

# Vägledning för anslutning av vindkraft till stamnätet

Dnr. 2009/393

2011-05-06



# Förord

En storskalig utbyggnad av vindkraft förväntas i Sverige de närmaste åren. Utbyggnaden kommer att ske i form av enskilda verk som ansluts till lokala distributionsnät, men i stor utsträckning även i form av större vindkraftsparker som ansluts till stamnätet eller till regionnät.

Som systemansvarig myndighet har Svenska Kraftnät en viktig uppgift att säkerställa att anläggningarna ansluts på ett sådant sätt att kraftsystemets höga driftsäkerhet bibehålls.

Vi har identifierat behov av ett dokument som vägleder vindkraftsprojektörer av större anläggningar i frågor relaterade till nätanslutning. Vägledningen har formulerats för hanteringen av anslutning av ny produktion till stamnätet. Den har tagits fram för vindkraft, men är även relevant för anslutning av andra typer av elproduktion.

Mikael Odenberg

Generaldirektör



# Innehåll

Förord.....	3
1 Definitioner .....	7
2 Bedömning av vindkraftanslutning– ett sammandrag .....	7
<i>Anslutning av vindkraft till stamnätet.....</i>	<i>7</i>
<i>Tekniskt utförande av nätanslutning .....</i>	<i>8</i>
<i>Förfrågan om anslutningsmöjlighet .....</i>	<i>8</i>
<i>Ägogränser.....</i>	<i>8</i>
<i>Anslutningsavgift.....</i>	<i>9</i>
<i>Tidsåtgång för anslutning .....</i>	<i>9</i>
<i>Reservation av ledig kapacitet .....</i>	<i>9</i>
<i>Överbokning av kapacitet .....</i>	<i>9</i>
<i>Anslutning till utlandsförbindelser .....</i>	<i>9</i>
3 Anslutning av ny elproduktion till stamnätet .....	10
3.1 <i>Tekniskt utförande av nätanslutning till ny station .....</i>	<i>11</i>
4 Ansöknings- och anslutningsförfarande .....	13
4.1 <i>Vad säger ellagen?.....</i>	<i>13</i>
4.2 <i>Förfrågan om anslutningsmöjlighet .....</i>	<i>13</i>
4.3 <i>Besked om anslutningsmöjlighet .....</i>	<i>14</i>
4.4 <i>Ägogränser .....</i>	<i>15</i>
4.5 <i>Anslutningsavgift.....</i>	<i>15</i>
4.6 <i>Obligatoriska avtal.....</i>	<i>16</i>
4.7 <i>Tidplan för anslutning .....</i>	<i>16</i>
4.8 <i>Föreskrifter för produktionsanläggningar.....</i>	<i>17</i>

5	Kapacitet på stamnätet .....	17
5.1	<i>Allmänt</i> .....	17
5.2	<i>Reservation av ledig kapacitet</i> .....	18
5.3	<i>Åtgärder för att underlätta anslutning av ny elproduktion</i> .....	19
5.3.1	<i>Överbokning av kapacitet på radiella ledningar</i> .....	19
5.3.2	<i>Anslutning till befintliga utlandsförbindelser</i> .....	19
6	Anslutning av havsbaserad vindkraft .....	20
7	Simuleringsmodeller .....	20
8	Viktig information inför genomförande av anslutning .....	21
8.1	<i>Allmänt om Anläggningen</i> .....	21
8.2	<i>Krav på inställetid</i> .....	21
8.3	<i>Stängsel</i> .....	21
8.4	<i>Ställverksapparater utomhus</i> .....	21
8.5	<i>Jordning</i> .....	22
8.6	<i>Reläskyddsutrustning</i> .....	22
8.7	<i>Mätvärden och indikeringar</i> .....	22
8.8	<i>RTU</i> .....	23
8.9	<i>Energimätning</i> .....	23
8.10	<i>Hjälpkraftssystem</i> .....	23
8.11	<i>Driftcentral</i> .....	23
8.12	<i>Dokumentation</i> .....	23
8.13	<i>Elsäkerhetsansvar</i> .....	24
8.14	<i>Miljöutbildning</i> .....	24
8.15	<i>Acceptansprov</i> .....	24
8.16	<i>Projektspråk</i> .....	24

Bilaga 1 Förfrågningsformulär – anslutning av vindkraft till stamnätet

Bilaga 2 Svenska Kraftnäts krav angående tekniska data vid nätanslutningar av vindkraft

## 1 Definitioner

- > Med stamnätet avses det nationella ledningsnätet för 400 kV och 220 kV, tillhörande stationsanläggningar samt av Svenska Kraftnät förvaltade utlandsförbindelser.
- > Det företag som planerar och projekterar vindkraftsanläggningen kallas i detta dokument för Vindkraftsföretaget.
- > Då vindkraft ansluts till stamnätet etableras alltid ett nät mellan produktionsanläggningen och stamnätet. Samtliga avtal som beskrivs i detta dokument tecknas mellan Svenska Kraftnät och anslutande företag, dvs. denna nätägare. Det anslutande företaget kallas i detta dokument för Nätbolaget.

I vissa fall kan behov av nya transformeringar till stamnätet uppstå vid anslutning av vindkraftsproduktion till befintliga regionnät. Sådana fall hanteras i särskild ordning mellan Svenska Kraftnät och regionnätsföretaget.

