

Ärende nr: Svk 2022/2045

Datum: 2022-11-23

---

# Mål för driftsäkerhet

Redovisning av regeringsuppdrag

---

# Svenska kraftnät

---

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

**Version** Ange version  
Org. Nr 202 100-4284

Svenska kraftnät  
Box 1200  
172 24 Sundbyberg  
Sturegatan 1

Tel: 010-475 80 00  
Fax: 010-475 89 50  
[www.svk.se](http://www.svk.se)

# Sammanfattning

I juli 2009 infördes en ny paragraf i 8 kapitlet ellagen (1997:857) som fastställde att Svenska kraftnät ska utarbeta mål för driftsäkerhet på stamnätet i Sverige samt på utlandsförbindelserna. Kravet infördes som en följd av implementeringen av elförsörjningsdirektivet. Elförsörjningsdirektivet upphörde dock att gälla år 2019 och har ersatts med andra rättsakter som t.ex. Kommissionens förordning (EU) 2017/1484 om fastställande av riktlinjer för driften av överföringssystem (SO) och Kommissionens förordning (EU) 2017/2196 av den 24 november 2017 om fastställande av nätföreskrifter för nödsituationer och återuppbyggnad avseende elektricitet (ER).

Svenska kraftnät anser att regleringen om fastställande av mål för driftsäkerheten utifrån 8 kap. 3b§ ellagen inte längre är ändamålsenlig och bör tas bort. Om reglering om driftsäkerhet behövs på nationell nivå bör detta i så fall tas fram som ett komplement till SO och ER. Till följd av detta anser Svenska kraftnät att de mål för driftsäkerhet som beslutades av regeringen 2009 bör upphävas.

Tillräcklighet och driftsäkerhet är tätt sammankopplade och är ömsesidigt beroende av varandra. Förändringar i tillräcklighet påverkar på olika sätt i vilken omfattning Svenska kraftnät behöver vidta åtgärder för att hålla överföringssystemet inom uppsatta driftsäkerhetsgränser. Förändringar i tillräcklighet påverkar också förutsättningarna för att få tillgång till nödvändiga stödtjänster och avhjälpan åtgärder.

Förändringarna i tillräcklighet får inte leda till oacceptabel påverkan på driftsäkerheten. De åtgärder som Svenska kraftnät i driftskedet behöver vidta för att upprätthålla driftsäkerheten bör samtidigt inte leda till oönskade begränsningar i överföringskapaciteten. För att uppnå detta behövs både kort- och långsiktigt arbete. Bland annat behövs ökad planerbar produktion med rätt egenskaper och fördelaktig geografisk placering, fler helt integrerade nätkomponenter, ökad kapacitet i överföringssystemet samt ökad efterfrågeflexibilitet.

I och med energiomställningen förändras kraftsystemet i grunden. Att möta samhällets behov av ökad elanvändning ställer stora krav på tillräckligheten i såväl produktionskapacitet som överföringskapacitet. Arbetet med att säkerställa tillräckligheten måste gå hand i hand med utvecklingen av ett robust och driftsäkert överföringssystem för att på lång sikt uppnå en god leveranssäkerhet.

# Innehåll

Sammanfattning .....	3
<b>1 Inledning och uppdraget .....</b>	<b>5</b>
1.1 Bakgrund .....	5
1.2 Uppdraget.....	5
1.3 Avgränsning .....	5
1.4 Definitioner .....	6
<b>2 Driftsäkerhet.....</b>	<b>9</b>
2.1 Fastställda mål för driftsäkerhet enligt ellagen .....	9
2.2 Mål för driftsäkerhet från 2009 .....	11
2.3 Driftsäkerhetsgränser regleras i SO .....	12
2.3.1 Gränser för driftsäkerhet .....	13
2.3.2 (N-1)-kriteriet .....	13
2.3.3 Stödtjänster och avhjälpande åtgärder .....	14
2.3.4 Mål för driftsäkerhet och deras motsvarigheter i SO och ER.....	15
2.3.5 Ytterligare krav för att upprätthålla driftsäkerhet .....	16
2.4 Ett elsystem i förändring .....	17
2.5 Slutsatser och rekommendationer .....	18
<b>3 Tillräcklighet och driftsäkerhet.....</b>	<b>19</b>
3.1 Begreppet tillräcklighet.....	19
3.2 Förändringar i tillräcklighet .....	21
3.3 Samband mellan tillräcklighet och driftsäkerhet .....	22
3.4 Slutsatser .....	30

# 1 Inledning och uppdraget

I kapitlet beskrivs hur kravet på de mål för driftsäkerhet som Svenska kraftnät ska se över har uppkommit och det uppdrag som regeringen har gett Svenska kraftnät. Här finns också en tabell med definitioner.

## 1.1 Bakgrund

I juli 2009 infördes en ny paragraf i 8 kapitlet ellagen (1997:857) som fastställde att den systemansvariga myndigheten ska utarbeta mål för driftsäkerhet på stamnätet i Sverige samt på utlandsförbindelserna.

Paragrafen infördes som en följd av genomförandet av Europaparlamentets och rådets direktiv 2005/89/EG om åtgärder för att trygga elförsörjning och infrastrukturinvesteringar (elförsörjningsdirektivet). Syftet med direktivet, som inte längre är gällande, var att trygga elförsörjningen på den inre marknaden för el, garantera en tillräcklig nivå av produktionskapacitet, en tillräcklig balans mellan utbud och efterfrågan samt en lämplig nivå av överföringsförmåga.

