så nära att ledningarna ur ett systemsäkerhetsmässigt perspektiv är att definiera som parallellbyggda. När en och samma stolpe används för två eller flera ledningar kallas utformningen för sambyggnad. Ofta efterfrågas sådana lösningar i syfte att minska markanvändningen. För sambyggnad i så kallade julgransstolpar blir ledningsgatan mindre, ca 35 meter, än för traditionella portalstolpar. Julgransstolpen blir däremot mycket högre då faslinorna placeras i höjddled i stället för bredvid varandra. På grund av driftsäkerheten måste beroenden mellan olika komponenter reduceras så att risken för störningar blir rimligt låg sett i ett nationellt perspektiv. Exempel på beroenden som kan ge en oacceptabel nationell risk är parallellbyggnad eller sambyggnad av stamnätsledningar. Det beror på att stamnätet ska vara byggt så att det klarar frånkoppling av en ledning eller annan komponent i taget utan att detta resulterar i strömbrott. När två stamnätsledningar står nära varandra, alternativt i samma stolpar, finns risk att det blir avbrott på båda samtidigt vid till exempel extrema väderförhållanden, skogsbränder eller stolpbrott.

En stamnätsledning får parallellbyggas, alternativt sambyggas, med regionnätsledningar under förutsättning att det endast medför lokala eller regionala konsekvenser om en händelse skulle leda till att ledningarna faller bort samtidigt. Det måste alltså utredas från fall till fall om en parallellbyggnad eller sambyggnad med en regionledning kan accepteras.

Korsande ledningar utgörs av två ledningar där en passerar över den andra. Ofta efterfrågas sådana lösningar i syfte att minimera antalet permanentbostadsbyggnader som måste förvärvas på grund av magnetfält och för att det rent geografiskt är omöjligt att dra ledningar utan att korsa.



Korsning av stamnätsledningar ska så långt som möjligt undvikas. Det är dock inte tekniskt och ekonomiskt rimligt att helt undvika korsande stamnätsledningar. Vid korsning mellan stamnätsledningar ska därför extra säkerhetsåtgärder vidtas genom särskild utformning av komponenterna i korsande och angränsande span.

1.4.1 Riskanalys för parallellbyggnad, sambyggnad och korsning.

Ur ett driftsäkerhetsperspektiv är det mycket allvarligt om två ledningar i stamnätet skulle slås ut samtidigt. Det är de samhälleliga konsekvenserna av en störning på stamnätet som ligger till grund för kraven på driftssäkerhet. Om en störning kan inträffa måste den beaktas. Konsekvenserna vid ett stamnätsavbrott som drabbar elanvändare kan bli så stora att de anses oacceptabla och därför görs ingen sannolikhetsbedömning.

Det är av detta skäl som sambyggnad av stamnätsledningar inte accepteras. Samma skäl innebär också att parallellbyggnad³ och korsningar av stamnätsledningar bör undvikas och endast accepteras om en systemutredning kan visa att överföringssystemet är stabilt även om båda ledningarna kopplas bort samtidigt. Detta är överordnat det slag av riskanalys och samhällsekonomisk analys som i vissa yttranden har efterfrågats. Den koncessionsprövning som kommer att göras av Energimarknadsinspektionen kommer att ta ställning till den samhällsnytta som ledningen förväntas medföra och ställa den mot de intrång och den påverkan som ledningen orsakar. I de fall där det inte finns andra framkomliga alternativ kan undantag behöva göras. En bedömning görs då i varje enskilt fall.

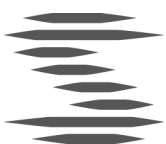
1.4.2 Parallell- och sambyggnad i projekt Ekhyddan – Nybro - Hemsjö

Den tekniska förstudien, som föregår projektet, har tagit ställning till att ledningen ska byggas som en luftledning. Den kommer att geografiskt gå parallellt med befintlig 400 kV ledning på en längre del av sträckan och geografiskt parallellt med EON:s 130 kV-ledning en kortare sträcka. Den ligger dock inte så nära att ledningarna ur ett säkerhetsmässigt perspektiv är att definiera som parallellbyggda.

Resterande sträcka kommer ledningen att gå i ny ledningsgata.

Det finns inga planer för sambyggnad med andra stam- eller regionnätledningar.

³ Parallellbyggnad ur ett säkerhetsperspektiv vilket inte är fallet för Ekhyddan – Nybro – Hemsjö.



1.4.3 Parallellbyggnad av luftledning med annan infrastruktur

Parallellbyggnad med väg eller järnväg kan teoretiskt ske längs delsträckor där vägar eller järnvägsspår stämmer överens med ledningens sträckning. Ledningens sträckning kommer endast delvis att kunna följa vägen eller järnvägen på grund av olika krav på kurvängder, byggsätt m.m. Detta, tillsammans med krav på säkerhetsavstånd mellan vägar och ledningar, kommer att innebära breda områden med öppna ytor. För parallellbyggnad med allmän väg kan den totala öppna ytan bli minst 100 meter bred. Den större ytan kan medföra att fler boendemiljöer påverkas, eftersom bostäder förekommer frekvent i närheten av vägar och järnväg.

Geografisk parallellbyggnad med annan infrastruktur är inte aktuell för Ekhyddan – Nybro – Hemsjö.

1.4.4 Parallellläggning av markkabel med annan infrastruktur

Markkablar måste ta hänsyn till markens beskaffenhet. Det innebär att ledningssträckan blir längre i mark än i luft. Ledningsförläggning längs vägar blir längre p.g.a. vägars kurvighet och att tätorter, hus och andra hinder som ligger intill vägen måste kringgås.

Tillståndspliktiga naturområden kan påverkas i större grad än vid luftledning. Ledningsgatan blir betydligt bredare än om enbart en jordlina markförläggs. Byggvägar måste anläggas längs hela ledningssträckningen. Dock blir den totala markupplåtelsen för markkabel mindre än för luftledning.

En översiktlig bedömning ger vid handen att ledningsgatan för en parallellagd markkabel jämfört med luftledning förlängs med minst två mil för sträckan Ekhyddan – Nybro – Hemsjö. Till detta kommer andra nackdelar med markförlagd växelström, se avsnitt 3.5.2 Luftburen och markförlagd växelström.

1.5 Teknikval

1.5.1 Växelströmsteknik och likströmsteknik

Växelström är en elektrisk ström som oupphörligen växlar riktning. Alla stora elsystem i Europa är baserade på en 50-periodig växelström dvs. att den ändrar riktning 100 gånger per sekund (antalet positiva och negativa maximivärden per sekund). Det innebär att strömmens frekvens är 50 Hz.

Växelströmstekniken är i dag dominerande inom elförsörjningens alla led. I stort sett all el produceras och konsumeras som växelström. Alla generatorer och vissa större



motorer i elkraftsystemet roterar med samma frekvens (50 Hz), vilket innebär att de kan samverka och fördela ström mellan systemets olika delar.

I ett överföringssystem bestående av växelströmsförbindelser fungerar de enskilda ledningarna som automatiska reserver för varandra. Om en ledning kopplas bort överförs den ström som passerade den felaktiga ledningen automatiskt och momentant till de andra ledningarna på ett förutsägbart sätt. En likströmsförbindelse reagerar inte automatiskt utan förändrar sitt effektlöde först efter ett ingrepp av kontrollsystemet. Luftledning för växelström är alltid huvudalternativet när Svenska kraftnät väljer teknik.

Den grundläggande förutsättningen för att använda likström för överföring med hög kapacitet över stora avstånd är att likströmsledningen kan anslutas till ett starkt växelströmsnät, som kan leverera elen som produceras i synkrogeneratorer till likströmslänken och i andra ändan av länken fördela motsvarande el.

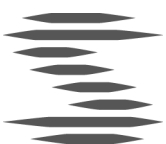
Användningsområdena för likströmsöverföring är främst följande.

1. Elutbyte mellan olika energimarknader.
2. Anslutning av havsbaserad förbrukning/produktion.
3. Utbyggnad av likströmssystem för överföring av höga effekter genom områden med överföringsbegränsning, utan påverkan på underliggande växelströmssystem.

Svenska kraftnät använder idag likströmsteknik för anslutning av det svenska kraftsystemet till andra synkronområden såsom Jylland, Tyskland och Polen. Detta görs av två anledningar. Dels åtskiljs kraftsystemen av vatten på så stort avstånd att annan teknik inte fungerar, dels innebär frekvenskillnaden mellan kraftsystemen att elutbytena måste styras i stället för att kunna flyta fritt.

Att förstärka växelströmsnätet medför en flexibilitet för framtiden när ny produktion eller nya transformatorstationer ska anslutas. Sådana anslutningar blir avsevärt enklare och kan göras till mycket lägre kostnader jämfört med om de skulle anslutas till ett likströmssystem.

I närtid kommer Svenska kraftnät att ta ytterligare två likströmsförbindelser i drift. Det är länken NordBalt mellan Nybro och Klaipeda i Litauen och SydVästlänken mellan Hallsberg och Hurva. SydVästlänken bygger delvis på likströmsteknik. Den inne-



bär ett nytt steg i användningen av likströmsteknik, eftersom det är den första DC⁴-länken som överlagras på det befintliga växelströmsystemet. Här kommer den stora fördelen med likström till sin rätt, nämligen att det blir möjligt att styra effektlödet mellan två starka växelströmpunkter i stamnätet. Likströmsteknik kan med fördel användas för SydVästlänken eftersom ett fel på SydVästlänken inte innebär att el överförs till ett regionalt parallellt nät eftersom ett sådant saknas. Den kan av samma skäl inte användas för Ekhyddan – Nybro – Hemsjö.

1.5.2 Luftburen och markförlagd växelström

Att överföra växelström med luftledning är tekniskt enkelt, driftsäkert och ekonomiskt fördelaktigt. Det går snabbt att reparera eventuella skador i jämförelse med en markkabel.

Markkabel för 400 kV växelström är möjligt vid korta avstånd. Närheten mellan ledaren och nollpunkten i en kabel medför att det uppstår extrema fasförskjutningar mellan ström och spänning vilket genererar så kallad reaktiv effekt. På längre sträckor innebär det att den el som kan nyttiggöras i slutet av kabeln endast blir en bråkdel av det som matats in i kabelns andra ände. Redan efter ca 20 km behövs en kompenseringstation för att korrigera fasförskjutningen om det ska komma fram någon användbar el i kabeln. Växelström på lägre spänningsnivåer än 400 kV kan förläggas med kabel i längre sträckor innan motsvarande problem uppstår.

En kompenseringstation är i princip ett ställverk med samlingsskenor och brytare. Till samlingsskenorna kopplas ett antal oljefyllda reaktorer som kompenserar för fasförskjutningen i förhållande till hur mycket effekt som överförs genom ledningen. Kompenseringstationer byggs inom ett avgränsat område med krav på utrymme, skyddsutrustningar, kylning, stängsel m.m. Det innebär att mark behöver tas i anspråk. Anläggningarna i sig medför ett ökat underhållsbehov samt större risk för att fel uppstår.

För att nå samma överföringskapacitet som en motsvarande luftledning tillverkas markkablarna med stora dimensioner och hög vikt. Därmed blir transportmöjligheterna på allmänna vägar och i obanad terräng begränsade för annat än korta längder på varje kabeltrumma. Normalt får ca 700 meter kabel plats på en kabeltrumma. I sin tur innebär det ett stort antal skarvar längs kabelsträckan som var och en innebär en förhöjd risk för fel. Vid stora krav på ledningarnas överföringskapacitet är det nödvändigt

⁴ DC – Direct Current, likström



med flera kabelförband som läggs bredvid varandra vilket också ökar totalkostnaden på anläggningen och medför att även kabelförläggning kommer att innebära anläggande av en ledningsgata och en accessväg, om än smalare än för en luftledning.

En teknisk livscykeljämförelse mellan en luftledning och en markkabel utfaller till luftledningens fördel. Den tekniska livslängden för en luftledning är över 70 år, medan både markkablar och eventuella omformarstationer för dessa har en teknisk livslängd på 30-35 år.

Sammantaget innebär markkabelförläggning även på korta sträckor att risken för att fel eller störningar ska uppstå blir större samt att möjligheterna att snabbt åtgärda fel och störningar begränsas. Det innebär i förlängningen att systemet inte får den driftsäkra, robusta och flexibla utformning som eftersträvas. Av dessa skäl bygger Svenska kraftnät regelmässigt växelströmsförbindelser som luftledning.

1.5.3 Teknikval för Ekhyddan- Nybro - Hemsjö

Eftersom stamnätet i övrigt består av ett växelströmsnät är det naturliga alternativet att bygga en luftburn växelströmsledning mellan stationerna Ekhyddan, Nybro och Hemsjö. Under den inledande samrådsprocessen har det framkommit önskemål om att även ett markförlagt likströmsalternativ ska presenteras och jämföras med växelströmsalternativet.