## 2 Bedömning av vindkraftanslutning– ett sammandrag

### Anslutning av vindkraft till stamnätet

- > Generellt ansluts produktionsanläggningar till nät med lägsta möjliga (optimal) spänningsnivå.
- > Nätägarna ansvarar för beslut om lämplig anslutningspunkt samt den tekniska utformningen efter en samhällsekonomisk bedömning utifrån driftsäkerhet, nätstruktur, kostnader och miljöaspekter.
- > Nätanslutning sker i första hand till redan befintliga stationer. Om flera vindkraftsföretag planerar att ansluta större vindkraftsanläggningar till stamnätet inom samma geografiska område, ska samordning eftersträvas vad gäller anslutningspunkt.
- > Produktionsanläggningar <100 MW ansluts inte till 220 kV nätet.
- > Produktionsanläggningar <300 MW ansluts inte till 400 kV nätet.
- > Undantag från ovanstående kan bli aktuellt i enskilda fall.

### Tekniskt utförande av nätanslutning

- > Om ny inmatningspunkt till stamnätet blir aktuell, ska denna utföras som ett ställverk och inte som ett påstick.
- > Anslutning till 400 kV systemet ska normalt ske med ett dubbelbrytarställverk.
- > Till 220 kV systemet kan i de flesta fall ett enkelskeneställverk accepteras.

### Förfrågan om anslutningsmöjlighet

Då Svenska Kraftnät fått en komplett förfrågan påbörjar Svenska Kraftnät sin behandling av ärendet. Med komplett förfrågan avses:

- > Ett av Vindkraftsföretaget ifyllt formulär (företrädevis det till denna handledning bifogade formulär) för förfrågan om anslutning av vindkraftverk till stamnätet.
- > Information om områdeskoncessionärens uppfattning angående möjlighet att ansluta till dess nät.
- > Annat relevant underlag för bedömning av ansökan t.ex. kartor som visar vindkraftverkens placering i förhållande till närmaste elnät.
- > Besked om anslutningsmöjlighet och tekniskt utförande ges i normalfallet inom tolv månader från det att en komplett förfrågan erhållits.

### Ägogränser

- > Det åligger det Nätbolag som får koncession för nätet mellan vindkraftsanläggningen och stamnätet att betala, bygga och äga detta nät samt tillhörande ställverksfack och transformering. Därmed kommer ägogränsen mellan Svenska Kraftnät och Nätbolaget att gå i anslutningspunkten mellan Svenska Kraftnäts samlingsskena i ställverket och slack från Nätbolagets brytarfack. Anslutningsklämman ägs av Nätbolaget.
- > Om anslutningsledningen till stamnätet byggs och drivs på stamnätsspänning, dvs. 220 kV eller högre kan Nätbolaget under vissa förhållanden betala, bygga och äga ledningen enligt ovan. Svenska Kraftnät kommer dock inte att tillstyrka ett sådant ägande om det kan förväntas att den tillkommande ledningen så småningom blir en del av ytterligare nätutbyggnader, på så sätt att ledningen inte enbart fungerar som en inmatningsledning från en produktionsanläggning utan som en del av stamnätet.

### Anslutningsavgift

- > De kostnader som Svenska Kraftnät har för anslutning till stamnätet och för eventuella nätförstärkningsåtgärder regleras genom en anslutningsavgift som betalas av Nätbolaget till Svenska Kraftnät.
- > Vid åtgärder i, förstärkning eller utbyggnad av det maskade stamnätet (se avsnitt 5.1) äger Svenska Kraftnät rätt att ta ut kostnaden för den andel av nyttovärden som enbart tillfaller den tillkommande aktören. Om nyttan av en nätförstärkning tillfaller fler anslutande företag kan anslutningsavgiften tas ut från dessa.
- > Om introduktion av ny elproduktion föranleder förstärkning av en radiell ledning tillfaller nyttan av förstärkningen oftast enbart den tillkommande aktören som då får betala en anslutningsavgift som täcker kostnaderna för detta.

### Tidsåtgång för anslutning

Beroende på vilka typer av åtgärder som blir nödvändiga för anslutning av anläggningar till stamnätet kan genomförandetiden för dessa variera. Vindkraftsföretaget bör dock räkna med en tidsåtgång på minst 2-2,5 år till drifttagning räknat från tecknat anslutningsavtal. Blir det aktuellt att bygga ledningar som kräver koncession kan det ta betydligt längre tid.

### Reservation av ledig kapacitet

Reservation av ledig kapacitet på radiella ledningar sker enligt följande:

- > Ett ettårigt avtal kan tecknas när tillståndsansökan för projektet kungjorts av berörd länsstyrelse.
- > Avtalet kan förlängas årsvis om framsteg i att realisera projektet kan påvisas.

### Överbokning av kapacitet

- > Överbokning av kapacitet på radiella ledningar kan ske upp till en gräns där ökade kostnader för mothandel motsvarar ökade intäkter.

### Anslutning till utlandsförbindelser

Svenska Kraftnät tillåter anslutning av elproduktion till utlandsförbindelser enligt följande:

- > Mängden tillkommande installerad effekt får inte förväntas ge upphov till överlast på utlandsförbindelsen överstigande 5 procent av timmarna under en tremånadersperiod. Denna bedömning görs med hänsyn tagen till uppmätt belastning (timvärden) på ledningen ett antal år bakåt i tiden.

- > Storleken på den förväntade överlasten orsakad av den tillkommande produktionen får inte överskrida en viss definierad nivå.
- > Normala driftsäkerhetskriterier med hänsyn till systemstabilitet och termiska överlaster ska följas vid utbyggnad och drift av stamnätet.
- > Svenska Kraftnät ska inte drabbas av ökade nettokostnader enligt samma princip som för radiella ledningar.