I september 2009 skickade Svenska kraftnät in rapporten Mål för driftsäkerhet (Svk dnr 2009/1058) i enlighet med den nya paragrafen i 8 kapitlet ellagen. Rapporten föreslog mål inom följande områden: förmåga att motstå och hantera fel, spänningskvalitet, frekvenskvalitet och avhjälpning av fel. Målen godkändes av regeringen den 24 september 2009 (ärende nr N2009/6944/E) och har därefter inte uppdaterats.

## 1.2 Uppdraget

Svenska kraftnät har i 2022 års regleringsbrev fått i uppdrag att se över målen och vid behov föreslå uppdaterade mål.<sup>1</sup> Dessutom ska Svenska kraftnät redovisa hur förändringar i tillräcklighet på olika sätt kan påverka möjligheten att nå uppsatta driftsäkerhetsmål. Uppdraget ska redovisas till Regeringskansliet (Infrastrukturdepartementet) senast den 30 november 2022.

## 1.3 Avgränsning

Kapitel 2 i denna rapport fokuserar på mål för driftsäkerhet och de driftsäkerhetsgränser som Svenska kraftnät måste hantera för att kunna upprätthålla god driftsäkerhet i överföringssystemet, d.v.s. på

---

<sup>1</sup> Regleringsbrev för budgetåret 2022 avseende Affärsverket svenska kraftnät

transmissionsnätet och på de utlandsförbindelser som är anslutna till transmissionsnätet. De förutsättningar som behövs för att upprätthålla de uppsatta målen och driftsäkerhetsgränserna, t.ex. anslutningskrav, elkvalitetskrav eller anskaffning av stödtjänster, behandlas inte.

Kapitel 3 fokuserar på hur förändringar i tillräcklighet kan påverka Svenska kraftnäts möjlighet att nå uppsatta driftsäkerhetsmål. Roller och ansvar för elsystemets olika aktörer gällande förändringar i tillräcklighet behandlas inte.

## 1.4 Definitioner

Avhjälpan åtgärd	Alla åtgärder som manuellt eller automatiskt tillämpas av en eller flera systemansvariga för överföringssystem i syfte att upprätthålla driftsäkerhet. (Kommissionens förordning (EU) 2015/1222 av den 24 juli 2015 om fastställande av riktlinjer för kapacitetstilldelning och hantering av överbelastning)
Betydande nätanvändare	Definieras i enlighet med tillämpningsområdet för artikel 2 i Kommissionens förordning (EU) 2017/1484 om fastställande av riktlinjer för driften av överföringssystem (SO).
Driftsäkerhet	Enligt rapporten Mål för driftsäkerhet är det ett mått på elsystemets säkerhet och förmåga att uthärda plötsliga påfrestningar. Det omfattar förmågan att hantera och motstå fel, tillgång till reserver och förutsättningar för återuppbyggnad. Dessutom ingår spännings- och frekvenskvalitet i den utsträckning det har betydelse för en säker drift av elsystemet.  Enligt SO är det överföringssystemets förmåga att bibehålla ett normaldrifttillstånd eller återvända till ett normaldrifttillstånd så snart som möjligt; denna definieras genom gränser för driftsäkerhet (artikel 3.2.1 SO).
Elsystem/kraftsystem	Med elsystemet avses samtliga sammankopplade produktionsanläggningar, ledningar och stationer för överföring och distribution såväl som energilagransanläggningar och elanvändare. Elsystemet kallas ibland också för kraftsystemet.
ENTSO-E	Det europeiska samarbetet mellan systemansvariga för el, European association for the cooperation of transmission system operators (TSOs) for electricity
ER	Kommissionens förordning (EU) 2017/2196 av den 24 november 2017 om fastställande av nätföreskrifter för nödsituationer och återuppbyggnad avseende elektricitet

Kontrollområde	Är en sammanhängande del av det sammanlänkade systemet, som drivs av en enda systemansvarig och som ska inkludera sammankopplade fysiska belastningar och/eller eventuella förbrukningsenheter (Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2019/943 av den 5 juni 2019 om den inre marknaden för el, nedan kallad elmarknadsförordningen)
(N-1) kriterium	Den regel enligt vilken de element inom ett kontrollområde som förblir i drift efter en oförutsedd händelse klarar av det nya driftförhållandet utan att överträda gränserna för driftsäkerhet (artikel 3.2.14 SO).
(N-1)- situation	Den situation i överföringssystemet som uppstår när en oförutsedd händelse från förteckningen över oförutsedda händelser inträffat (artikel 3.2.15 SO).
N-situation	En situation där inget överföringselement är 'icke tillgängligt' på grund av en oförutsedd händelse (artikel 3.2.3 SO).
Oförutsedd händelse	En störning som kan leda till att överföringssystemet avviker från normaldrifttillståndet.
SO	Kommissionens förordning (EU) 2017/1484 om fastställande av riktlinjer för driften av överföringssystem.
Stamnät	Tidigare benämning av transmissionsnät. I rapporten Mål för driftsäkerhet definieras stamnätet enligt följande: med stamnätet avses det svenska transmissionssystemet för el som drivs med en spänning inom intervallet 220 – 400 kV. Ur driftsäkerhetsynpunkt görs ingen skillnad, vare sig i planerings-, eller driftskedet, mellan stamnät och anslutna utlandsförbindelser, varför dessa i den fortsatta texten anses ingå i stamnätet.
Stödtjänst	En tjänst som behövs för driften av ett nätföretags elnät med undantag för hantering av överbelastning (1 kap. 4 § ellagen).
Störd drift	Ett tidigare systemdrifttillstånd definierat i Nordic grid code som innebar att gränserna för överföring överstigits och/eller att det inte fanns tillräckliga reserver. Begreppet förekommer inte i gällande EU-regelverk.
Systemansvarig för överföringssystem	Begreppet avser i denna rapport en fysisk eller juridisk person som ansvarar för drift och underhåll och vid behov utbyggnad av överföringssystemet inom ett visst område samt, i tillämpliga fall, dess sammanlänkningar till andra system med syfte att säkerställa att systemet på lång sikt kan uppfylla rimliga krav på överföring av el. (Europaparlamentets och