En sådan jämförelse, tillsammans med en mer teknisk presentation om varför projektet överhuvudtaget genomförs, görs i avsnitt 3.5.4 Grund för teknikvalet. Resultatet av jämförelsen sammanfattas i korthet nedan.

Ett nollalternativ dvs. att inte förstärka stamnätet mellan Ekhyddan, Nybro och Hemsjö innebär att strömavbrott kan uppstå både regionalt men även nationellt vid ett fel i stamnätet, vilket inte är acceptabelt.

Alternativet förstärkning med luftburna växelströmsledningar klarar vid fel att inom godtagbar tid återställa effekttransporten i det regionala nätet till acceptabla nivåer för driftsäkerhet.

Alternativet förstärkning med likström och markförlagda kablar ger en ytterligare feltid, som medför att synkronismen i det regionala ledningssystemet inte kan upprätthållas, utan att detta kan komma att brytas upp med strömavbrott som följd. Detta alternativ ger också högre effektförluster och sämre tillgänglighet jämfört med växelströmsalternativet. Likströmsteknik kan med fördel användas för SydVästlänken ef-



tersom ett fel på SydVästlänken inte innebär att el överförs till ett regionalt parallellt nät eftersom ett sådant saknas. Ekhyddan – Nybro – Hemsjö ingår i det svenska växelströmsnätet. Vid ett fel i nätet idag så överförs el till det parallella regionala nätet, som kan leda till att strömavbrott kan uppstå både regionalt men även nationellt, vilket inte är acceptabelt. Ledningarna Ekhyddan – Nybro - Hemsjö behövs bland annat för att undvika detta. Detta kan inte avhjälpas med likström, typ SydVästlänken, eftersom det inte har något regionalt nät. HVDC-alternativet bedöms av dessa skäl inte vara aktuellt i den fortsatta planeringen.

Sammantaget innebär markkabelförläggning även på korta sträckor att risken för att fel eller störningar ska uppstå blir större samt att möjligheterna att snabbt åtgärda fel och störningar begränsas. Den tekniska livscykeln är halverad för markkabel jämfört med luftledning. Vid skogsbrand förstörs inte luftledningar. Markkabel löper risk för att skadas. Det innebär i förlängningen att systemet inte får den driftsäkra, robusta och flexibla utformning som eftersträvas.

Att förlägga den planerade växelströmsledningen som en markkabel för växelström bedöms inte ge den driftsäkerhet som erfordras.

1.5.4 Grund för teknikvalet

Nollalternativ

Stamnätsstationen i Nybro är idag ansluten till övriga stamnätet med två 400 kV-ledningar. En 400 kV-ledning löper norrut till stationen FT61 Ekhyddan och en söderut till stationen Hemsjö. De tre stamnätsstationerna har varsin 400/130 kV-transformering till ett regionnät som löper parallellt med 400 kV-nätet.

Detta innebär att om en 400 kV-ledning kopplas bort så överförs den el som transporterades på ledningen till andra ledningar i systemet. I fallet Ekhyddan – Nybro – Hemsjö medför detta att en stor mängd el, vid ett fel, överförs från stamnätet till det parallella regionala nätet. I dagsläget kan denna situation hanteras men ledningarna måste kopplas bort när underhållsåtgärder ska vidtas på dem. Underhåll kan därför bara utföras under den tidsperiod när kärnkraftverket i Oskarshamn är avställt.

När HVDC⁵-länken NordBalt mellan Nybro och Klaipeda i Litauen tas i drift kommer effekttransporten genom området Ekhyddan – Nybro – Hemsjö att öka med upp till 700 MW. Ökningen motsvarar ca 65 procent av ledningarnas termiska kapacitet och överlagras på den effekttransport som sker för den regionala förbrukningen, vilket

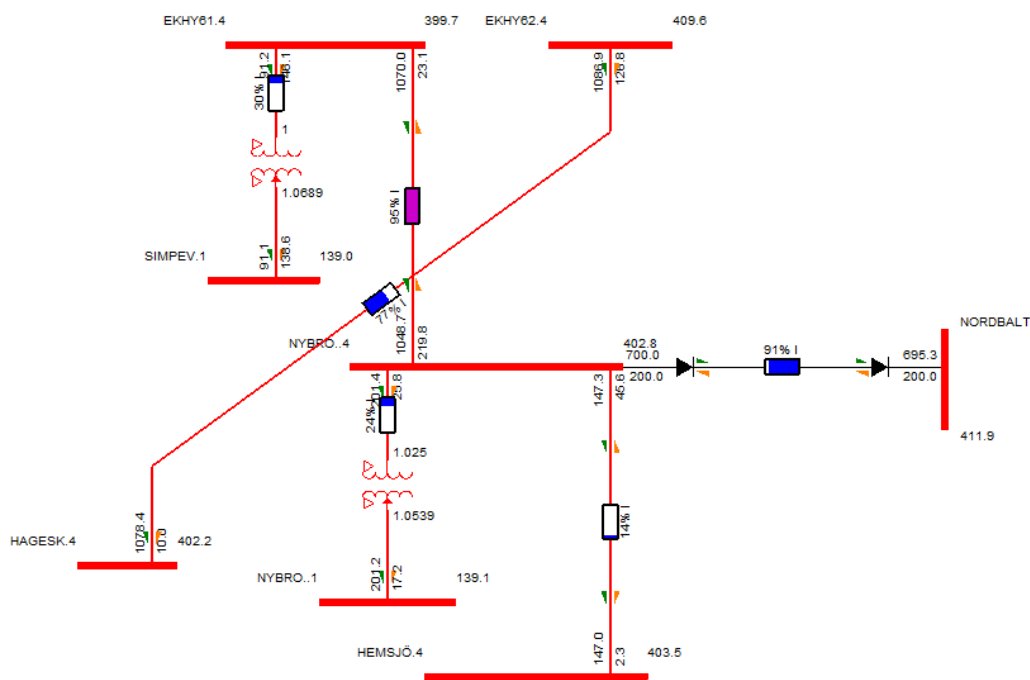
⁵ HVDC – High Voltage Direct Current



innebär att de befintliga ledningarna kan belastas mot sina termiska gränser. En normaldriftsituation med 700 MW export på NordBalt framgår nedan (figur 6).

Figur 6 visar att 400 kV-ledningen mellan Ekhyddan och Nybro belastas till 95 procent av sin termiska kapacitet och att spänningarna i FT61 Ekhyddan, Nybro och Hemsjö är låga, ungefär 10 kV under den spänning (410 kV) som används som riktvärde för den operativa driften. Detta trots att alla spänningsregleringsresurser i området är fullt aktiverade.

Som en följd av att ledningen mellan FT61 Ekhyddan och Nybro är så högt belastad flyter endast en begränsad effekt mellan Nybro och Hemsjö. Överföringssystemet "or- kar" inte mata Hemsjö med mer effekt längs denna förbindelse, utan Hemsjö försörjs i stället "bakvägen" via Alvesta – Hurva.

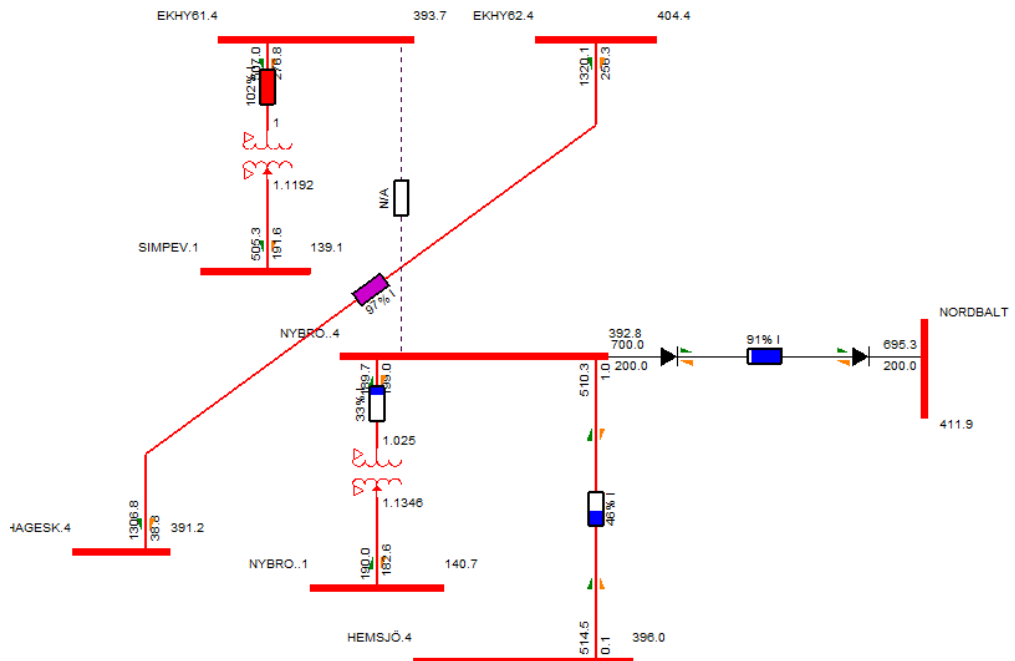


Figur 6. Överföringssystemet i normaldrift utan förstärkning och vid export till Litauen

Kombinationen av en hög ledningsbelastning och de resulterande låga spänningarna motiverar i sig en förstärkning av sektionen Ekhyddan – Nybro, eftersom systemet inte är stabilt mot bortfall av stora generatorer eller övrig spänningsregleringsutrustning.



Om ledningen mellan Ekhyddan och Nybro kopplas bort uppstår den reservmatnings-situation som visas nedan (figur 7).

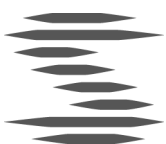


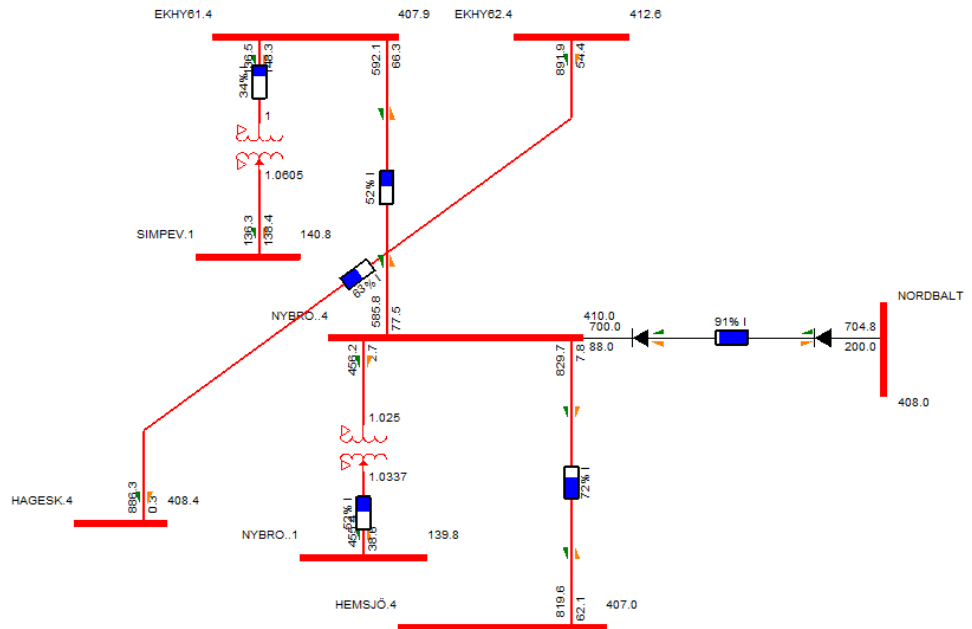
Figur 7. Överföringssystemet i reservdrift utan förstärkning och vid export till Litauen

Figur 7 visar att transformatorn i FT61 Ekhyddan belastas över sin termiska gräns och att både regional förbrukning i Nybroområdet och export på NordBalt matas "bakvägen" genom Skåne och via transformatorn i Nybro. Spänningarna i området är nära 390 kV vilket är oacceptabelt lågt. Spänningar kring 390 kV och fullt utnyttjade spänningsregleringsutrustningar i området innebär en kritisk driftsituation, eftersom vilket följdfel som helst i området skulle kunna medföra en större spänningskollaps.

Vad som inte syns på bilden är att det även uppstår betydande överbelastningar i det regionala ledningsnätet. Om någon av de överbelastade regionala ledningarna skulle kopplas bort är risken för spänningslöshet i delar av regionen stor.

En normaldriftsituation med 700 MW import på NordBalt utan förstärkning framgår av figur 8. Bilden visar ett ledningssystem med bra spänningar och utan överbelastningar.