### 3 Anslutning av ny elproduktion till stamnätet

Stamnätet fungerar huvudsakligen som ett transmissionsnät och överför stora effekter på långa avstånd. Till stamnätet ansluts de största produktionsanläggningarna samt regionnäten.

Svenska Kraftnät har systemansvaret för den svenska elförsörjningen. Detta ansvar innebär att tillse att elsystemet kortsiktigt är i balans och att dess anläggningar samverkar driftsäkert. Strukturellt kan stamnätet liknas vid motorvägar för el. Skulle alltför många nya små påfarter byggas upphör motorvägarna att vara motorvägar och effektiviteten i vägnätet försämras. På motsvarande sätt skulle stamnätets överföringskapacitet och driftsäkerhet påverkas negativt eftersom nya anslutningspunkter på stamnätet introducerar fler felkällor i systemet. Den totalekonomiskt bästa anslutningslösningen ska väljas, men eftersom störningar på stamnätet riskerar att bli mycket kostsamma för samhället bör ny produktion generellt anslutas till nät med så låg spänning som möjligt. Om små produktionsanläggningar ansluts till stamnätet riskeras dessutom att nät parallella med regionnätet etableras vilket inte är samhällsekonomiskt optimalt.

Då stora vindkraftsanläggningar ansluts till stamnätet ska detta i första hand ske till redan befintliga stationer av samma skäl som ovan. Om flera vindkraftsföretag planerar att ansluta större vindkraftsanläggningar till stamnätet inom samma geografiska område, ska samordning eftersträvas vad gäller anslutningspunkt.

Samhället blir alltmer beroende av säkra elleveranser och allvarliga störningar på stamnätet får konsekvenser inom ett stort geografiskt område med stora samhällsekonomiska kostnader som följd. För att bibehålla kraftsystemets överföringsförmåga är det viktigt att nuvarande struktur med stam-, region- och lokalnät bibehålls. Om nya transformeringspunkter på stamnätet etableras på

bekostnad av förstärkningar i regionnäten för anslutning av ny produktion kommer systemets överföringsförmåga att försämrats. Det är därför viktigt att förstärkningar i möjligaste mån istället görs i underliggande nät för att möjliggöra anslutning av ny produktion.

- > Generellt ansluts produktionsanläggningar till nät med lägsta möjliga (optimal) spänningsnivå.
- > Nätägarna lämnar besked om lämplig anslutningspunkt samt den tekniska utformningen efter en samhällsekonomisk bedömning av driftsäkerhet, nätstruktur, kostnader och miljöaspekter.
- > Nätanslutning sker i första hand till redan befintliga stationer. Om flera vindkraftsföretag planerar att ansluta större vindkraftsanläggningar till stamnätet inom samma geografiska område, ska samordning eftersträvas vad gäller anslutningspunkt.
- > Produktionsanläggningar <100 MW ansluts inte till 220 kV nätet.
- > Produktionsanläggningar <300 MW ansluts inte till 400 kV nätet.

Undantag från ovanstående kan bli aktuellt i enskilda fall.

### 3.1 Tekniskt utförande av nätanslutning till ny station

Anslutning till stamnätet bör först och främst ske till redan befintliga stationer.

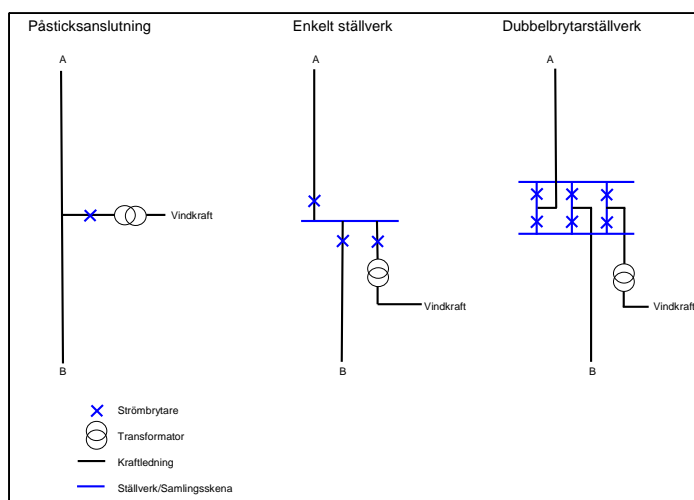
Skulle det ändå bli aktuellt att etablera en ny inmatningspunkt är det viktigt att det tekniska utförandet genomförs på ett driftsäkert sätt.

I bilden nedan illustreras schematiskt tre alternativa utföranden då en anläggning ska anslutas till en kraftledning mellan punkt A och B. Det enklaste och minst kostsamma alternativet är en s.k. påstickslösning. Denna typ av anslutning har Svenska Kraftnät i vissa fall tidigare tillåtit i 220 kV systemet. Påstickslösningar är dock förknippade med vissa nackdelar:

- > Produktionsanläggningen behöver tas ur drift då underhållsarbeten på kraftledningen A – B ska utföras.
- > Produktionsanläggningen kopplas bort vid en eventuell störning på ledningen A – B. Detta bidrar till en lägre tillgänglighet för produktionsanläggningen, men det innebär även en nackdel för kraftsystemet då elproduktion kopplas bort vid störningar.

- > Ett fel i strömbrytaren innebär att hela kraftledningen A–B måste kopplas bort med konsekvenser för övrig ansluten produktion.
- > Ledningar i det maskade 400 kV nätet behöver kunna kopplas bort för spänningsreglering. Med en påsticklösning kopplas då även produktionsanläggningen bort.