	<p>rådets direktiv 2019/944 av den 5 juni 2019 om gemensamma regler för den inre marknaden för el och om ändring av direktiv 2012/27/EU). Begreppet har inte införlivats i ellagen och i ellagen används begreppet överföring för såväl transmission som distribution.</p>
Transmissionsnät	<p>Är ett tekniskt och driftsmässigt sammanhängande ledningsnät som har en spänning om 220 kilovolt eller mer, och som sträcker sig över flera nätregioner i Sverige och länkar samman det nationella elnätet med elnät i andra länder (1. kap. 4 § ellagen). Transmissionsnät är motsvarigheten till begreppet överföringssystem i EU-regelverken.</p>
Transmissionsnätsföretag	<p>Ett nätföretag som innehar en ledning som ingår i ett transmissionsnät (1. kap. 4 § ellagen). Motsvarar systemansvarig för överföringssystem i EU-regelverken.</p>
Överföringssystem	<p>Begreppet överföringssystem används i denna rapport såsom det definieras i EU-regelverken och motsvarar det svenska begreppet transmissionsnät. Överföring definieras i EU-regelverken som transport av el i sammanlänkade system med högspänningsnät samt nät med extra hög spänning för tillhandahållande till slutkunder eller distributörer, men inte leverans (Europaparlamentets och rådets direktiv 2019/944 av den 5 juni 2019 om gemensamma regler för den inre marknaden för el och om ändring av direktiv 2012/27/EU). Begreppet överföring används i ellagen för såväl transmission som distribution.</p>



## 2 Driftsäkerhet

I kapitlet beskrivs målen för driftsäkerhet som fastställdes år 2009 och bakgrunden till dem. I kapitlet redogörs också för hur driftsäkerhet regleras i EU-regelverken och hur hanteringen av driftsäkerhet behöver utvecklas i takt med den snabba och omfattande förändring som elsystemet genomgår.

### 2.1 Fastställda mål för driftsäkerhet enligt ellagen

I juli 2009 infördes en ny paragraf i 8:e kapitlet ellagen. Den nuvarande ordalydelsen av paragrafen fastställer att den *”systemansvariga myndigheten ska fastställa mål för driftsäkerhet under förutsebara förhållanden på transmissionsnätet i Sverige och på de utlandsförbindelser som är anslutna till ett sådant transmissionsnät. Målen ska vara objektiva, öppna och icke-diskriminerande. De ska underställas regeringen för godkännande.”* Paragrafen infördes som en följd av genomförandet av elförsörjningsdirektivet vilket trädde i kraft 2006 och fastställde bland annat att *”Medlemsstaterna eller de behöriga myndigheterna skall se till att de systemansvariga för överföringssystemen och, i tillämpliga fall, de systemansvariga för distributionssystemen fastställer och uppfyller mål för leveranskvalitet och nätssäkerhetsprestanda”*.

I propositionen *”Genomförande av elförsörjningsdirektivet 2008/09:142”* (prop. 2008/09:142) som låg till grund för införandet av paragrafen redogjordes för hur begreppen *leveranskvalitet* och *nätssäkerhetsprestanda* skulle tolkas. Eftersom begreppet leveranskvalitet inte definierades i direktivet gjorde regeringen bedömningen att det borde syfta på förändringar i spänning och frekvens som inte orsakar strömavbrott, men som ändå orsakar störningar och skador på elektriska anläggningar, elektrisk materiel och elektriska installationer som är anslutna till elnätet.<sup>2</sup> Begreppet nätssäkerhetsprestanda var inte heller definierat i direktivet, men bedömdes av regeringen avse den prestanda som elnätet skulle uppfylla för att uppnå ett visst mått av nätssäkerhet.<sup>3</sup> Nätssäkerhet definierades däremot i artikel 2c i direktivet som oavbruten drift av överföringssystemet under förutsebara förhållanden. Av prop. 2008/09:142 framgick det att oavbruten drift *under förutsebara förhållanden* enligt regeringen därför inte enbart borde innebära drift vid normala förhållanden utan också vid extraordinära förhållanden som

---

<sup>2</sup> Prop. 2008/09:142 sid.19

<sup>3</sup> Ibid

exempelvis extremväder. Begreppet driftsäkerhet skulle därmed användas som ett samlat begrepp för leverans kvalitet och nätssäkerhetsprestanda.<sup>4</sup>