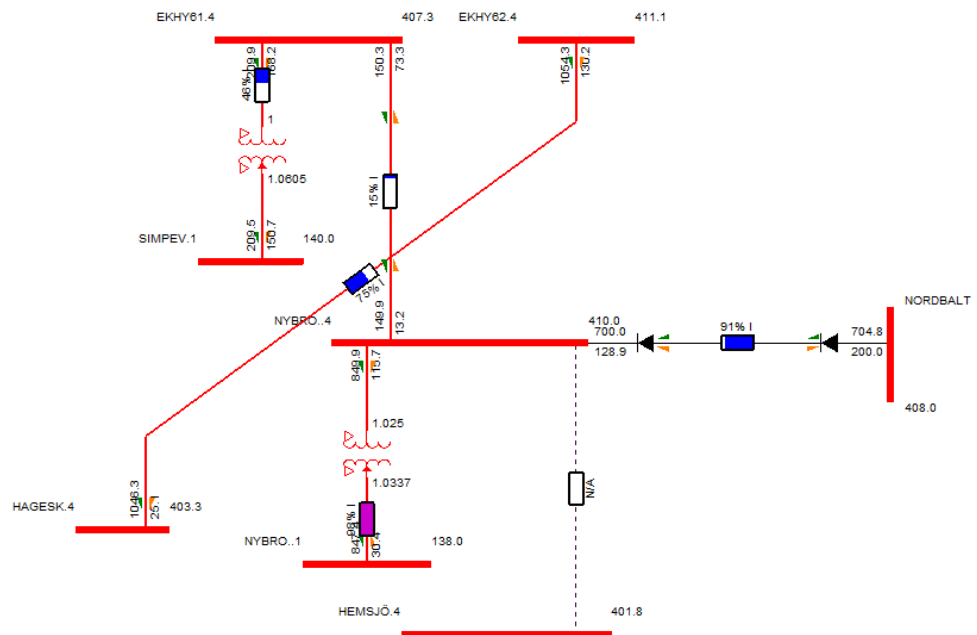




Figur 8. Överföringssystemet i normaldrift utan förstärkning och vid import från Litauen

Dimensionerande felfall för driftläget är ett bortfall av 400 kV-ledningen mellan Nybro och Hemsjö. Detta driftläge visas på figur 9 nedan.





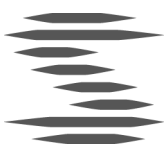
Figur 9. Överföringssystemet i reservdrift utan förstärkning och vid import från Litauen.

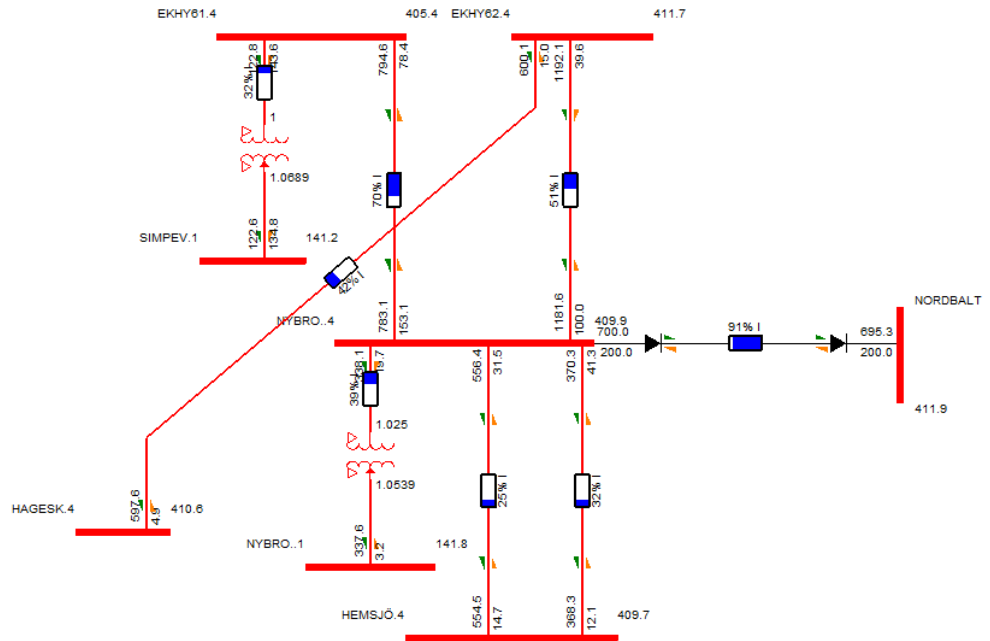
Figur 9 visar ett överföringssystem med godkända spänningar men med en transformator i Nybro som är belastad till sin termiska gräns på 850 MW. De 850 MW som passerar transformatorn fördelas ut i det regionala nätet, vilket medför att den termiska gränsen för flera ledningar överskrids. Det är inte acceptabelt.

Ett nollalternativ dvs. att inte förstärka stamnätet mellan Ekhyddan, Nybro och Hemsjö kommer att innebära att spänningslöshet kan uppstå både regionalt och även nationellt vid ett följdfel. Detta är givetvis inte acceptabelt. Det står helt klart att stamnätet är i behov av förstärkningsåtgärder.

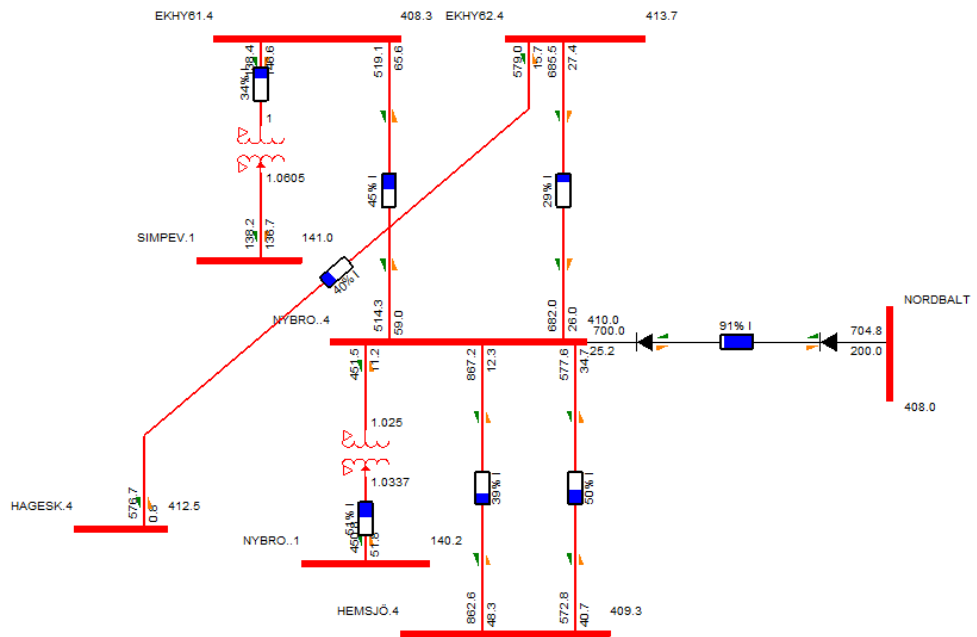
Förstärkning med luftburna växelströmsledningar

Stamnätet kan förstärkas genom att man bygger en ny 400 kV växelströmsledning mellan FT62 Ekhyddan och Nybro. Det löser problemet vid export till Litauen. En ny 400 kV växelströmsledning mellan Nybro och Hemsjö löser problemet vid import från Litauen. Dessa förstärkningsåtgärder ger ett driftläge i normaldrift enligt figurerna 10 och 11. Det är ett ledningssystem med bra spänningar och utan överbelastningar.





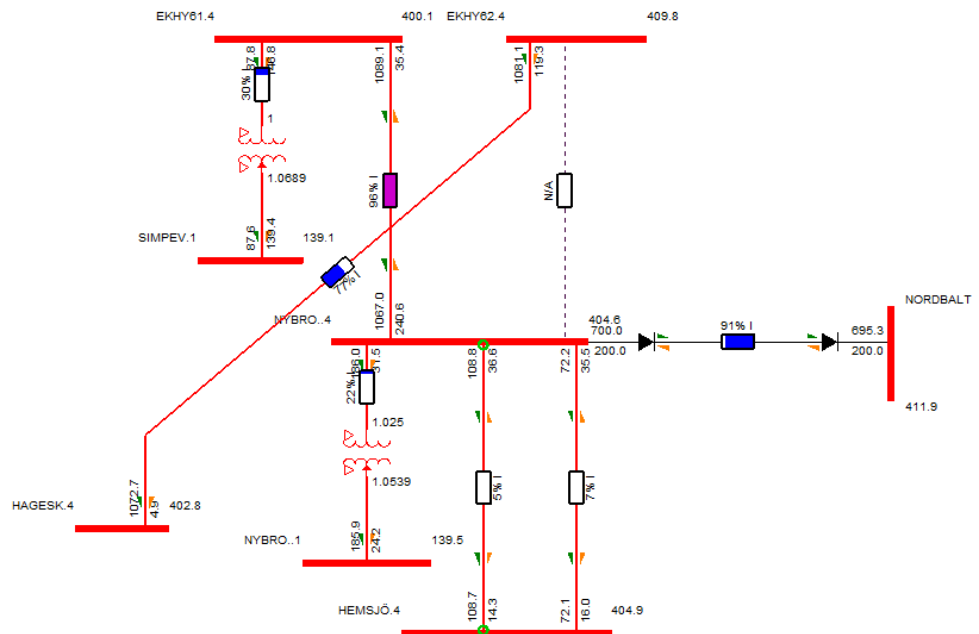
Figur 10. Överföringssystemet i normaldrift efter förstärkningar och vid export till Litauen



Figur 11. Överföringssystemet i normaldrift efter förstärkningar och vid import från Litauen

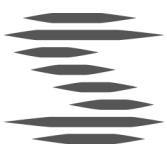


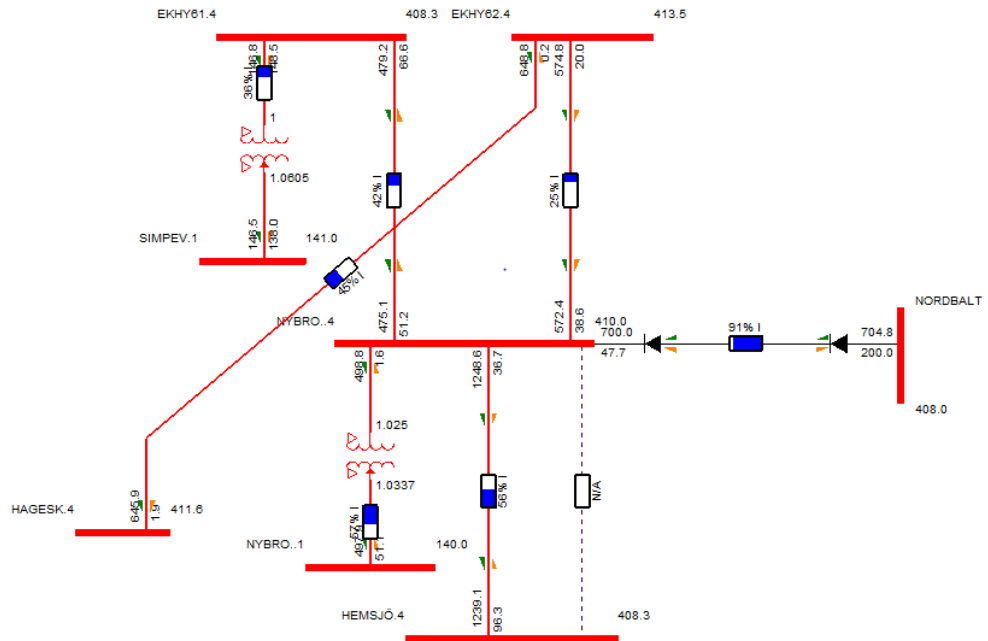
Dimensionerande felfall efter förstärkning och vid export är fortfarande bortkoppling av ledningen FT61 Ekhyddan – Nybro. Felfallet visas på figur 12 nedan.



Figur12. Överföringssystemet i reservdrift efter förstärkningar och vid export till Litauen

Dimensionerande felfall efter förstärkning och vid import är fortfarande fränkoppling av ledningen Nybro – Hemsjö. Felfallet visas på figur 13 nedan.





Figur 13. Överföringssystemet i reservdrift efter förstärkningar och vid import från Litauen

Figurerna 12 och 13 illustrerar ett förstärkt överföringssystem i reservdrift. Det är ett ledningssystem med bra spänningar och utan överbelastningar.

Gjorda beräkningar visar att överföringssystemet måste förstärkas mellan Ekhyddan och Hemsjö och att förstärkningarna kan utföras med luftledningarna och växelströmsteknik. Resultaten är framtagna med s.k. statiska belastningsfördelningsberäkningar.

Beräkningarna är statiska i så måtto att varken tid eller systemfrekvens är parametrar som beaktas. I själva verket är tid en viktig parameter för bl.a. bestämmande av hur dynamiska objekt som generatorer och HVDC-länkar uppför sig. Även den tid som ett fel appliceras i systemet är viktig att beakta.

Beräkningarna har hittills förutsatt att ett ledningsfel inträffar, varefter det felbehäftade objektet omedelbart bortkopplas, utan att det synkrona kringliggande kraftssystemet hinner reagera.