En storskalig utbyggnad av vindkraft förväntas medföra stor ökning av antalet förfrågningar om anslutning till stamnätet. Mot bakgrund av tidigare beskrivna konsekvenser för driftsäkerheten ställer sig Svenska Kraftnät negativ till anslutningar via påstick till stamnätet. Anslutningar till stamnätets kraftledningar ska istället utföras som ställverk. Till 400 kV systemet ställer Svenska Kraftnät generellt krav på dubbelbrytarställverk som ger hög driftsäkerhet. Ett dubbelbrytarställverk klarar en kortslutning i en av de två strömbrytarna tillhörande produktionsanläggningen utan konsekvenser för driften av kraftledningen. Till 220 kV systemet kan i de flesta fall ett enkelskeneställverk accepteras.



- > Om ny inmatningspunkt till stamnätet blir aktuell, ska denna utföras som ett ställverk och inte som ett påstick.
- > Anslutning till 400 kV systemet ska normalt ske med ett dubbelbrytarställverk.
- > Till 220 kV systemet kan i de flesta fall ett enkelskeneställverk accepteras.

## 4 Ansöknings- och anslutningsförfarande

### 4.1 Vad säger ellagen?

Nedan återges de delar av ellagen (1997:857) som är relevanta i detta sammanhang.

#### 3 kap §6

Den som har nätkoncession för linje<sup>1</sup> är, om det inte finns särskilda skäl, skyldig att på skäliga villkor ansluta en elektrisk anläggning till ledningen.

#### 3 kap §7

Den som har nätkoncession för område<sup>2</sup> är, om det inte finns särskilda skäl, skyldig att på skäliga villkor ansluta en elektrisk anläggning inom området till ledningsnätet.

#### 3 kap §8

Vill någon ansluta en elektrisk anläggning till en ledning som omfattas av en nätkoncession för linje i stället för till ett ledningsnät som omfattas av en nätkoncession för område, får den som har nätkoncessionen för linje göra anslutningen endast efter medgivande av den som har nätkoncession för området. Om sådant medgivande inte lämnas, får nätmyndigheten, om det finns särskilda skäl, ändå meddela tillstånd till anslutningen.

### 4.2 Förfrågan om anslutningsmöjlighet

Vindkraftsföretaget rekommenderas att på ett tidigt stadium kontakta det lokala nätbolaget som innehar områdeskoncession för att detta nätbolag ska kunna ange lämplig anslutningspunkt. Om det lokala nätbolaget inte har möjlighet att ansluta vindkraftsanläggningen till sitt nät kan Vindkraftsföretaget vända sig till den som i området innehar koncession för linje, i första hand regionnätsägare och i andra hand Svenska Kraftnät. Anledningen till detta är att det generellt är mest samhällsekonomiskt lönsamt att ansluta produktionsanläggningar till lägsta möjliga spänningsnivå, se avsnitt 3.

Vid förfrågan om anslutning till stamnätet ska Svenska Kraftnät i de flesta fall kontakta regionnätsägaren i området för att kunna göra en fullgod förstudie gällande lämplig anslutningspunkt utifrån ett samhällsekonomiskt perspektiv.

---

<sup>1</sup> Nätkoncession för linje omfattar ledning med i huvudsak bestämd sträckning.

<sup>2</sup> Nätkoncession för område omfattar ett ledningsnät inom ett visst område. I ett beslut om nätkoncession för område ska en högsta tillåtna spänning för ledningsnätet anges.

Då Svenska Kraftnät fått en komplett förfrågan påbörjar Svenska Kraftnät sin behandling av ärendet. Med komplett förfrågan avses:

- > ett av Vindkraftsföretaget ifyllt formulär (företrädevis det till denna handledning bifogade formulär) för förfrågan om anslutning av vindkraftverk till stamnätet.
- > Information om områdeskoncessionärens uppfattning angående möjlighet att ansluta till dess nät.
- > annat relevant underlag för bedömning av ansökan t.ex. kartor som visar vindkraftverkens placering i förhållande till närmaste elnät.

### 4.3 Besked om anslutningsmöjlighet

Till grund för beslut om anslutningsmöjlighet genomför Svenska Kraftnät en studie där följande aspekter behandlas:

- det tekniska utförandet av anslutningen.
- eventuella förstärkningsåtgärder som blir aktuella för att möjliggöra anslutningen.
- översiktlig tidplan för anslutningen och eventuella nödvändiga nätförstärkningar.
- eventuella ytterligare utredningar som krävs för att kunna ange detaljerade tekniska villkor för anslutningen.
- eventuell anslutningsavgift för anslutning/förstärkningsåtgärder, se avsnitt 4.6 nedan.
- > Besked om anslutningsmöjlighet och tekniskt utförande ges i normalfallet inom tolv månader från det att en komplett förfrågan erhållits.

### 4.4 Processen från besked om anslutningsmöjlighet till anslutning

- > Efter att Svenska Kraftnät lämnat besked om anslutningsmöjlighet tar Nätbolaget ställning till att gå vidare med projektet eller inte.
- > Önskar Nätbolaget gå vidare med projektet kräver Svenska Kraftnät att alla tillstånd som krävs för byggnationen är klara samt att eventuella nödvändiga koncessioner för ledningar har erhållits innan Svenska Kraftnät påbörjar en detaljerad teknisk förstudie.