I prop. 2008/09:142 angavs i korthet även karaktären av de mål för driftsäkerhet som Svenska kraftnät i egenskap av systemansvarig myndighet skulle fastställa, enligt följande:

- Minimera avbrott: Målet är att avbrott eller störningar aldrig ska äga rum. Eftersom detta inte kan uppnås fullt ut inom ramen för rimliga kostnader blir strävan att minimera avbrott och störningar så långt som möjligt.
- Kunna avhjälpa avbrott och störningar: Målen kommer att ange att de avbrott och störningar som trots allt kommer att inträffa ska kunna avhjälpas så snabbt som möjligt.
- Dra lärdom av inträffade avbrott och störningar: Målen ska ange att inträffade avbrott och störningar ska utredas och att lärdomar ska tillvaratas så att rutiner och avhjälpande åtgärder kan förbättras.<sup>5,6</sup>

År 2019 ersattes elförsörjningsdirektivet av Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2019/941 om riskberedskap inom elsektorn och om upphävande av direktiv 2005/89/EG (riskberedskapsförordningen). Av skäl fyra i riskberedskapsförordningen framgår att bestämmelserna i elförsörjningsdirektivet till stor del har ersatts genom senare rättsakter, särskilt när det gäller hur elmarknaden ska vara organiserad för att säkerställa att tillräcklig kapacitet finns tillgänglig, hur systemansvariga för överföringssystem ska samarbeta för att garantera systemstabilitet, och när det gäller att lämplig infrastruktur finns på plats. Vidare framgår av skäl fem i riskberedskapsförordningen att Kommissionens förordning (EU) 2017/1484 om fastställande av riktlinjer för driften av överföringssystem (SO) och Kommissionens förordning 2017/2196 om fastställande av nätföreskrifter för nödsituationer och återuppbyggnad avseende elektricitet (ER) fastställer en detaljerad uppsättning regler som styr hur systemansvariga för överföringssystem och andra relevanta intressenter bör agera och samarbeta för att säkerställa systemsäkerhet. Bestämmelsen i elförsörjningsdirektivet om att systemansvariga för överföringssystem ska fastställa mål för driftsäkerhet har därmed upphört att gälla.

---

<sup>4</sup> Prop. 2008/09:142 sid.19

<sup>5</sup> I punkterna avser termen avbrott till slutkund det vill säga "icke levererad energi"

<sup>6</sup> Prop. 2008/09:142 sid.19-20

## 2.2 Mål för driftsäkerhet från 2009

Svenska kraftnät fick som följd av den nya paragrafen i ellagen i uppdrag att formulera mål för driftsäkerhet. Detta arbete redovisades i rapporten "Mål för driftsäkerhet". Målen godkändes av regeringen i september 2009.

I rapporten Mål för driftsäkerhet definierades driftsäkerhet enligt följande: ett mått på elsystemets säkerhet och förmåga att uthärda plötsliga påfrestningar. Det omfattar även förmågan att hantera och motstå fel, tillgång till reserver och förutsättningar för återuppbyggnad. Dessutom ingår spännings- och frekvenskvalitet i den utsträckning det har betydelse för en säker drift av elsystemet.

Målen är följande:

- **Mål gällande förmåga att motstå och hantera fel**  
Fel på nivån (n-1) i det maskade stamnätet ska inte ge upphov till avbrott i elleveranser.<sup>7</sup> Flera fel som inträffar inom 15 minuter ligger utanför (n-1) nivån.
- **Mål gällande spänningskvalitet**  
Spänningen ska i alla stationer hållas enligt definitionen i driftinstruktionerna under normaldrift. Vid störd drift kan spänningen kortvarigt variera kraftigt men ska aldrig underskrida 355 kV i 400 kV systemet.
- **Mål gällande frekvenskvalitet**  
Frekvensen ska hållas nära 50 Hz men tillåts variera i intervallet 49,9–50,1 Hz.
- **Mål gällande avhjälpning av fel**  
Efter ett inträffat fel ska Svenska kraftnät omedelbart agera för att påbörja återuppbyggnaden av systemdriften. Kompetens, hjälpmedel och andra förutsättningar för detta ska alltid finnas tillgängligt.

Konsekvenserna av ett fel på nivån (n-1) ska vara avhjälpna inom 15 minuter och elsystemet ska därefter vara förberett för att kunna hantera ett eventuellt nytt fel.

Vid skador på stamnätsanläggningar ska förutsättningar finnas för att nödvändiga reparationsinsatser ska kunna initieras utan dröjsmål.

---

<sup>7</sup> Att stamnätet är maskat betyder vilket betyder att det finns mer än en förbindelseväg mellan olika delar

Ett fel ska alltid dokumenteras och analyseras. Erfarenheter och lärdomar ska återföras till organisationen och eventuella brister ska korrigeras.

Vidare framgår av rapporten Mål för driftsäkerhet att det finns mindre delar av stamnätet där kriteriet n-1 inte går att tillämpa. Det gäller exempelvis de delar som försörjs via en radiell ledning. Under prognostiserade extrema väderförhållanden som hård vind och saltstormar ökas beredskapen för fler samtidigt fel. Beredskapshöjningen sker då genom att ansträngda delar av stamnätet avlastas så att flera samtidigt fel kan klaras av.