Den inverkan som tiden i realiteten har kan illustreras med nedanstående resonemang efter nybyggnad av parallella växelströmsledningar mellan Ekhyddan, Nybro och Hemsjö.

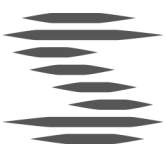


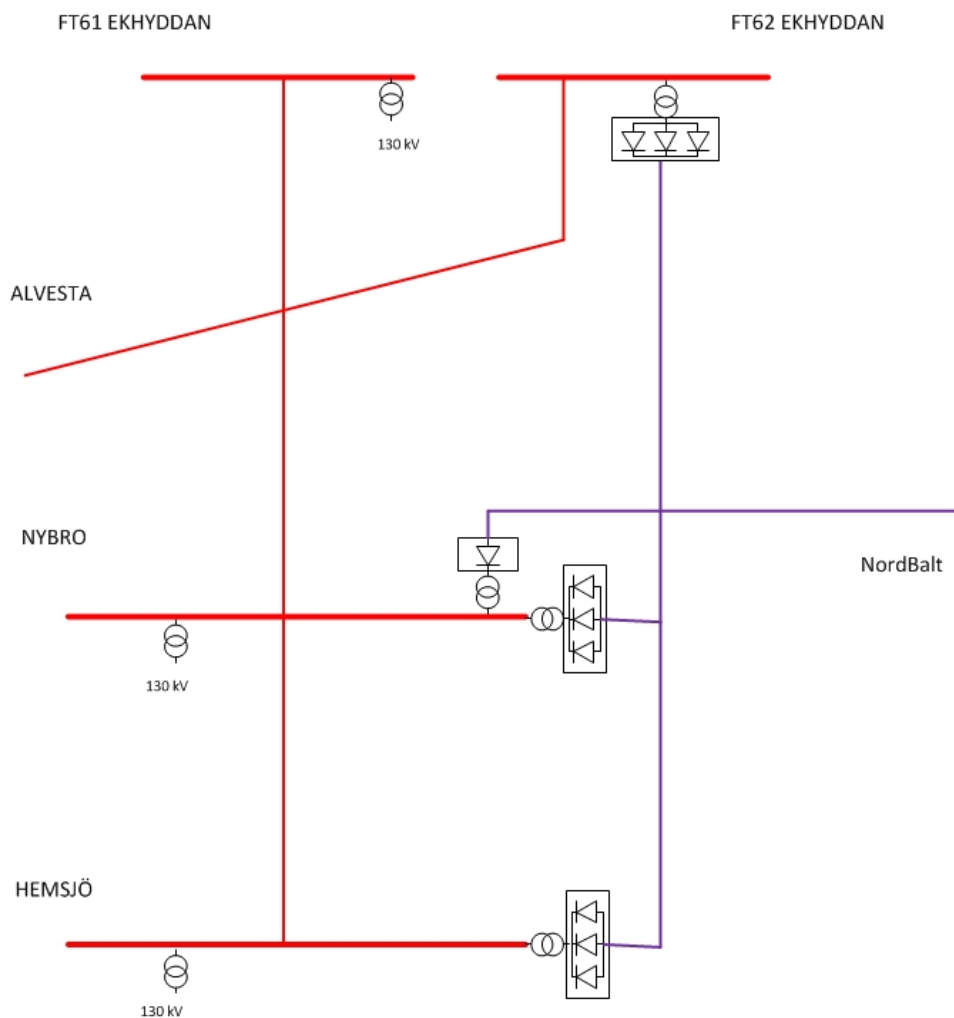
Tid=0	Ett 3-fasigt fel till jord inträffar på en av de två ledningarna som är anslutna i Nybro i närheten av samlingskenan.
Tid=0–250 ms	<p>Felet ligger på i 250 ms, vilket är den feltid som en generator eller en HVDC-länk ska klara utan att kopplas bort för att tillåtas anslutning till stamnätet.</p> <p>Spänningen i Nybro sjunker till 0 kV under feltiden och ingen effekt kommer att passera 400/130 kV-transformatorn i Nybro eller genom HVDC-länken till Litauen. Eftersom förbrukningen är proportionell mot spänningen sjunker förbrukningsnivån i närheten av Nybro och försörjs via reservmatningsvägar inom det regionala nätet, främst från Ekhyddan. Stora överbelastningar uppstår i det regionala nätet.</p> <p>Omriktarstationen för NordBalt blockeras och beroende på om NordBalt importerar eller exporterar effekt uppstår ett underskott eller överskott på upp till 700 MW i det nordiska elkraftssystemet. Detta är ett allvarligt felfall men eftersom det är förutsägbart finns momentan reservproduktionskapacitet som automatiskt börjar återställa den resulterande frekvensavvikelsen.</p>
Tid=250 ms	Felet kopplas automatiskt bort genom att reläskydden kopplar ur den felbehäftade ledningen mellan Ekhyddan och Nybro. Effektmatningen till Nybro återställs momentant och dess regionnätstransformator stöttar regionnätet genom de kvarvarande 400 kV-ledningarna.
Tid=250–550 ms	NordBalts omriktarstation känner att spänningen i Nybro har återställts och börjar reglera mot sin tidigare driftpunkt. Tidsåtgången för denna process är ca 300 ms. Under denna tid sker även en motreglering i det nordiska produktionssystemet.

Även ur en dynamisk synvinkel klarar ett växelströmsalternativ alltså inom godtagbar tid (250 ms) att återställa effekttransporten i det regionala nätet till acceptabla nivåer.

Förstärkning med likström och markförlagda kablar

Ett alternativ till ovanstående växelströmsalternativ kan vara att förstärka överföringskapaciteten med ett HVDC-system. Många samrådsyttranden kräver också en sådan lösning. Ett HVDC-alternativ illustreras på figur 14.





Figur 14. HVDC-alternativet.

Alternativet innebär att tre HVDC-omriktare med en total kapacitet på 2 100 MW, vilket motsvarar en 400 kV-luftledning, byggs i närheten av 400 kV-stationen Ekhyddan och förbinds med en ny 400 kV-ledning. Omriktarstationen kan inte placeras i direkt anslutning till det befintliga ställverket i Ekhyddan p.g.a. den yta, ca 500 x 200 meter, som måste tas i anspråk.



Motsvarande omriktarstationer byggs i anslutning till stationerna i Nybro och Hemsjö. Omriktarstationer i både Nybro och Hemsjö krävs för att erhålla kontakt med mottagande växelströmsnät och transformatorer till de regionala ledningssystemen.

HVDC-systemet kopplas ihop med markförlagda HVDC-kablar med en total kabel-längd om ca 6 x 200 km inklusive återledare.

Det skisserade HVDC-systemet har ur statisk synpunkt samma egenskaper som det växelströmsalternativet dvs. om en av de två existerande växelströmsledningarna kopplas bort kan likströmsförbindelsen närmast momentant styras upp så att den bär den totala effekt som ska överföras. Detta kan relativt enkelt utföras på så sätt att HVDC-länkens styrsystem övervakar effektbrytarna för växelströmsledningarna i Ekhyddan, Nybro och Hemsjö och snabbt styr upp HVDC-länken vid oväntade brytarlägesförändringar efter kontroll av riktningen på effektlödet i NordBalt.

HVDC-systemet kan dock inte anses som en integrerad del av det svenska stamnätet. För att åstadkomma det krävs ett redundant styrsystem som korrekt och momentant styr länken efter alla viktiga oväntade brytarlägesförändringar i det svenska kraftsystemet. HVDC-systemet måste också reagera korrekt och ögonblickligen på effektlödesförändringar i södra Sverige.

Ett HVDC-system innehåller stora mängder komponenter som förutom att ge höga förluster medför sämre tillgänglighet än ett växelströmsalternativ. Det är starkt beroende av kraftsystemets dynamik och i synnerhet tiden. För att bedöma HVDC-alternativet måste man därför, på samma sätt som för AC-alternativet ovan, föra ett tidsberoende resonemang.

Tid=0 Ett 3-fasigt fel till jord inträffar på AC-ledningen mellan Ekhyddan och Nybro i närheten av samlingskenan i Nybro.

Tid=0–250 ms Felet ligger på i 250 ms, vilket är den feltid som en generator eller en HVDC-anläggning ska klara utan att kopplas från för att tillåtas anslutning till stamnätet.

Spänningen i Nybro sjunker till 0 kV under feltiden och ingen effekt kommer att passera 400/130 kV-transformatorn i Nybro eller genom HVDC-länken till Litauen. Eftersom förbrukningen är proportionell mot spänningen sjunker förbrukningsnivån i närheten av Nybro och försörjs via reservmatningsvägar inom det regionala



nätet, främst från Ekhyddan. Stora överbelastningar uppstår i det regionala nätet.

Under feltiden sjunker även spänningen i Ekhyddan mot 275 kV, vilket innebär att omriktarstationen blockeras. Ingen effekt matas in i HVDC-systemet och även omriktarstationen i Hemsjö blockeras. HVDC-systemet är därmed helt blockerat.

Omriktarstationen för NordBalt blockeras och beroende på om NordBalt importerar eller exporterar effekt uppstår ett underskott eller ett överskott på upp till 700 MW i det nordiska elkraftssystemet. Detta är ett allvarligt felfall men eftersom det är förutsägbart så finns momentan produktionskapacitet som börjar återställa frekvensavvikelsen.

Tid=250 ms Felet kopplas automatiskt bort genom att reläskydden kopplar ur den felbehäftade ledningen mellan Ekhyddan och Nybro. Den enda stamnätskontakten mellan Ekhyddan och Nybro är HVDC-systemet, som inte är aktivt. Efter det att felet kopplats bort återställs effektmatningen till Nybro och dess regionnätstransformator ögonblickligen "bakvägen" från Hemsjö genom den fungerande 400 kV-ledningen. Spänningen är dock initialt låg, ca 377 kV, men stiger snabbt när SVC-anläggningarna i omriktarna känner att spänning finns i Nybro.

Tid=250–550 ms NordBalts och HVDC-systemets omriktarstation känner att spänningen i Nybro har återställts och börjar reglera mot sin tidigare driftpunkt. Tidsåtgången för denna process är ca 300 ms. Under denna tid sker även en motreglering i det nordiska produktionsystemet. Den ytterligare feltid (300 ms) som HVDC-systemet medför innebär att synkronismen i det regionala ledningssystemet inte kan upprätthållas, utan att systemet kommer att brytas upp.

Beskrivningen ovan visar att det inte är tekniken i sig själv som är problemet, utan var den appliceras i stamnätet. Att överlagra ett svagt regionalt system med ett starkt HVDC-system är mycket olämpligt när DC-systemets tidskonstanter beaktas.

Sammanfattning

Ett luftburet växelströmsalternativ har här jämförts med ett markförlagt likströmsalternativ. Slutsatsen är att HVDC-systemets ytterligare feltid (300 ms) medför att



synkronismen i det regionala ledningssystemet inte kan upprätthållas, utan att detta kommer att brytas upp.

Ett HVDC-system uppfyller därmed inte projektets huvudsakliga drivkraft, vilken är att säkerställa det regionala nätets funktion efter ett fel i stamnätet. HVDC-alternativet har därför avförts från vidare utredning.

De parametrar som bedöms i ett teknikval framgår av tabell 4.

	Växelströmsalternativ	Likström
Markåtgång (km ²)	7,7	3,9
Tillgänglighet (%)*)	99,9	98,0*
Minskning av årliga energiförluster (GWh)**)	- 277	- 82**
Uppfyller drivkrafter***)	Ja	Nej
Schablonmässig kostnad för HVDC-systemet (mnkr)	1 320	12 694

Tabell4. Parametrar vid teknikval

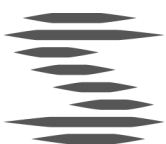
*) Tillgängligheten inkluderar omriktarfel och årligt underhåll för DC-systemet. Likströmskabelfel ingår inte i siffrorna. Uppstår kabelfel kan avbrotstiden uppskattas till 1 – 2 veckor om material och personal finns tillgängligt. Under denna tid kan inte utbyten ske på NordBalt.

**) Omriktarstationer bidrar med höga förluster. Särskilt markant är detta när överföringsavstånden är så korta som i detta fall.

***) Huvudsaklig drivkraft för att säkerställa det regionala nätet efter ett fel i stamnätet.

1.6 Val av sträckning

Val av sträckning sker i omgångar, först genom att studera breda korridorer, och med stöd av synpunkter och utredningar snäva in området till den sträckning som ger minst påverkan.



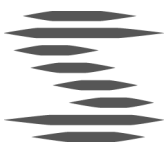
Först gjordes en framkomlighetsstudie som en del i den tekniska förstudien. Där togs utredningskorridorer fram inom utredningsområdet. Utredningskorridorerna placerades för att i möjligaste mån undvika samlad bebyggelse, skyddade natur- och kulturvärden m.m. I samrådsunderlaget Underlag för samråd om flera utredningskorridorer samrådsunderlag 1, daterat maj 2014, redovisades utredningskorridorerna tillsammans med de uppgifter och bedömningar som hade tagits fram. Där fanns uppgifter om projektets lokalisering, omfattning, utformning och alternativ samt dess förutsedda miljökonsekvenser på en översiktlig nivå. Alla som ville kunde ta del av materialet och lämna synpunkter.