- > När den tekniska förstudien är klar kan anslutningsavtal träffas mellan Svenska Kraftnät och Nätbolaget. Påskrivet anslutningsavtal är en förutsättning för att Svenska Kraftnät ska kunna ta inriktningsbeslut.
- > När inriktningsbeslut är fattat startar projektet med att genomföra erforderliga nätförstärkningar enligt överenskommen tidplan. Svenska Kraftnät kommer dock inte att kunna garantera att anslutning sker vid en bestämd tidpunkt.

#### 4.5 Ägogränser

- > Det åligger det Nätbolag som får koncession för nätet mellan vindkraftsanläggningen och stamnätet att betala, bygga och äga detta nät samt tillhörande ställverksfack och transformering. Därmed kommer ägogränsen mellan Svenska Kraftnät och Nätbolaget att gå i anslutningspunkten mellan Svenska Kraftnäts samlingssskena i ställverket och slack från Nätbolagets brytarfack. Anslutningsklämman ägs av Nätbolaget.
- > Om anslutningsledningen till stamnätet byggs och drivs på stamnätsspänning, dvs. 220 kV eller högre kan Nätbolaget under vissa förhållanden betala, bygga och äga ledningen enligt ovan. Svenska Kraftnät kommer dock inte att tillstyrka ett sådant ägande om det kan förväntas att den tillkommande ledningen så småningom blir en del av ytterligare nätutbyggnader, på så sätt att ledningen inte enbart fungerar som en inmatningsledning från en produktionsanläggning utan som en del av stamnätet.

#### 4.6 Anslutningsavgift

Om kapacitetsbrist råder i stamnätet för en planerad vindkraftsanslutning kan nätförstärkningsåtgärder i andra delar av nätet bli aktuella. Det kan exempelvis innebära etablering av en ny kraftledning, uppgradering av en befintlig kraftledning, byte av en kopplingsapparat eller en transformator.

De kostnader som Svenska Kraftnät har för anslutning till stamnätet och för eventuella nätförstärkningsåtgärder hanteras enligt nedan angivna principer:

- > De kostnader som Svenska Kraftnät har för anslutning till stamnätet och för eventuella nätförstärkningsåtgärder regleras genom en anslutningsavgift som betalas av Nätbolaget till Svenska Kraftnät. Kostnaderna faktureras löpande efter hand som de uppstår.
- > Vid åtgärder i, förstärkning eller utbyggnad av det maskade stamnätet (se avsnitt 5.1) äger Svenska Kraftnät rätt att ta ut kostnaden för den andel av nyttovärden

som enbart tillfaller den tillkommande aktören. Om nyttan av en nätförstärkning tillfaller fler anslutande företag kan anslutningsavgiften tas ut från dessa.

- > Om introduktion av ny elproduktion föranleder förstärkning av en radiell ledning tillfaller nyttan av förstärkningen oftast enbart den tillkommande aktören som då får betala en anslutningsavgift som täcker kostnaderna för detta.

Svenska Kraftnät har på regeringens uppdrag lämnat förslag till utformning av ett förändrat regelverk om ansvar för elnätsförstärkningar av nationell betydelse och nätanslutning av stora elproduktionsanläggningar i syfte att minska tröskeeffekterna för utbyggnaden av förnybar elproduktion. De produktionsanläggningar som faller inom ramen för nätanslutning enligt detta förändrade regelverk är delvis undantagna ovanstående principer gällande anslutningsavgift. Förslaget finns tillgängligt via vår hemsida [www.svk.se](http://www.svk.se).

## 4.7 Obligatoriska avtal

Följande avtal ska alltid tecknas mellan Nätbolaget och Svenska Kraftnät.

- > **Anslutningsavtal** som reglerar anslutningen av anläggningen till stamnätet. Det gäller både den tekniska utformningen av anslutningen och även storleken av en eventuell anslutningsavgift. Detta kan tecknas i ett tidigt skede då anläggningen fortfarande är under projekteringsstadiet. Dock måste alla tillstånd som krävs för byggnationen vara klara samt eventuella nödvändiga koncessioner för ledningar ha erhållits. Svenska Kraftnät tar inriktningsbeslut först när anslutningsavtalet är påskrivet.
- > **Byggavtal** som reglerar parternas ansvar under ny-, till- eller ombyggnationen samt innehåller de tekniska riktlinjer som gäller fram till och med driftfärdig anläggning. Tekniska riktlinjer ska beaktas i projektering, upphandling och genomförande. Avtalet ska tecknas före byggstart.
- > **Anläggningsavtal** som reglerar förhållandena mellan parterna under anläggningens fortsatta drift. Avtalet behandlar fasta egenskaper som anläggningen ska uppfylla och innehåller tekniska avtalsvillkor samt hänvisar till gällande tekniska riktlinjer. Avtalet ska tecknas före driftsättning.
- > **Nyttjandeavtal** som reglerar inmatnings- och uttagsabonnemangen på stamnätet och de med dessa förknippade tarifferna och betalningsvillkoren. Avtalet behandlar även informationsutbyte och mätning i enlighet med de tekniska riktlinjer som gäller för detta. Avtalet ska tecknas före inkoppling.

## 4.8 Tidplan för anslutning

Beroende på vilka typer av åtgärder som blir nödvändiga för anslutning av anläggningar till stamnätet kan genomförandetiden för dessa variera. Vindkraftsföretaget bör dock räkna med en tidsåtgång på minst 2-2,5 år till drifttagning räknat från tecknat anslutningsavtal. Blir det aktuellt att bygga ledningar som kräver koncession kan det ta betydligt längre tid.