## 2.3 Driftsäkerhetsgränser regleras i SO

I SO definieras systemdrifttillstånden som beskriver överföringssystemets status utifrån ett driftsäkerhetsperspektiv. Fem tillstånd finns definierade: normaldrifttillstånd, skärpt drifttillstånd, nöddrifttillstånd, nätsammanbrott och återuppbyggnadstillstånd, se figur 1. Systemdrifttillstånden bestäms av frekvens, spänning, effektflöden samt tillgängliga aktiva och reaktiva reserver.

Hantering av normaldrifttillstånd, samt skärpt drifttillstånd regleras i huvudsak i SO, medan hanteringen av nöddrifttillstånd, nätsammanbrott och återuppbyggnadstillstånd regleras i ER. SO ställer i sin tur krav på att ta fram gemensamma metoder, till exempel för samordning av driftsäkerhetsanalys, som ska prövas antingen av Energimarknadsinspektionen eller av byrån för samarbete mellan EU:s tillsynsmyndigheter inom energiområdet (European Union Agency for the Cooperation of the Energy Regulators, ACER).



Figur 1. Schematisk bild över systemdrifttillstånden, fullständig definition finns i SO.

### 2.3.1 Gränser för driftsäkerhet

Begreppet driftsäkerhet finns definierat i SO och innebär överföringssystemets förmåga att bibehålla normaldrifttillståndet eller återvända till normaldrifttillståndet så snart som möjligt. Att bibehålla normaldrifttillståndet innebär att överföringssystemet befinner sig innanför driftsäkerhetsgränserna i N-situationen, d.v.s. i den situation där inget överföringselement är otillgängligt på grund av en oförutsedd händelse, och att det klarar av en störning utan att gränserna för driftsäkerhet överträds med hänsyn taget till tillgängliga stödtjänster och avhjälpande åtgärder.

De systemansvariga för överföringssystemen ska fastställa gränserna för driftsäkerhet genom att åtminstone ta hänsyn till de i SO angivna, eller av systemansvariga för överföringssystem fastställda, gränserna för spänning, kortslutningsström och termisk belastningsförmåga samt tidsbegränsad tillåten överlast. Skrivningen *åtminstone* öppnar upp för att den som är systemansvarig för överföringssystem kan ta hänsyn till ytterligare parametrar utöver de som SO innehåller. I SO finns också definierade parametrar för frekvenskvalitet som innefattar ett standardiserat frekvensområde samt maximal stationär och momentan frekvensavvikelse. Den dynamiska stabiliteten ska också övervakas och bedömas, minst en gång per år, för att identifiera stabilitetsgränser samt möjliga stabilitetsproblem i överföringssystemet.

### 2.3.2 (N-1)-kriteriet

Skulle en störning inträffa ska den som är systemansvariga för överföringssystem hantera den för att så snart som möjligt uppfylla (N-1)-

kriteriet igen.<sup>8</sup> (N-1)-kriteriet innebär att klara av en störning, eller en så kallad oförutsedd händelse, utan att gränserna för driftsäkerhet överträds. Det är den dominerande driftsäkerhetsprincipen för planering och drift av överföringssystemen i Sverige och i resten av Europa. Eftersom det inte är säkert att det alltid är det mest tekniskt och ekonomiskt effektiva att alltid säkerställa att inga driftsäkerhetsgränser överträds efter en oförutsedd händelse öppnar SO för att en systemansvarig för överföringssystem inte är skyldig att uppfylla (N-1)-kriteriet, om medlemsstaten inte beslutar annat, så länge det endast uppstår lokala konsekvenser inom det aktuella kontrollområdet, d.v.s. utan risk för att felet sprider sig till andra överföringssystem. Ett exempel på en störning där (N-1)-kriteriet inte kan tillämpas är bortfall av en radiell ledning vilket endast får lokala konsekvenser.

I grunden är (N-1)-kriteriet en deterministisk princip genom att en (1) oförutsedd händelse ska klaras av oavsett sannolikheten för eller konsekvensen av den aktuella händelsen. Enligt SO ska varje systemansvarig för överföringssystem ta fram en förteckning över oförutsedda händelser. Förteckningen ska användas för att analysera driftsäkerheten i det egna kontrollområdet. Den metod som finns fastställd för hur förteckningen ska tas fram har inslag av sannolikhetsbaserad hantering. Fel på två komponenter med samma felorsak, så kallade exceptionella händelser, ska inkluderas i förteckningen om sannolikheten bedöms permanent eller tillfälligt förhöjd enligt uppsatta kriterier, exempelvis i samband med brand i närheten av två parallella ledningar. När de exceptionella händelserna inkluderas i förteckningen ska dock kostnaden för de avhjälpande åtgärder som krävs för att hantera händelserna sättas i relation till risken i enlighet med nationell lagstiftning eller interna regler. SO ställer även krav på att systemansvariga för överföringssystem utvecklar en sannolikhetsbaserad (s.k. probabilistisk) hantering av oförutsedda händelser. Det här ska vara klart senast den 31 december 2027.

### **2.3.3 Stödtjänster och avhjälpande åtgärder**

För driften av överföringssystemet behövs stödtjänster t.ex. för balansering. I de fall stödtjänsterna inte räcker utan det finns risk för överträdelser av driftsäkerhetsgränser ska dessa hanteras genom avhjälpande åtgärder samt åtgärder i systemskyddsplanen eller återuppbyggnadsplanen. Den

---

<sup>8</sup> I Mål för driftsäkerhet från 2009 anges (N-1) med gement n. I den här rapporten skrivs (N-1) med versalt N som i SO, såvida texten inte är direkt tagen från Mål för driftsäkerhet.

systemansvariga för överföringssystem ska varje år utvärdera lämpligheten i de avhjälpande åtgärder som använts och genomföra förbättringar.