Efter det första samrådet, med utgångspunkt från tillgänglig information inklusive inkomna yttranden, valdes en av utredningskorridorerna till huvudkorridor. För huvudkorridoren skedde en fortsatt och fördjupad utredning och ett förslag till sträckning togs fram inom korridoren. De övriga korridorerna avfördes inte, men utreddes inte vidare i det här skedet. De ligger vilande ifall det skulle visa sig att huvudkorridoren inte är framkomlig i vissa delar och att andra alternativ därför behöver undersökas. Ett nytt samrådsunderlag, Underlag för samråd om utredningskorridor – 400 kV-ledning Ekhyddan- Nybro, januari 2015, sammanställdes. Den innehöll fördjupande information om huvudkorridoren och ett förslag till linjesträckning. Alla som ville kunde ta del av materialet och lämna synpunkter.

Efter detta andra samråd, kommer inventering av natur- och kulturvärden att ske i fält och fördjupade tekniska analyser att göras. De förslag till alternativa delsträckor som kommit in under samrådstiden bedöms och vissa av dem utreds vidare med inventeringar och tekniska analyser. En mindre sträcka norr om Ruda har inventerats under hösten 2015. Ifall det skulle visa sig att huvudkorridoren i delar inte är framkomlig, kan även andra alternativ från tidigare valda korridorer komma att utredas. För de alternativ som utreds vidare, kommer kompletterande skriftliga samråd att hållas med berörda.

Följande områden kommer att fortsätta utredas för att hitta bästa möjliga sträckning:

- > Passage genom Natura 2000-område Köksmåla
- > Ruda gård
- > Norr om Alsterbro där ledningen går in i ny ledningsgata
- > Vinkel vägkorsning mellan Enelund och Millemåla
- > Eventuell flyttning österut inom korridoren vid Högerås



- > Östra Bondetorp
- > Nybro station

Slutligen kommer Svenska kraftnät att utifrån all tillgänglig information välja en linjesträckning för vilken en miljökonsekvensbeskrivning görs och koncession söks.

1.7 Markbehov

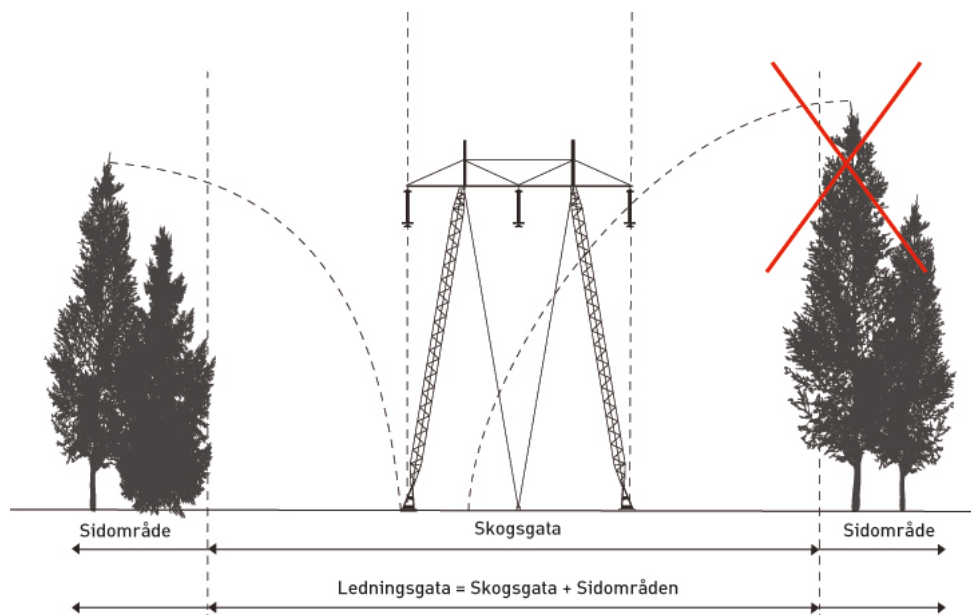
1.7.1 Ledningsgata

Området utmed en ledning kallas ledningsgata. I skogsmark består den av en skogsgata och sidoområden (figur 3.3). Utformning av luftledningar och deras ledningsgator regleras i starkströmsföreskrifterna och i fastslagna normer.

Enligt dessa ska en luftledningsfaslinor, beroende på spänningsnivå, hängas ovanför en lägsta nivå ovan mark. Det finns även bestämmelser om minimiavstånd från luftledningar till byggnader. Hur stor markyta en luftledning tar i anspråk beror på vilken typ av mark luftledningen passerar. I åkermark utgörs markbehovet av den yta som ledningsstolparna samt eventuella stag tar i anspråk. En 400 kV-luftledning i ny ledningsgata genom skogsmark kräver en ca 50 meter bred skogsgata. Om ledningen parallellförläggs med en befintlig ledning blir ianspråktagandet av ny mark något mindre.

Luftledningarna i stamnätet byggs alltid trädsäkert, vilket innebär att fallande träd inte får skada ledningen. Stolparna skyddas därmed för extrema väderförhållanden. Vegetation i skogsgatan under luftledningen får inte heller växa sig så hög att risk för elektriskt överslag till vegetationen uppstår, vilket kan förorsaka bränder. En skogsgata måste därför röjas med jämna mellanrum. Tiden mellan röjningarna varierar över landet men är vanligen sju till åtta år.





Figur 3.3. Principskiss över en ledningsgata i skogsmark.

Utanför skogsgatan kommer enstaka höga träd, s.k. kantträd, som riskerar att falla på ledningen, att avverkas (figur 3.3).

1.7.2 Under byggtiden

Vid själva bygget av en kraftledning kan det förekomma begränsad tillgänglighet till vissa områden och ökad trängsel på allmänna vägar till följd av transporter m.m.

Bygget medför att mark tas i anspråk när skog måste avverkas för ledningens skogsgata och vid anläggande av körvägar i ledningsgatan, tillfälliga uppställningsplatser för maskiner samt eventuella transport- och tillfartsvägar. Ytterligare påverkan på marken uppstår vid arbete med att markförlägga jordlinan⁶. Jordlinan förläggs dock så långt som möjligt i kraftledningsgatan och påverkar ett förhållandevis litet markområde.

Tillfälliga skador kan även uppkomma på närliggande diken, stängsel, vägar etc. i samband med bygget. Extra varsamhet iakttas vid de platser där ledningen passerar vattendrag för att undvika att arbetsmaskiner eller tillfälliga vägar påverkar vattendraget negativt. De miljökrav Svenska kraftnät ställer vid upphandling i byggskedet minimerar risken för detta.

⁶ Jordlina är en metalldare med uppgift att jorda anläggningsdelar



Efter genomförda arbeten kommer mark som har påverkats att återställas i möjligaste mån. Om skador på befintliga vägar har uppkommit återställs vägarna till samma skick som före arbetena påbörjades.

1.8 Ersättning till berörda fastighetsägare

1.8.1 Förundersökningsmedgivande

En förutsättning för att kunna bedöma lämpligheten av en föreslagen sträckning är att Svenska kraftnät får tillträde till fastigheterna för att genomföra nödvändiga undersökningar. Innan dess råder ovisshet för fastighetsägarna om den egna fastigheten kommer att beröras eller inte. Samrådsprocessen och förundersökningar av ledningssträckan är viktiga och syftar till att få in synpunkter och information som leder till att den slutgiltiga sträckningen ger så liten sammanlagd påverkan som möjligt till en rimlig kostnad utan avkall på driftsäkerheten.

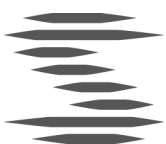
För att kunna utföra dessa nödvändiga undersökningar behöver Svenska kraftnät tillstånd från berörda fastighetsägare. Tillstånd behövs även där ledningar kommer att dras fram i befintliga ledningsgator. Strävan är att i så stor utsträckning som möjligt erhålla frivilliga medgivanden till förundersökning från fastighetsägarna.

Medgivande till förundersökning innebär att Svenska kraftnät får tillträde till fastigheten för att sätta ut stakkäppar, utföra mättningsarbeten, göra biologiska, arkeologiska och tekniska undersökningar, samla in underlag för intrångsvärdering, stämpla träd (märka upp och värdera) samt kapa, kvista och fälla träd som skymmer sikten för instrumenten. En schablonersättning för tillfälliga skador och olägenheter som uppkommer i samband med förundersökningen utgår till fastighetsägaren med 3 000 kronor. Skador som överstiger schablonersättningen ersätts separat vid varje enskilt tillfälle.

Om medgivande inte kan inhämtas på frivillig väg ansöker Svenska kraftnät hos berörd länsstyrelse om förundersökningstillstånd enl. 7 kap. 6 § expropriationslagen (s.k. resolution). Länsstyrelsens beslut kan överklagas till regeringen.

1.8.2 Markupplåtelseavtal och ledningsrätt

För att få börja bygga ledningen krävs förutom koncession och vissa andra tillstånd även tillträde till berörda fastigheter (ledningsrätt och/eller markupplåtelseavtal). Tillträde till berörda fastigheter fås vanligen genom tecknande av markupplåtelseavtal mellan fastighetsägaren och Svenska kraftnät. I samband med tecknande av markupplåtelseavtal träffas även överenskommelse om intrångsersättning, se nedan. Svenska



kraftnäts målsättning är att ingå frivilliga avtal med berörda fastighetsägare. Dessa frivilliga överenskommelser ligger sedan som grund vid ansökan om ledningsrätt. Svenska kraftnät ansöker om ledningsrätt hos Lantmäteriet.

I de fall det inte lyckas att teckna markupplåtelseavtal ansöker Svenska kraftnät om ledningsrätt och förtida tillträde för att säkra markåtkomsten. I sådana fall överläter Svenska kraftnät även värderingen av markinträdet till Lantmäteriet, att avgöras i förrättningen. Efter det att ledningen är färdigbyggd kallar Lantmäteriet till ett avslutande sammanträde för att reglera eventuella kvarvarande ersättningar och skador.

1.8.3 Intrångsersättning

Svenska kraftnät följer bestämmelserna i 4 kap. expropriationslagen. Fastighetsägaren ska ersättas med det belopp som motsvarar minskningen av fastighetens marknadsvärde (intrångsersättning) jämte ett påslag på 25 %. Uppkommer i övrigt skada för fastighetens ägare, exempelvis vägskada, ska även sådan skada ersättas eller åtgärdas. Ersättningen utgår som ett engångsbelopp i enlighet med expropriationslagen.

Bestående skador på skogs-, åker- och betesmark ersätts enligt Lantmäteriets rekommendationer. Skogsmarken stämplas (märks upp och värderas) enligt 2009 års skogsnorm. För åker- och betesmark ersätts intrånget enligt 1974 års åkernorm, med hänsyn till senaste uppräkningsår. Åkernormen ger ersättning för den mark som stolparna står på och även den försvårade brukning som stolparna orsakar. Ersättningen för intrång i skogsmark omfattar markens värde, ersättning för att skogen måste avverkas tidigare än tänkt och kompensation för att träden närmast den nya ledningsgatan blir mer utsatta för storm- och torkskador. Utöver denna intrångsersättning utgår även ersättning för själva virket (den på rot stående skogen).

En fastighetsägare kan ha rätt till ersättning, som en följd av byggandet av ledningen, på flera sätt varav de vanligaste återges nedan:

- Om ledningen dras över fastigheten är man berättigad till intrångsersättning + 25 %, samt övrig skada som kan uppkomma på fastigheten, se ovan.
- Ersättning kan även utgå om ledningen medför en påtaglig skada på fastighet eller egendom utanför ledningsgatan. Den vanligast förekommande skadan utgörs av estetiska störningar. Exempelvis då ledningen hamnar i blickfånget från ett bostadshus, och får en påtaglig påverkan på marknadsvärdet. De bostadshus som bedöms få denna typ av skada inventeras och dokumenteras innan ledningsbyggnationen. Därefter besiktigas samma fastigheter efter led-



ningen är byggd. En värdering av eventuell skada görs och i förekommande fall tas ett ersättningserbjudande fram.

- I vissa fall är det dessvärre omöjligt att undvika att passera med ledningen utan att komma nära bostadshus. Det som avgör om ledningen anses komma för nära bostadshus är Svenska kraftnäts magnetfältpolicy. Om bostadshus ligger inom ett avstånd där årsmedelvärdet av det magnetiska fältet överstiger $0,4 \mu\text{T}$ erbjuder Svenska kraftnät köp av fastigheten/ del av fastigheten.

Samtliga ersättningar betalas ut som ett engångsbelopp. Svenska kraftnät har ingen ersättningsmark att erbjuda för förlust av produktiv mark.