## 4.9 Föreskrifter för produktionsanläggningar

Vindkraftsföretaget bör i ett tidigt skede ta del av Svenska Kraftnäts föreskrifter för produktionsanläggningar (SvKFS 2005:2 Driftsäkerhetsteknisk utformning av produktionsanläggningar). Föreskrifterna finns tillgängliga på Svenska Kraftnäts hemsida ([www.svk.se](http://www.svk.se)), sökväg: Tekniska krav/Föreskrifter.

I föreskrifterna ställs obligatoriska krav på teknisk dimensionering av produktionsanläggningar. Föreskrifternas syfte är att skapa nödvändiga förutsättningar för driftsäkerhet i det nationella elsystemet. Kraven avser:

- störningstålighet (3 kap.)
- spänningsreglering (4 kap.)
- effektregering (5 kap.)
- avställning och start efter yttre spänningslöshet (6 kap.)
- kommunikation och styrbarhet (7 kap.)
- verifiering och dokumentation (8 kap.)

# 5 Kapacitet på stamnätet

## 5.1 Allmänt

Stamnätet upplevs av elproducenter som ett nät med obegränsad kapacitet eftersom Svenska Kraftnät tillämpar mothandel<sup>3</sup> vid begränsningar, dvs. vid de tillfällen då stamnätets överföringsförmåga inte räcker till för att transportera el enligt våra kunders aktuella önskemål. Med mothandel menas att Svenska Kraftnät köper in el (ökar produktion) i området där det finns underskott av energi och säljer motsvarande mängd (minskar produktion) i området där det finns överskott av energi. På detta sätt reduceras det fysiska flödet på nätet utan att handeln med el påverkas. Systemet med

---

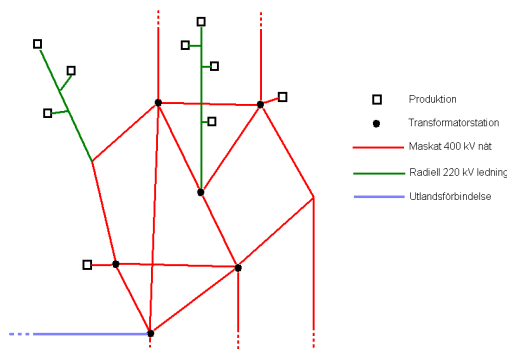
<sup>3</sup> Fr. o.m. nov 2011 införs 4st. elområden i Sverige. Vid tillfällen då flaskhalsar uppkommer i nätet kommer Sverige att delas upp i olika prisområden. Mothandel kommer då inte längre användas som åtgärd mot flaskhalsar.

mothandel skapar incitament hos Svenska Kraftnät att förstärka nätet då kostnaderna för mothandel ökar.

Stamnätet består i princip av tre typer av ledningar:

- > Ledningar i det maskade nätet
- > Radiella ledningar
- > Utlandsförbindelser

Med radiell ledning avses en enskild ledning som endast i ena änden ansluter ett maskat nät, se figur nedan.



## 5.2 Reservation av ledig kapacitet

I enlighet med avsnitt 4.6 kan det således bli aktuellt med en anslutningsavgift för förstärkningar av radiella ledningar då kapacitet saknas för anslutning av ny elproduktion. Detta kan i vissa fall innebära stora kostnader. Som en följd av detta har Svenska Kraftnät identifierat ett behov från vindkraftsföretag att i förväg kunna reservera ledig kapacitet.

Om ledig kapacitet finns i den efterfrågade anslutningspunkten på en radiell ledning finns möjlighet att teckna ett kapacitetsavtal med Svenska Kraftnät för att säkra denna. Då detta avtal tecknats kommer Svenska Kraftnät att betrakta den nu lediga kapaciteten som reserverad och meddela detta till eventuella tillkommande intressenter. För att Svenska Kraftnät ska kunna teckna ett sådant avtal kräver Svenska Kraftnät att tillståndsansökan för projektet kungjorts av berörd länsstyrelse. Avtalet kommer att skrivas för en tidsperiod på ett år med möjlighet till förlängning med ett år i taget. För att förlänga avtalet ytterligare ett år måste Vindkraftsföretaget

kunna påvisa att man under året kontinuerligt har arbetat med att realisera projektet och att påtagliga framsteg finns dokumenterade. Om dessa krav inte uppfyllts förbehåller Svenska Kraftnät sig rätten att säga upp avtalet för att inte i onödan riskera att den befintliga ledningskapaciteten blockeras för andra potentiella användare.

Svenska Kraftnät tillåter reservation av ledig kapacitet på radiella ledningar enligt följande:

- > Ett ettårigt avtal kan tecknas när tillståndsansökan för projektet kungjorts av berörd länsstyrelse.
- > Avtalet kan förlängas årsvis om framsteg i att realisera projektet kan påvisas.

### 5.3 Åtgärder för att underlätta anslutning av ny elproduktion

För att underlätta anslutning av ny elproduktion, exempelvis vindkraft, till stamnätet har Svenska Kraftnät beslutat att tillåta en viss överbokning av kapacitet på radiella ledningar och utlandsförbindelser. Om nätkapaciteten trots detta ändå inte är tillräcklig för att ansluta en anläggning hanteras det genom nätförstärkningsåtgärder enligt principer beskrivna i avsnitt 4.6.