### 2.3.4 Mål för driftsäkerhet och deras motsvarigheter i SO och ER

Mål för driftsäkerhet från 2009 regleras i SO och ER och tabell 1 ger en översikt över vilka artiklar dessa mål motsvarar. Vissa av målen regleras ytterligare i avtal med externa parter eller i interna styrande dokument som driftinstruktioner.

**Tabell 1.** Kartläggning av mål för driftsäkerhet från 2009 mot artiklar SO och ER

Kategori	Mål från 2009	Artikel i SO, ER
Mål gällande förmåga att motstå och hantera fel	Fel på nivån (n-1) i det maskade stamnätet ska inte ge upphov till avbrott i elleveranser. Flera fel som inträffar inom 15 minuter ligger utanför (n-1) nivån.	Art 18, 33-35 SO
Mål gällande spänningskvalitet	Spänningen ska i alla stationer hållas enligt definitionen i driftinstruktionerna under normaldrift. Vid störd drift kan spänningen kortvarigt variera kraftigt men ska aldrig underskrida 355 kV i 400 kV systemet.	Art 27-29, 38-39 SO
Mål gällande frekvenskvalitet	Frekvensen ska hållas nära 50 Hz men tillåts variera i intervallet 49,9–50,1 Hz.	Art 127 SO
Mål gällande avhjälpning av fel	Efter ett inträffat fel ska Svenska kraftnät omedelbart agera för att påbörja återuppbyggnaden av systemdriften. Kompetens, hjälpmedel och andra förutsättningar för detta ska alltid finnas tillgängligt. Konsekvenserna av ett fel på nivån (n-1) ska vara avhjälpna inom 15 minuter och elsystemet ska därefter vara förberett för att hantera ett eventuellt nytt fel. Vid skador på stamnätsanläggningar ska förutsättningar finnas för att nödvändiga reparationsinsatser ska kunna initieras utan dröjsmål. Ett fel ska alltid dokumenteras och analyseras. Erfarenheter och lärdomar ska återföras till organisationen och eventuella brister ska korrigeras.	Art 15, 20, 24, 55 SO Art 11, 23 ER

Målet gällande förmåga att motstå och hantera fel är, som beskrivits i avsnitt 2.3.1 – 2.3.3, reglerat i SO. För Svenska kraftnät regleras förmågan ytterligare genom det nordiska systemdriftavtalet samt i interna styrande dokument.

Målet gällande spänningskvalitet hanteras i SO genom att specificera det intervall inom vilket den stationära spänningen ska hållas. Intervallet är 0,90 och 1,05 (relativtal) i 220 och 400 kV-systemen. Den som är systemansvarig för överföringssystem har även skyldigheter vad gäller spänningsreglering och hantering av reaktiv effekt i syfte att upprätthålla driftsäkerhetsgränserna och förhindra spänningskollaps. Även betydande nätanvändare har skyldigheter beträffande spänningsreglering och hantering av reaktiv effekt. Vidare ska systemansvariga för överföringssystem minst en gång per år göra en bedömning av den dynamiska stabiliteten (ett begrepp som omfattar spänningsstabilitet, frekvensstabilitet och rotorvinkelstabilitet) för att bland annat identifiera stabilitetsgränser. Spänningsintervallen och hur spänningskollaps ska hanteras specificeras ytterligare i interna styrande dokument.

Målet gällande frekvenskvalitet motsvaras av bestämmelsen i SO som stipulerar att frekvensen ska vara 50 Hz för alla synkronområden och att avvikelsen får vara  $\pm 0,1$  Hz. Hur frekvensen ska hanteras i Norden och i Sverige finns reglerat i det nordiska systemdriftavtalet och internt i styrande dokument.

Målet gällande avhjälpning av fel hanteras genom SO och ER. Systemansvariga för överföringssystem ska årligen förse ENTSO-E med underlag om incidenter, systemdrifttillstånd, spänningsavvikelser, antal minuter utanför det standardiserade frekvensintervallet mm. Systemansvariga för överföringssystem ska på årsbasis övervaka lämpligheten hos de verktyg för nät drift och avhjälpande åtgärder som används för att upprätthålla driftsäkerheten. SO innehåller även krav på tillgänglighet, tillförlitlighet och redundans gällande de medel, verktyg och anläggningar för vilka minimikrav ska fastställas i synkronområdets driftavtal. ER innehåller krav på att ta fram dels en systemskyddsplan med åtgärder för nöddriftstillstånd som ska förhindra att incidenter sprids, dels en återbyggnadsplan med åtgärder för återbyggnadstillstånd i syfte att återuppbygga systemet. Hur kvarstående fel ska hanteras samt hur avhjälpningen ska dokumenteras regleras i interna styrande dokument. Återuppbyggnaden efter omfattande nätsammanbrott sker enligt interna styrande dokument som även innehåller instruktioner till systemanvändare.