Eftersom det i dagsläget inte är beslutat var ledningen ska byggas så går det heller inte att bedöma om, eller hur mycket, ledningen kommer att påverka värdet på en viss fastighet. Någon ersättning för en eventuell marknadsvärdepåverkan under samråd-tiden utgår inte. Inträngsersättning utgår till den som är lagfaren ägare till fastigheten vid tillträdet.

1.8.4 Tid för utbetalning av eventuell ersättning

Inträngsersättning, om sådan är aktuell, betalas ut inom tre månader från det att fastighetsägaren och Svenska kraftnät undertecknat ett markkupplåtelseavtal, alternativt då Lantmäteriet i den följande förrättningen beslutar om ersättning. Vid köp av fastighet sker utbetalning av köpeskillingen i samband med överlåtelsen.

1.8.5 Ombudskostnader

Svenska kraftnät står för skäligena ombudskostnader i samband med tecknande av markkupplåtelseavtal och vid förhandling om ersättning. Ersättning för ombudskostnader är aktuellt först när ledningens sträckning är fastställd. Målet är att fastighetsägaren och Svenska kraftnät ska komma överens om markkupplåtelseavtal och ersättning.

Om en fastighetsägare anlitar ett ombud och önskar ersättning för denne ska ombudet först godkännas av Svenska kraftnät. Detta för att säkerställa att ombudet har den kompetens som krävs.

1.8.6 Ersättning för upplåtelse av väg

För att kunna ta sig till ledningsgatan för anläggande och underhåll tecknar Svenska kraftnät vägavtal med de fastighetsägare och väghållare som berörs. Ersättningen är beroende på hur många stolpplatser som vägen går till. Vägarna kan behöva förstärkas och/eller breddas. Tillfälliga skador ersätts separat vid varje enskilt tillfälle. I vissa fall behöver nya vägar anläggas. Ersättningen beräknas då på samma sätt som för led-



ningsgatan. Svenska kraftnät bygger även vägar i den upplåtta ledningsgatan. In-
trånget för dessa har redan reglerats i markupplåtelseavtalet för ledningen.

Efter att ledningen är byggd ligger de flesta vägar kvar, vilket underlättar för Svenska
kraftnäts underhåll och i många fall även för fastighetsägarens förvaltning av sin fas-
tighet.

1.9 Samhällsekonomiska analyser

1.9.1 Allmänt

Vid informationsmöten och i yttranden har fastighetsägare, kommuner, länsstyrelser
och lantbruks- och skogsorganisationer frågat efter en tydligare motivering av vald
teknik och jämförelse av kostnader och konsekvenser mellan växelström i luftledning
och likström i markkabel. Man efterlyser analyser där den planerade ledningen jäm-
förs med bortfall av de värden som bl.a. skogsbruket skulle ha inbringat under den tid
som ledningen är i drift.

Enligt ellagen är Svenska kraftnät skyldigt att ansluta ny eller ökad elproduktion till
stamnätet om den inte kan anslutas till underliggande lokal- eller regionnät. Samtidigt
har Svenska kraftnät i uppdrag från riksdag och regering att utforma och dimensionera
stamnätet så att detta på ett driftsäkert sätt kan klara elmarknadens behov samt att
bygga bort flaskhalsar i det nordiska elnätet och mellan elnäten i Norden och konti-
nenten (prop. 2008/09:163).

En förbindelse byggs nu mellan Sverige och Litauen och tas i drift vid nästa årsskifte.
Förbindelsen innebär att de baltiska ländernas elmarknad integreras med den nor-
diska och europeiska elmarknaden. Växelströmsnäten i regionen måste förstärkas med
nya ledningar för att på ett driftsäkert sätt klara överföringen av stora nya produkt-
ionsvolymerna och för att klara anslutning av likströmsförbindelser med hög kapacitet
inom växelströmsnäten och till grannländerna (se avsnitten 3.2 och 3.5).

I den koncessionsprövning som görs av Energimarknadsinspektionen bedöms den
samhällsnytta som ledningen förväntas medföra och ställs den mot de intrång och den
påverkan som ledningen förorsakar.

1.9.2 Övergripande analyser på svensk och europeisk nivå

Det svenska stamnätet är inne i en period av mycket omfattande utbyggnad. Förstärk-
ningarna behövs för att omhänderta tillkommande förnybar elproduktion, fördjupa



marknadsintegrationen med omvärlden och bidra till skapandet av en gemensam europeisk elmarknad. Samtidigt finns det ett mycket betydande reinvesteringsbehov.

Inom ramen för organisationen European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E) upprättas vartannat år en tioårig nätutvecklingsplan – Ten Year Network Development Plan (TYNDP).

Med grund i Perspektivplan 2025 har Svenska kraftnät därför upprättat en tioårsplan där Svenska kraftnäts prioriteringar preciseras och utvecklas. Planen är på remiss. Den kommer att ligga till grund för verkets fortsatta investeringar och tjäna som grund för Svenska kraftnäts bidrag till nästa europeiska TYNDP. Avsikten är att planen ska uppdateras vart annat år.

Svenska kraftnät gör samhällsekonomiska lönsamhetsbedömningar för byggande av stamnätsledningar. De görs i steg på vägen från idé till byggande, men med i viss mån olika syften i olika delar av processen. När det finns behov av en investering i stamnetet påbörjas en nätutredning. Den identifierar de nätinvesteringar som mest kostnadseffektivt möter elsystemets och elmarknadens behov. Utredningen inkluderar en grov bedömning av miljökonsekvenser och intrångseffekter. Analysen ligger till grund för val mellan olika nätförstärkningsalternativ och för beslut om att gå vidare med fortsatt utredning om valda alternativ.

Om nätutredningen indikerar att en investering är värd att genomföras så görs en mer utförlig teknisk och ekonomisk analys av projektet i en teknisk förstudie. Syftet är att definiera anläggningens tekniska utformning och identifiera risker och hinder för byggnation. En definitiv sträckning/placering görs dock först efter samrådsprocessen. Analysen innefattar investeringskostnader, effekter på elsystemet och elmarknaden, markintrång, miljöpåverkan och teknikval. Ett exempel är valet mellan luftledning och markkabel, där det senare innebär avsevärt högre investerings- och underhållskostnader.

Den tekniska förestudien ligger till grund för beslutsunderlag för aktuell beslutsfattare inom Svenska kraftnät. Styrelsen har tagit ett inriktningsbeslut den 19 februari 2014 att gå vidare med planerad 400 kV-luftledning Ekhyddan – Nybro – Hemsjö.

Ur ett samhällsekonomiskt perspektiv har ledningen även betydelse på EU-nivå. Den planerade ledningen är ett av EU godkänt Project of Common Interest (PCI) och ingår i prioritetskorrridor Electricity Baltic Energy Market Interconnection Plan. Rådet och Europeiska kommissionen har beslutat om PCI-förordningen, som har till syfte att integrera de inre marknaderna för el, gas och olja, att säkra försörjningstryggheten för



dessa energikällor samt att skapa förutsättningar för att energiinfrastrukturprojekt av gemensamt europeiskt intresse ska kunna genomföras.

1.9.3 Varför inte likström och markkabel?

Ett mycket stort antal remissinstanser har ansett att Svenska kraftnät måste belysa och utreda även ett alternativ där den nya förbindelsen utformas för överföring med likström och grävs ner som markkabel.

Det är korrekt att överföring av el kan ske med likström (DC) i stället för med växelström (AC). Det är också korrekt att DC-förbindelser kan byggas med markkabel, medan det på stamnätets spänningsnivåer inte är praktiskt möjligt att kabelförlägga AC-förbindelser annat än på korta sträckor.

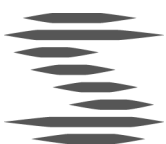
I elektricitetens barndom användes likström men man kom snart att gå över till växelström, som inte är en "ny teknik". Växelström är en beprövad men allt annat än "gammaldags" teknik. I hela världen produceras, överförs och används elektricitet som växelström.

Likström används för speciella kraftöverföringstillämpningar. Hit hör att överföra energi på långa avstånd mellan två punkter i ett kraftsystem, att knyta ihop inkompatibla kraftsystem (olika växelströmssystem som inte är synkrona med varandra) samt att möjliggöra överföring i sjökablar också på långa avstånd.

Likströmstekniken är följaktligen den som används för sjökablar till Finland, Gotland, Polen, Tyskland och Jylland medan man på de kortare avstånden till Åland, Bornholm och Själland kan använda AC-kablar.

I det inhemska svenska stamnätet förekommer överhuvudtaget inga likströmsförbindelser på denna nivå än. Det är först i den södra delen av den s.k. SydVästlänken som DC-teknik för första gången kommer att användas i det inhemska stamnätet. Det handlar då om en punkt-till-punkt-förbindelse, som ska möta behovet av att kunna överföra stora energimängder till elområde Malmö.

I projektet Ekhyddan – Nybro – Hemsjö fyller en DC-ledning inte förbindelsens syfte. Den kan inte lösa de problem som finns i regionen kring Ekhyddan, Nybro och Hemsjö. I avsnittet 3.5 Teknikval redovisas de huvudsakliga tekniska skälen till varför ett DC-alternativ aldrig har varit aktuellt att utreda.



1.9.4 Underlag för en jämförelse

LRF Sydost och LRF:s kommungrupper har krävt en markförlagd DC-kabel, utifrån de större markintrång som måste göras om man bygger en AC-luftledning i enlighet med Svenska kraftnäts planer.

LRF anser det viktigt att minimera intrånget i jord- och skogsbruksproduktionen och vill att Svenska kraftnät redovisar en samhällsekonomisk kalkyl där det framgår hur stora värden som går förlorade för samhället i form av jordbruk, skogsbruk, besöksnäring, natur- och friluftsliv m.m. där ledningen dras fram. I två av yttrandena efterlyser LRF en samhällsekonomisk analys där man tar in skogsproduktion/förädlingsvärde, värdet av skogens koldioxidbindande förmåga, sysselsättningsperspektivet och landskapsbild. Man anser att en sådan kalkyl ska jämföra alla alternativ såsom sjökabel, markkabel och samförläggning med befintliga kraftledningar. Att räkna in produktionskostnaden är enligt LRF inte nog, utan alla slags kostnader måste redovisas över hela livslängden.

Som framgått av det föregående existerar det av bl.a. drifttekniska skäl inte något DC-alternativ för Svenska kraftnät och följaktligen inte heller någon möjlighet att bygga den nya förbindelsen med markkabel. För att i någon mån söka möta LRF:s önskemål om en bättre ekonomisk belysning redovisar Svenska kraftnät här en översiktlig kartläggning av vad ett fiktivt kabelalternativ skulle ha medfört för alternativa intrång och kostnader.

1.9.5 Markbehov för luftledning resp. markkabel

I samrådshandlingarna redovisas ett stort antal olika sträckningsalternativ för luftledningen mellan Ekhyddan och Hemsjö. Som längst kan sträckan uppgå till 204 km och ett genomsnitt för de olika alternativen är 189 km.

Markintrången varierar på olika delar av sträckan. Om ny mark måste tas i anspråk behöver ledningsgatans bredd vara ca 50 meter. Där ledningen går parallellt med en annan 400 kV-ledning behöver dagens ledningsgata breddas med ca 40 meter. Vid sambyggnad med en 130 kV-ledning behöver dagens ledningsgata breddas med ca 30 meter.

Med utgångspunkt från förslagen i samrådet beräknas i denna jämförelse att den mark som behöver tas i anspråk motsvarar en ledningsgata för hela sträckan, vars bredd i genomsnitt uppgår till 41 meter. Härav följer att den nya luftledningen kommer att ianspråkta 7,7 kvadratkilometer ny mark.



En tänkt markförlagd DC-kabel på sträckan Ekhyddan – Nybro – Hemsjö blir längre än en motsvarande luftledning. Detta beror på att en kabel i görligaste mån dras i närheten av vägar. Det innebär anpassning till vägens kurvighet, hus och tätorter invid vägen samt till markens beskaffenhet. Det totala markintränet blir dock mindre.

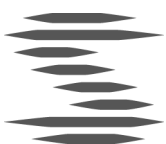
Byggvägar måste anläggas längs hela kabelsträckan och i byggskedet behöver ca 35 meter ledningsgata tas i anspråk. Men när kabeln väl är nedgrävd uppgår kabelgatans bredd bara till ca hälften av detta.

En översiktlig bedömning av en tänkt markkabel mellan Ekhyddan och Nybro slutar i en uppskattad längd på ca 114 km om E22 följs från Ekhyddan till Ålem och därefter vägen förbi Bäckebo till Nybro. Mellan Nybro och Hemsjö bedöms kabelns längd bli 108 km. I denna räkneövning används en konservativ bedömning av den totala kabelsträckan om 222 km.

Härav följer att en tänkt markkabel, efter byggskedet, skulle ianspråkta ca 3,9 kvadratkilometer mark. I exemplet bortses här helt från det markinträng som de tre omriktarstationerna skulle göra. Varje omriktarstation – Ekhyddan, Nybro och Hemsjö – upp- tar en markareal om ca 100 x 500 meter.