#### 5.3.1 Överbokning av kapacitet på radiella ledningar

Med att tillåta en viss överbokning av kapacitet på radiella ledningar avses att anslutning av ny elproduktion tillåts upp till den mängd installerad effekt som inte bedöms förorsaka någon nettokostnad för Svenska Kraftnät. Det vill säga upp till den nivå där kostnaderna för den tillkommande anslutningen överstiger intäkterna via stamnätstariffen.

Överabonnemang kan i driftskedet hanteras genom att Svenska Kraftnät utövar mothandel vid tillfällen då ledningens kapacitet annars skulle överskridas. Det innebär i praktiken att Svenska Kraftnät avtalar med vattenkraftproducenter att minska sin produktion vid dessa tillfällen. Sådan lokal mothandel på radiella ledningar har ännu inte tillämpats eftersom de radiella ledningarna är anpassade efter befintlig elproduktion. Med ökad vindkraftanslutning bör detta dock bli en ekonomiskt fördelaktig lösning för Vindkraftsföretaget eftersom det medger en ökad utnyttjning av ledningen innan en förstärkning blir nödvändig. Anslutning av eventuell ytterligare elproduktion som medför ökade nettokostnader för Svenska Kraftnät måste finansieras enligt principer beskrivna i avsnitt 4.6.

Svenska Kraftnät gjorde 2007 översiktliga utredningar för sex radiella 220 kV ledningar i mellersta Norrlands fjällvärld. Information om denna utredning kan fås genom Svenska Kraftnät. En noggrann analys av tillgänglig kapacitet görs i samband med konkreta förfrågningar om anslutning.

- > Överbokning av kapacitet på radiella ledningar kan ske upp till en gräns där ökade kostnader för mothandel motsvarar ökade intäkter.

### 5.3.2 Anslutning till befintliga utlandsförbindelser

För att ny elproduktion ska kunna anslutas till en befintlig utlandsförbindelse (växelströmsförbindelse) krävs att följande fyra kriterier ska vara uppfyllda:

- > Mängden tillkommande installerad effekt får inte förväntas ge upphov till överlast på utlandsförbindelsen överstigande 5 procent av timmarna under en tremånadersperiod. Denna bedömning görs med hänsyn tagen till uppmätt belastning (timvärden) på ledningen ett antal år bakåt i tiden.
- > Storleken på den förväntade överlasten orsakad av den tillkommande produktionen får inte överskrida en viss definierad nivå.
- > Normala driftsäkerhetskriterier med hänsyn till systemstabilitet och termiska överlaster ska följas vid utbyggnad och drift av stamnätet.
- > Svenska Kraftnät ska inte drabbas av ökade nettokostnader enligt samma princip som för radiella ledningar.

Anslutning av ny elproduktion till utlandsförbindelser kommer att planeras tillsammans med systemoperatören i aktuellt grannland. Vid anslutning av ny elproduktion till utlandsförbindelserna kommer kapaciteten för handeln via Nord Pool att påverkas. Bestämning av handelskapacitet för nästkommande dygn görs av Svenska Kraftnät i samarbete med grannlandets stamnätsoperatör.

## 6 Anslutning av havsbaserad vindkraft

Anslutning av havsbaserad vindkraft till stamnätet sker på samma villkor som för landbaserad vindkraft enligt avsnitt 4.

## 7 Simuleringsmodeller

När ny elproduktion ansluts till kraftsystemet är det viktigt att representera dessa anläggningar på ett korrekt sätt i Svenska Kraftnäts simuleringsverktyg. Svenska Kraftnät använder verktyget PSS/E för nätanalyser. Nätet är i princip komplett representerat ned till spänningsnivån 70 kV.

Före drifttagning av anläggningen ska anläggningsägaren eller Nätbolaget förse Svenska Kraftnät med nätdata i PSS/E-format, både för dynamiska och stationära förhållanden. En detaljerad beskrivning av dessa krav (bilaga 2) kan hämtas via vår hemsida [www.svk.se](http://www.svk.se).

Involverade nätägare får tillgång till nätdata vilket regleras genom konfidentialitetsavtal.

## 8 Viktig information inför genomförande av anslutning

Som framgår av avsnitt 4.7 kommer Svenska Kraftnät att teckna ett anslutningsavtal med Nätbolaget. I avtalet regleras tekniska krav för anslutning till stamnätet. Avtalet hänvisar även till våra tekniska avtalsvillkor och tekniska riktlinjer (TR). De tekniska riktlinjerna finns att hämta via vår hemsida [www.svk.se](http://www.svk.se) sökväg Tekniska krav/Tekniska riktlinjer.

Svenska Kraftnät rekommenderar att på tidigt stadium ta del av våra tekniska riktlinjer. Nedan följer ett utdrag ur dessa som är viktiga att känna till. Ställverket i anslutningspunkten till stamnätet benämns "Anläggningen". Nedanstående krav (8.1 - 8.16) på specifika apparater i Anläggningen avser de på stamnätsspänningsnivån.

### 8.1 Allmänt om Anläggningen

Anläggningen får inte förläggas direkt under Svenska Kraftnäts kraftledning. Om optisk fiber (OPGW) eller topplina ska installeras och befintlig kraftledning inte är konstruerad med topplinor ska konsekvenserna av sådan installation utredas för att kontrollera vilka åtgärder samt kostnader som fodras för att uppfylla giltig standard. Beräkningskontrollerna ska utföras i samråd med Svenska Kraftnät av konsult med kraftledningskompetens. Konsulten ska godkännas av Svenska Kraftnät och bekostas av Nätbolaget.