### **2.3.5 Ytterligare krav för att upprätthålla driftsäkerhet**

Utöver de krav som har beskrivits ovan, vars motsvarigheter återfinns i mål för driftsäkerhet från 2009, innehåller SO och ER andra områden som är



nödvändiga för att upprätthålla driftsäkerheten. Förutom att hålla överföringssystemet inom driftsäkerhetsgränserna ställer SO bland annat krav på systemansvariga för överföringssystem att minst var 15:e minut och i realtid övervaka överföringssystemet för att kontinuerligt kunna fastställa systemdrifttillståndet. För att kunna övervaka överföringssystemet krävs data både om överföringssystemet och om distributionssystemen. Detta kräver datautbyte med systemansvariga för distributionssystem och med betydande nätanvändare som t.ex. produktionsanläggningar. Datautbytet är ett område i SO som är omgärdat av omfattande krav beträffande vilken data som berörs av utbytet, hur utbytet ska ske samt ansvar och roller. Det finns även regler för utbildning och certifiering av anställda hos systemansvariga för överföringssystem.

## 2.4 Ett elsystem i förändring

Det har skett och sker snabba och omfattande förändringar i elsystemet under de senaste åren. Det handlar bland annat om ökande andel väderberoende produktion, ökande mängd kraftelektronikomriktare, ökande andel produktion ansluten till distributionssystemen samt mer varierande och förändrade effektflöden. Kunskapen om vad som behöver beaktas för att på ett säkert sätt driva dagens överföringssystem har också ökat. Detta beskrivs bland annat i Svenska kraftnäts systemutvecklingsplan 2022-2031 och i *Position Paper on Stability Management in Power Electronics Dominated Systems* som tagits fram av ENTSO-E. Av dessa framgår att konventionell utveckling, planering och drift inte längre är tillräckligt för att upprätthålla en säker drift av ett elsystem med hög andel kraftelektronikomriktare.

Ett område som behöver utvecklas för att hantera driftsäkerheten är dynamisk stabilitet. Upprätthållandet av den dynamiska stabiliteten i överföringssystemet utgår idag från kraven i SO och omfattar stabilitetsfenomenen frekvens-, spännings-, och rotorvinkelstabilitet. Övervakningen av dessa stabilitetsfenomen ska ske genom att systemansvariga för överföringssystemen i synkronområdet utbyter relevant data med varandra.

Frekvens-, spännings-, och rotorvinkelstabilitet utgör dock inte längre de enda stabilitetsfenomenen som behöver beaktas för att upprätthålla den dynamiska stabiliteten i överföringssystemet. Hänsyn behöver även tas till stabilitetsfenomen som t.ex. omriktardriven stabilitet och resonansstabilitet<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Se exempelvis avsnitt 8.5.1 och 8.5.2 i Svenska kraftnäts systemutvecklingsplan 2022-2031 [https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2021/svk\\_systemutvecklingsplan\\_2022-2031.pdf](https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2021/svk_systemutvecklingsplan_2022-2031.pdf)

Här behöver SO uppdateras så att även dessa stabilitetsfenomen inkluderas i begreppet dynamisk stabilitet. Det är viktigt att regelutvecklingen går i takt med de förändringar som behöver ske för att kunna upprätthålla ett driftsäkert elsystem.

## 2.5 Slutsatser och rekommendationer

I juli 2009 infördes en ny paragraf i 8 kapitlet ellagen (1997:857) som fastställde att Svenska kraftnät ska utarbeta mål för driftsäkerhet på stamnätet i Sverige samt på utlandsförbindelserna. Kravet infördes som en följd av implementeringen av elförsörjningsdirektivet. Elförsörjningsdirektivet upphörde dock att gälla år 2019 och har ersatts med andra rättsakter som t.ex. SO och ER.

Svenska kraftnät anser att regleringen om fastställande av mål för driftsäkerheten utifrån 8 kap. 3b§ ellagen inte längre är ändamålsenlig och att den därför bör tas bort. Om reglering för driftsäkerhet behövs på nationell nivå bör denna i så fall tas fram som ett komplement till SO och ER. Till följd av detta anser Svenska kraftnät att de mål för driftsäkerhet som beslutades av regeringen 2009 bör upphävas.

## 3 Tillräcklighet och driftsäkerhet

I kapitlet redogörs för det ömsesidiga beroendet mellan tillräcklighet och driftsäkerhet samt hur förändringar i tillräcklighet på olika sätt kan påverka Svenska kraftnäts möjligheter att nå uppsatta driftsäkerhetsmål. Med uppsatta driftsäkerhetsmål avses här att hålla överföringssystemet i, eller återföra det till, normaldrifttillstånd enligt vad som finns beskrivet i kapitel 2.3. I kapitlet beskrivs tre områden där förändringar i tillräcklighet skapar utmaningar för driftsäkerheten nämligen, att hålla systemet inom driftsäkerhetsgränserna i N-situationen respektive i (N-1)-situationen samt att säkerställa tillgång till nödvändiga åtgärder för att upprätthålla driftsäkerheten.

### 3.1 Begreppet tillräcklighet

I denna rapport används den definition av tillräcklighet som återfinns i SO. Där definieras tillräcklighet som förmåga till inmatning till ett område som ett svar på belastningen i detta område. Område avser ett elområde, ett kontrollområde eller en region, det vill säga flera kontrollområden tillsammans. I det avseendet är tillräckligheten beroende av:

> **Produktionskapacitet**

Produktionsanläggningarnas förmåga att producera tillräckligt med effekt och energi i förhållande till elanvändarnas efterfrågan. Förmågan påverkas bland annat av produktionens totala installerade kapacitet, geografisk placering, planerbarhet, tillgänglighet samt möjligheter till lagring och import.