Bild 2. Omriktarstation för NordBalt under byggnad i Nybro.



1.9.6 Kostnader för luftledning resp. markkabel

Grundläggande parameterar för en 400 kV AC-ledning och ett hypotetiskt DC-alternativ framgår av tabell 1 och tabell 2. Kostnadsangivelserna är baserade på de erfarenheter som vunnit i projekten SydVästlänken och Gotland, som båda innehåller AC-luftledning och DC-markkabel, samt NordBalt.

AC-luftledning 3x910 AL59		
		Enhet
Termisk kapacitet	2 100	MW
Ledningslängd per trumma	2 000	m
Kostnad (ledningsentreprenad)	5,5	Mnkr per km
Kostnad (mark och tillstånd)	1,1	Mnkr per km
Stationsåtgärder	18	Per anslutning och station
HVDC – omriktare 700 MW		
Kostnad per 700 MW omriktare	750	Mnkr
Stationsyta	100 x 165	m
DC-markkabel		
Termisk kapacitet	700	MW
Ledningslängd per trumma	1 047	m
Kostnad	8,5	Mnkr per km
Kostnad (mark och	1,0	Mnkr per km



tillstånd)		
------------	--	--

Tabell 1. Grundläggande kostnadsparametrar.

AC-luftledning 3x910 AL59		
		Enhet
Termisk kapacitet	2 100	MW
Längd	189	km
Kostnad (lednings entreprenad)	1 040	Mnkr
Kostnad (mark och tillstånd)	208	Mnkr
Anslutningskostnad	72	Per anslutning
Total kostnad	1 320	Mnkr
HVDC – omriktare 700 MW		
Kostnad nio styck- en omriktare	6 750	Mnkr
Stationsyta	100 x 165	m
DC-markkabel		
Termisk kapacitet	2 100	MW
Kostnad (kabel entreprenad)	5 660	Mnkr
Kostnad (mark och tillstånd)	222	Mnkr
Kostnad (stations-	62	Mnkr



åtgärder)		
Total kostnad, omriktare och DC-markkabel	12 694	Mnkr

Tabell 2. Projektrelaterade kostnader Ekhyddan – Nybro – Hemsjö.

1.9.7 En sammanfattande kostnadsjämförelse

Det förtjänar att understrykas att anledningen till att DC-alternativet inte kan förordas av Svenska kraftnät är att det inte uppfyller de drifttekniska kraven på att bl.a. kunna hantera de felfall som kan få regionnätet i de berörda områdena att kollapsa.

Till bilden hör även att en markkabel skulle ha betydligt sämre driftsäkerhet. Dess tillgänglighet beräknas till 98,0 procent mot AC-luftledningens 99,9 procent. Denna lägre tillgänglighet omfattar omriktarfel och avställning av DC-systemet för årligt underhåll.

Några kabelfel ingår heller inte i tillgänglighetstalet 98 procent. Om ett kabelfel uppstår kan avbrotts tiden för felsökning och reparation uppgå till en à två veckor, förutsatt att materiel och personal finns tillgänglig. Under avbrotts tiden kan utbyte inte ske på NordBalt-förbindelsen.

Några kostnader för kabelalternativets sämre tillgänglighet har inte uppskattats och ingår följaktligen inte i jämförelsen. En ytterligare merkostnad för kabelalternativet – som inte heller beaktas i denna jämförelse – är en betydligt mindre minskning av de beräknade årliga energiförlusterna (82 GWh mot 277 GWh i AC-alternativet). Dessutom minskar möjligheten att på ett effektivt sätt ansluta förnybar kraft, eftersom anslutningar inte kan göras till en likströmsledning.

I tabell 3 sammanfattas de olika ledningsalternativen. Tabellen avser hela sträckan från Ekhyddan till Nybro och vidare till Hemsjö. Hänsyn har inte tagits till markbehov för säkerhetsavstånd, vägområdets bredd o.d. Däremot har hänsyn tagits till terrängens beskaffenhet.

En kabelförläggning har, grundat på erfarenheterna från NordBalt och SydVästlänken antagits medföra en förlängning av ledningssträckan med 15 procent. De kostnader som anges för markkabelalternativen inkluderar de erforderliga omriktarstationerna.



Exempel	Genomsnittlig längd (km)	Del av total-längd (%)	Genomsnittlig bredd ny lednings-gata (m)	Yta ny lednings-gata (m ²)	Genomsnittlig bredd under byggtid (m)	Yta ny lednings-gata under byggtiden (m ²)	Kostnad (mnkr i 2014 års prisnivå)
Luftledning parallell med 400 kV-ledning	88,3	46,6	40	3 532 000	40	3 532 000	
Luftledning parallell med 130 kV-ledning	42,4	22,4	30	1 272 000	30	1 272 000	
Luftledning ny lednings-gata	58,6	31,0	50	2 930 000	50	2 930 000	
Summa luft-ledning	189,3	100,0	41	7 734 000	–	7 734 000	1 320
Markkabel likström bredvid väg	222	100,0	17	3 885 000	35	7 770 000	12 694
Markkabel bredvid luft-ledning	221	100,0	17	3 867 500	35	7 735 000	12 668

Tabell 3. Jämförelse mellan luftledning och markkabel Ekhyddan – Nybro – Hemsjö.

Sammanfattningsvis visar denna mycket översiktliga jämförelse att man med en markkabel skulle kunna minska markintränet från 7,7 till 3,9 kvadratkilometer. Det är en minskning med 3,8 kvadratkilometer, vilket motsvarar 380 hektar. Samtidigt uppgår fördyringen med ett DC-alternativ till mer än elva miljarder kronor.

Den "extra" yta som tas i anspråk för en AC-luftledning och som påverkar bl.a. jord- och skogsbruk, besöksnäring samt natur- och friluftsliv måste således värderas till mer än 30 miljoner kronor per hektar (!) för att en DC-lösning – om den varit tekniskt möjlig – ska kunna försvaras rent ekonomiskt.



1.10 Säkerhet

1.10.1 Elsäkerhet

Säkerhetsbestämmelser för ledningar återfinns i ellagen (1997:857), starkströmsförordningen (2009:22) och Elsäkerhetsverkets starkströmsföreskrifter (ELSÄK-FS 2008:1-3) samt ändringsföreskrifterna i ELSÄK 2010:1-3. Starkströmsföreskrifterna reglerar bl.a. hur ledningen ska vara utformad och anger minimiavstånd mellan byggnad och närmaste faslina⁷.

Ledningen konstrueras i brottsäkert utförande, vilket innebär att den är dimensionerad för att klara alla förekommande väderförhållanden. Den är vidare utrustad med åskskydd, vilket innebär att ev. åsknedslag jordas genom den i ledningen monterade topplinan.

Stolparnas fackverkskonstruktion gör det möjligt att klättra i stolpen, vilket kan vara en säkerhetsrisk. Därför kommer stolparna att konstrueras med klätterskydd i områden nära bebyggelse där man kan förvänta sig att många människor uppehåller sig.

För vindkraftverk tillämpas ett skyddsavstånd mellan ledning och vindkraftverket. Avståndet motsvarar vindkraftverkets höjd inkl. rotorblad till vilket 10 meter adderas.

1.10.2 Säkerhetsskydd

Enligt säkerhetsskyddslagen(1996:627) är verksamhetsutövaren skyldig att försäkra sig om att säkerhetsskyddet i den egna verksamheten är tillräckligt.

I Svenska kraftnäts föreskrifter om säkerhetsskydd (2005:1) ställs bl.a. krav på att en säkerhetsanalys ska genomföras minst vartannat år och att säkerhetsprövning av personalen ska göras. Föreskrifterna ställer krav på att skyddsvärd information hanteras på ett säkert sätt.

⁷ En 400 kV kraftledning för växelström har tre faser. I varje fas finns två eller tre strömförande fasledare också kallade faslinor.



Svenska kraftnäts säkerhetsarbete omfattar även fysiska och tekniska skydd kring elförsörjningens anläggningar, bevakning, informationssäkerhet, säkerhetsskyddade upphandlingar och utbildning av personal.

Samhällsviktig infrastruktur kan enligt skyddslagen (2010:305) av länsstyrelse beslutas vara skyddsobjekt. Skyddet inriktas mot sabotage, terrorism och spioneri. Bestämmelser om säkerhetsskydd finns i säkerhetsskyddslagen (1996:627), säkerhetsskyddsförordningen (1996:633) samt i föreskrifter och allmänna råd som meddelas av Rikspolisstyrelsen.

Rikspolisstyrelsen har utarbetat vägledning för säkerhetsskydd och säkerhetsskyddad upphandling. I dessa beskrivs närmare begrepp och definitioner för säkerhetsskyddsarbetet.

1.11 Elektriska och magnetiska fält

Elektriska och magnetiska fält uppkommer när el produceras, transporteras och förbrukas. Kring en luftledning för växelström finns både ett elektriskt och ett magnetiskt fält. Det är spänningen mellan faserna (linorna) och marken som ger upphov till det elektriska fältet, medan strömmen ger upphov till det magnetiska fältet. Både det elektriska och det magnetiska fältet avtar med avståndet till ledningen.

Elektriska och magnetiska fält finns nästan överallt i vår miljö, både kring kraftledningar och elapparater som vi använder dagligen i hemmet. En hårtork till exempel, ger ett magnetfält på omkring 30 mikrottesla (μT) och den som lagar mat vid en induktionsspis utsätts för ett magnetfält på omkring 1,2 μT .

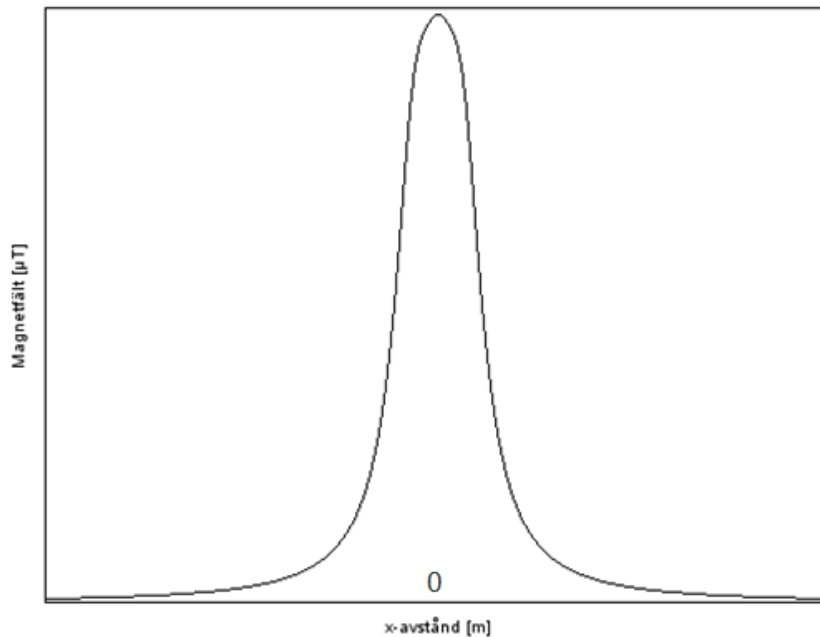
1.11.1 Elektriska fält

Elektriska fält mäts i kilovolt per meter (kV/m). Fältet i marknivå är starkast där linorna hänger som lägst. Det elektriska fältet avtar kraftigt med avståndet till ledningen. Vegetation och byggnader skärmar av fältet från luftledningar, vilket innebär att endast låga elektriska fält uppstår inomhus även om huset står nära en kraftledning.



1.11.2 Magnetiska fält

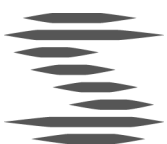
Magnetiska fält mäts i mikrottesla (μT). Fälten alstras av strömmen i ledningen och varierar med storleken på strömmen. Även hur ledningarna hänger i förhållande till varandra och spänningsnivån påverkar magnetfältets styrka. Magnetfältet avtar normalt med kvadraten på avståndet från ledningen, se figur 1. Magnetfält avskärmas inte av väggar eller tak.



Figur 1: Magnetfältet avtar snabbt med avståndet

Magnetfältet beräknas och redovisas normalt i en nivå ca 1-1,5 meter ovanför markytan. När magnetfältet anges, används ett värde som beräknas ur årsmedelvärden av strömmen för ett antal år för den aktuella förbindelsen. För helt nya ledningar används beräknade strömmar som skattas på motsvarande sätt med hjälp av modellsimuleringar. Det framtida kraftsystemet simuleras med en tidsupplösning på tre timmar, dvs för varje ledning fås 2912 strömvärden per simuleringsår. Simuleringar görs av cirka 50 historiska tillrinningsår och det resulterande värdet beräknas utifrån ca 50 årsmedelströmvärden.

De faktiska strömmarna kan variera mycket över året och även under ett enskilt dygn. Det förekommer också perioder då det inte går någon ström alls i ledningen. Höglast (stor elöverföring i ledningen) kan förekomma under begränsad tid, exempelvis under



kalla vinterdagar då elförbrukningen är hög. Enstaka timmar under ett år kan strömmen vara betydligt högre än årsmedelvärdet.