### 8.2 Krav på inställetid

Huvudmannen för Anläggningen ansvarar för att underhållsentreprenörer vid behov snabbt ska kunna ta sig fram till Anläggningen. Detta innebär exempelvis att vägar fram till Anläggningen behöver snöröjas vintertid (farbar personbilsväg ända fram till Anläggningen).

### 8.3 Stängsel

Anläggningens områdesstängsel ska utföras i enlighet med TR 9-05. Byggnad vid Anläggningen får ej vara del av stängsel på grund av risk för överklättring. Krav på extra höga staket och apparatstativ kan förekomma på platser där stora snömängder kan förväntas.

### 8.4 Ställverksapparater utomhus

Utomhusapparater såsom brytare, frånskiljare, mättransformatorer, ventilavledare etc. ska uppfylla krav enligt TR1. Om Anläggningen är lokaliserad norr om Dalälven ska dimensionerande omgivningstemperatur vara – 50 °C, annars – 40 °C. Apparater med fast isolation eller vätskeisolation ska vid utomhusanvändning alltid dimensioneras för – 50 °C. Eventuella frånskiljande brytare förbereds för frånsläckning med AMS-teknik.

### 8.5 Jordning

Jordning av Anläggningen ska utföras i enlighet med TR1-01. Anvisningar för mätning av jordtagsresistans i högspänningsanläggningar finns i VAST-Vattenfalls rapport ”Jordning av stationer och ställverk”. Jordtagsmätning på ny anläggning ska ske via starkströmsmetoden.

Transformatorer i Anläggningen ska ha direktjordad nollpunkt. Om frånskiljande brytare används i Anläggningen ska en avståndsmanövrerad jordare (manövrerad från driftcentral eller kontrollrum) anslutas mellan den frånskiljande brytaren och krafttransformatorn för produktionsanläggningen.

### 8.6 Reläskyddsutrustning

Reläskyddsutrustningen i Anläggningen ska utformas enligt Svenska Kraftnäts tekniska riktlinjer TR2. Anläggningen ska förutom detta, även utrustas med reläskyddsutrustning som kopplar bort produktionsanläggningen från stamnätet om onormal spänning eller frekvens uppstår i systemet. Produktionsanläggningen ska dock enligt föreskriften SvKFS 2005:2 klara vissa typer av störningar samt spännings- och frekvensvariationer utan att kopplas bort från anslutande nät, se avsnitt 4.9. Reläskyddsutrustningen ska bestå av under- och överfrekvensskydd samt under- och överspänningskydd utformade som två helt redundanta system oberoende av varandra (subuppdelade).

Plats ska lämnas i kontrollbyggnad för Svenska Kraftnäts utrustning.

## 8.7 Mätvärden och indikeringar

Svenska Kraftnäts kontrollrum ska ha tillgång till följande signaler:

Mätvärden:

- > Utmatad aktiv effekt
- > Utmatad reaktiv effekt
- > Spänning på anslutningspunkten
- > Vindstyrka (\*)
- > Vindriktning (\*)
- > Temperatur
- > Infasad märkeffekt (antalet generatorer som är infasade)
- > Eventuell spänningsreglerande utrustning

Indikeringar:

- > Brytare, jordningskopplare och frånskiljarindikeringar i anslutningspunkten.
- > Brytare och frånskiljarindikeringar från transformatorns sekundärsida.
- > Om stationen är ansluten till stamnätet ska felsignaler enligt TR2 överföras.

(\*) Gäller endast vid anslutning av vindkraft

## 8.8 RTU

Anläggningen ska utrustas med RTU för kommunikation.

## 8.9 Energimätning

Energimätutrustning ska anslutas till magnetisk spänningstransformator. Kapacitiv spänningstransformator används enbart om bärfrekvens (BF) utnyttjas som kommunikationsmedia till stationen.

## 8.10 Hjälpkraftssystem

Anläggningens hjälpkraftssystem ska utföras i enlighet med Svenska Kraftnäts tekniska riktlinjer TR2. Högspänningsställverket, kontrollrummet och linjefacket samt tillhörande kontrollutrustning i stationen ska matas av subuppdelade batterier (sub1 och sub2, vardera med 12 timmars kapacitet) i separat batterirum. Redundant

uppbyggnad av kontrollutrustningen (sub uppdelning) ska sedan utformas för Anläggningens funktionalitet.

### **8.11 Driftcentral**

Anläggningen ska ha en bemannad (24 timmar per dygn, 7 dagar i veckan) driftcentral samt en organisation som kan utföra driftövervakning.

### **8.12 Dokumentation**

Anläggningsdokumentation ska utföras enligt TR8.

### **8.13 Elsäkerhetsansvar**

Ägare av Anläggningen ska ha kännedom om gällande elsäkerhetskrav. Kraftindustrin har exempelvis givit ut Elsäkerhetsanvisningar (ESA). Dessa är gemensamma anvisningar som täcker sådana anläggningar som är vanliga inom branschen. Ägare av Anläggningen samt anläggningspersonal vid byggandet ska genomgå Svenska Kraftnäts ESA-utbildning.

### **8.14 Miljöutbildning**

Ägare av Anläggningen samt anläggningspersonal vid byggandet ska genomgå Svenska Kraftnäts miljöutbildning.

### **8.15 Acceptansprov**

Svenska Kraftnät ska medverka vid FAT och SAT prov och då även vid prov av ej egen utrustning.

### **8.16 Projektspråk**

Projektspråk inklusive korrespondensspråk ska vara svenska. Ägare av Anläggningen ombesörjer eventuell språktolkning eller anlitar svensktalande part i projektet.