1.11.3 Hälsaspekter och rekommendationer

EU och dess vetenskapliga kommitté SCENIHR har i mars 2015 publicerat ett slutgiltigt ställningstagande till potentiell hälsorisk från elektriska och magnetiska fält, inklusive extremt låga frekvenser som avges från exempelvis kraftledningar och elektriska hushållsapparater. Denna rapport är en uppdatering av en tidigare rapport från 2009 och 700 nya studier har inkluderats. Slutsatsen är att det inte finns några bevisade medicinska samband mellan elektromagnetiska fält och hälsoproblem.⁸

På en punkt har EU-kommittén funnit ett *statistiskt* samband från epidemiologiska studier, nämligen mellan magnetiska fält från kraftledningar och barnleukemi. Sambandet har dock varken kunnat förklaras medicinskt eller stödjas genom experiment. Ytterligare forskning krävs för att antingen bekräfta eller utesluta ett möjligt samband.

I Sverige fördelas ansvaret för hälsofrågor med anknytning till magnetfält på fem myndigheter – Arbetsmiljöverket, Boverket, Elsäkerhetsverket, Folkhälsomyndigheten och Strålsäkerhetsmyndigheten.

Myndigheterna genomför mätningar, utvärderar forskning inom området, ger råd och rekommendationer samt tar fram föreskrifter. De ansvariga myndigheterna rekommenderar en viss försiktighet vid samhällsplanering och byggande om åtgärderna kan genomföras till rimliga kostnader:

- Sträva efter att utforma eller placera nya kraftledningar och andra elektriska anläggningar så att exponering för magnetfält begränsas
- Undvik att placera nya bostäder, sjukhus, skolor och förskolor nära elanläggningar som ger förhöjda magnetfält
- Sträva efter att begränsa fält som starkt avviker från vad som kan anses normalt i hem, skolor, förskolor respektive aktuella arbetsmiljöer

I myndigheternas gemensamma broschyr "Magnetfält och hälsorisker" som kan hämtas på www.stralsakerhetsmyndigheten.se finns mer information.

⁸ http://ec.europa.eu/dgs/health_food-safety/dyna/enews/enews.cfm?al_id=1581



1.11.4 Magnetfält och boskap

Forskningsrådet för arbetsliv och socialvetenskap har i en forskningsöversikt (Forskning om elöverkänslighet och andra effekter av elektromagnetiska fält, sjunde årsrapporten, 2009) tagit upp frågan om påverkan på boskap från kraftledningar. Forskningsrådet anger i rapporten att det inte går att konstatera utifrån forskning att kraftledningar skulle påverka kors fruktsamhet negativt.

Det har gjorts ett flertal fysiologiska studier, beteendestudier och litteraturgenomgångar gällande påverkan på betesdjur från elektromagnetiska fält och kraftledningar (Thommesen och Tynes, 1994; Burchard m fl, 2007). De flesta studier gäller nötboskap, men det finns också studier som gäller vilt, så som älgar och rådjur, och halvdomesticerade djur som renar (Reimers m fl, 2000). Den generella slutsatsen är den att påverkan på såväl fysiologi som beteende på tamboskap och vilda djur från elektromagnetiska fält är låg. Kor som har kraftledningar på 500 kV inom sin betesmark visar inga beteenden som tyder på att de undviker att beta eller vistas under kraftledningen (Reimers m fl, 2000). Inte heller har effekter på att älgar eller renar skulle undvika att vistas under kraftledningar kunnat påvisas (Reimers m fl., 2000).

1.11.5 Svenska kraftnäts magnetfältspolicy

Svenska kraftnät följer hela tiden forskningen och utvecklingen när det gäller elektriska och magnetiska fält. Myndigheternas rekommendationer och miljöbalkens regler om försiktighet innebär att risker för människors hälsa och miljö ska undvikas så långt som det kan anses ekonomiskt rimligt. Med utgångspunkt i myndigheternas rekommendationer och miljöbalkens försiktighetsprincip har Svenska kraftnät formulerat en magnetfältspolicy:

”Vid planering av nya ledningar ska Svenska kraftnät se till att magnetfälten normalt inte överstiger 0,4 mikrotesla där människor varaktigt vistas. Vid omprövning av koncessioner för befintliga kraftledningar ska Svenska kraftnät överväga åtgärder som minskar exponeringen för magnetfält. Åtgärder ska genomföras där människor varaktigt exponeras för magnetfält som avviker väsentligt från det normala. En förutsättning är att kostnaderna och konsekvenserna i övrigt är rimliga.”

Denna policy tillämpas i alla ledningsprojekt. I samband med att tillstånd omprövas för stamnätsledningar kan Svenska kraftnät vidta åtgärder för byggnader där människor varaktigt vistas och magnetfältet överstiger 4,0 μ T.

Notera dock att den forskning som gjorts inte har påvisat några medicinska orsaksamband mellan exponering av magnetfält (oavsett nivå) och påverkan på hälsan an-



nat än vid direkt påverkan⁹. För direkt påverkan vid exponering av höga magnetfält gäller rekommendationen att allmänheten inte ska vistas i områden med magnetfält över 100 µT, vilket är ett riktvärde i såväl EU som i Sverige.¹⁰

1.12 Ljudeffekter

Ljudeffekter från kraftledningar alstras främst vid fuktigt väder t.ex. vid dimma och regn. Ljudet kan vara "sprakande" till sin karaktär och kan sägas likna ljudet från ett brinnande tomtebluss. Ljudeffekter kan även uppträda i samband med trasiga eller onormalt nedsmutsade isolatorer.

Vanligen mäts ljud i enheten dB(A), vilken representerar det mänskliga örats sätt att uppfatta ljud. Vid regn och fuktig väderlek kan ljudnivåerna utomhus intill en 400 kV-ledning uppgå till cirka 45 dB(A) ca 20 meter från ledningens mitt vid triplex (trelinor i varje fas) och cirka 60 meter från ledningens mitt vid duplex (två linor i varje fas).

Den planerade ledningen kommer att byggas som en triplex. Avståndet till ledningen samt byggnader och andra föremål dämpar ljudet, som avtar med 3-4 dB(A) för varje dubbling av avståndet till kraftledningen. Ljud från kraftledningar understigande 40-45 dB(A) är svåra att uppfatta och ljudnivåer av denna storleksordning bör inte ge upphov till några påtagliga störningar.

1.13 Användning av kreosotimpregnerade träsliprar

Stamnätets kraftledningar för 400 kV består av stålstolpar, vanligen tvåbenta så kallade portalstolpar. Stolparnas fundament och stagförankringar utgörs ofta av ett antal nedgrävda träplattor. Dessa består av sliprar av kreosotimpregnerat trä som hålls ihop med hjälp av stålbalkar.

Betong och stål är tänkbara alternativ till de kreosotbehandlade sliprar som används idag. Gjorda analyser visa att dessa produkter är sämre ur både miljösynpunkt och ekonomisk synpunkt, sett i ett livscykelperspektiv. Stål- och betongfundament kräver mer energi att tillverka, transportera, installera och destruera. De livscykelanalyser som gjorts visar att dessa alternativ med stor sannolikhet leder till större klimatpåverkan, totalt sett större utsläpp av hälsoskadliga ämnen samt medför praktiska nackdelar.

⁹ Direkt påverkan avser omedelbara medicinska effekter, till exempel nerv- och muskelretningar, vid påverkan av höga magnetfält.

¹⁰ Rekommendationen kommer från SSMFS 2008:18, vilket är en direkt översättning från SSIFS 2002:3 som i sin tur bygger på Rådets rekommendation från EG, "1990/519/EG". Denna i sin tur bygger på ICNIRP Guidelines 1998. Numera finns ICNIRP Guidelines från 2010 och deras referensvärde är 200 µT.



Utifrån de alternativ som idag finns tillgängliga för Svenska kraftnät när det gäller val av fundament är fundament med kreosotimpregnerade sliprar den bästa möjliga teknik att använda. Det är den lösning som enligt livscykelanalyser och spridningsstudier har visat sig ge lägst total miljöpåverkan.

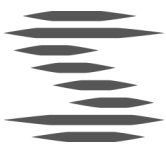
Kreosot används för att motverka röta och skadedjur. Andra typer av impregneringsmedel har inte visats sig ha tillräckligt motstånd mot den typen av skadlig inverkan över så lång tid som krävs för stamnätsfundament. Ämnet kreosot är klassificerat som cancerframkallande och innehåller flera substanser med hälsofarliga egenskaper. Antracen, fluorenten, pyren och fenantren i kreosot, har så kallade PBT-egenskaper. De är långlivade (persistenta), kan lagras i levande vävnad (bioackumulerbara) och är giftiga (toxiska). Användningen av kreosot regleras i EU:s kemikalieförordning (EG) nr 1907/2006, den så kallade Reach-förordningen. Denna EU-förordning ingår i den svenska lagstiftningen sedan juni 2009. Kreosot är klassat som bekämpningsmedel och omfattas därför även av det så kallade biociddirektivet (direktiv 98/8/EG om utsläppande av biocidprodukter på marknaden). En omprövning sker vart femte år. Svenska kraftnät följer lagarna i Miljöbalken och EU:s Reachförordning, som också är svensk lag och behöver därmed inte tillstånd för användningen.

I Reach-förordningen anges kraftledningar som ett specifikt område där användning av kreosot är tillåtet. Användningen omfattar hela kraftledningsbygget och därmed både stolpar och fundament. Svenska kraftnäts användning av kreosotbehandlade sliprar i fundament är således en tillåten användning enligt gällande svensk lagstiftning.

Precis som alla verksamheter i Sverige måste Svenska kraftnät följa miljöbalkens hänsynsregler och tillämpa bästa möjliga teknik. I miljöbalken ingår dock att man alltid ska göra en skälighetsavvägning. Bästa möjliga teknik blir därmed den bästa teknik som idag finns tillgänglig att använda till en skälig kostnad och arbetsinsats.

1.13.1 Konsekvenser

Kreosot är skadligt för jord- och vattenlevande organismer. Ett flertal studier har gjorts de senaste åren för att utreda läckaget från kreosotimpregnerade träsliprar till omgivningen. Den samlade bedömningen från studierna är att rörligheten av miljöfarliga ämnen från kreosotimpregneringen är låg även i jord, dvs. föroreningarna stannar vid fundamenten. I en miljöteknisk utredning utförd av Golder Associates (2014) kunde ingen spridning påvisas till grundvatten eller ytvatten i närheten av stolpfundament.



Svenska kraftnäts användning av kreosot bedöms inte vara något problem för växter, eftersom fundamenten ligger så djupt placerade att de inte kommer i kontakt med ovanliggande ytvatten eller växtrötter.

Svenska kraftnät tillämpar försiktighetsprincipen och använder stål- eller betongfundament i närheten av vattenskyddsområden eller brunnar för att minimera eventuella risker för läckage av kreosot. Detta görs trots att ingen spridning till vatten kunnat påvisas i våra studier.

1.14 Vad är ett samråd?

Att bygga en ny 400 kV-kraftledning är en verksamhet som enligt miljöbalken kap 6 § 4 kräver samråd med länsstyrelsen, tillsynsmyndigheten och de enskilda som kan antas bli särskilt berörda. Eftersom de berörda länsstyrelserna dessutom beslutat att verksamheten kan antas medföra betydande miljöpåverkan ska även övriga statliga myndigheter, de kommuner, den allmänhet och de organisationer som kan antas bli berörda inkluderas i samrådet. Samrådet ska avse verksamhetens eller åtgärdens lokalisering, omfattning, utformning och miljöpåverkan samt miljökonsekvensbeskrivningens innehåll och utformning. Före samrådet ska Svenska kraftnät lämna uppgifter om den planerade verksamhetens eller åtgärdens lokalisering, omfattning och utformning samt dess förutsedda miljöpåverkan. Uppgifterna ska lämnas till länsstyrelsen, tillsynsmyndigheten och de enskilda som särskilt berörs. Syftet med samrådet är att informera berörda och inhämta synpunkter och information.

Svenska kraftnät följer miljöbalken. Svenska kraftnät är även måna om att den nya ledningen ska medföra så liten påverkan som möjligt för människor och miljö. Samråden med berörda markägare är en mycket viktig del i det arbetet eftersom Svenska kraftnät då får information och synpunkter från lokalt boende som känner markerna bäst. Synpunkterna och informationen från samråden använder Svenska kraftnät till att anpassa planeringen av ledningen så att påverkan på människor och miljö blir så liten som möjligt. Vid planerandet och placeringen av ledningen måste Svenska kraftnät dock hålla sig inom vissa ramar, t.ex. olika tekniska begränsningar, andra samhällsintressen och syftet med den enskilda ledningen. I planerandet av ledningen vägs således ett stort antal faktorer och intressen in vilket gör att alla intressen inte kan bli tillvaratagna.