> **Efterfrågan**

Den totala efterfrågan på effekt och energi, inbegriper också elanvändarnas förmåga att förändra efterfrågan jämfört med normala eller nuvarande konsumtionsmönster.

> **Kapacitet i överföringssystemet**

Överföringssystemets förmåga att överföra tillräckligt med effekt beaktat produktion och förbrukning i överföringssystemets samtliga uttags- och inmatningspunkter inklusive utlandsförbindelser.

I fråga om tillräcklighet för ett elområde, ett kontrollområde eller en region beaktas inte kapaciteten i distributionssystemen såvida den inte påverkar kapaciteten i överföringssystemet.

### **Faktaruta: Regelverk för analyser av tillräcklighet**

Europeiska och svenska regelverk fastställer krav gällande analyser av tillräcklighet på kort och medellång sikt.

#### Analys av tillräcklighet på medellång sikt

Enligt elmarknadsförordningen ska ENTSO-E beräkna resurstillräckligheten enligt en fastställd metod. Resurstillräcklighet är en bedömning av elsystemets sammantagna förmåga att med produktion och import täcka det förväntade behovet av el. Analyserna genomförs på medellång sikt (1-10 år). Medlemsstaten ska övervaka resurstillräckligheten och får även som ett komplement göra nationella analyser baserat på samma metod. Dessa uppgifter har Svenska kraftnät fått delegerade till sig genom ett tillägg i instruktionen. Syftet med analyserna är att identifiera resurstillräcklighetsproblem och behov av att förbättra elmarknadens funktion och behovet av kapacitetsmekanismer. För att få ha en kapacitetsmekanism behöver det vara ett konstaterat resurstillräcklighetsproblem utifrån en av medlemsstaten fastställd tillförlitlighetsnorm<sup>10</sup>. Energimarknadsinspektionen har tagit fram ett förslag till en genomförandeplan samt fått ett uppdrag av regeringen om att genomföra vissa av de föreslagna åtgärderna för att förbättra elmarknadens funktion. Energimarknadsinspektionen har även föreslagit en tillförlitlighetsnorm för Sverige som ska beslutas av regeringen.

#### Analys av säsongstillräcklighet och tillräcklighet på kort sikt

ENTSO-E har i enlighet med riskberedskapsförordningen tagit fram en sannolikhetsbaserad metod för bedömning av säsongstillräckligheten och tillräckligheten på kort sikt. Metoden ska användas för alla bedömningar av tillräcklighet på kort sikt oavsett om de sker på nationell, regional eller unionsnivå. ENTSO-E ska två gånger per år, inför vintern och inför sommaren, offentliggöra resultaten av analysen. Kraven på att utföra analysen på nationell nivå finns i SO, där det fastställs att den som är systemansvarig ska utföra analysen av säsongstillräcklighet två gånger per år. SO fastställer också att analysen ska uppdateras om någon trolig förändring upptäcks som väsentligt kan påverka den förväntade tillräckligheten, till exempel förändringar i produktionsanläggningars tillgänglighet eller lastprognoser.

Svenska kraftnät har också ett löpande uppdrag från regeringen att varje år ta fram den så kallade Kraftbalansrapporten. Den ska levereras på våren och innehålla en utvärdering av den gångna vintern samt en bedömning av effekttillräckligheten inför kommande vinter. Uppdraget har kompletterats med att inkludera även en bedömning av den kommande sommaren. Sedan 2020 genomförs analysen både med en statisk och en sannolikhetsbaserad metod, som dock inte uppfyller alla krav i den europeiska metoden. Bedömningen av säsongstillräcklighet utförs inte heller två gånger per år, vilket är ett krav enligt SO.

SO fastställer också att den systemansvarige för överföringssystem ska genomföra tillräcklighetsanalyser närmare drifttimmen inom sitt kontrollområde baserat på tillgängliga planer och prognoser.

---

<sup>10</sup> [Tillförlitlighetsnormen motsvarar det antal timmar per år som effektbrist är samhällsekonomiskt motiverat.](#)

## 3.2 Förändringar i tillräcklighet

Tillräckligheten beror som beskrivits ovan på produktionskapacitet, efterfrågan och överföringskapacitet. Det finns en stor mängd faktorer som påverkar tillräckligheten och som när de förändras också får inverkan på driftsäkerheten.

Till exempel har det betydelse för tillräckligheten var ny produktion placeras geografiskt. När ny produktionskapacitet placeras i norra Sverige är det inte säkert att det har en positiv inverkan på tillräckligheten i södra Sverige, eftersom det krävs tillräckligt med överföringskapacitet för att föra över effekten från norra till södra Sverige. På liknande sätt påverkas tillräckligheten av var ny efterfrågan placeras geografiskt, och på hur flexibel den är att förändra efterfrågan beroende på till exempel elpris eller överbelastningar i överföringssystemet. Tillräckligheten i överföringssystemet är beroende av vilka ledningar som finns tillgängliga, men även av placeringen av nya in- och uttagspunkter och tillgången på helt integrerade nätkomponenter, såsom exempelvis kondensatorer och reaktorer.

Det är inte bara förändringar i produktionskapacitet, efterfrågan och överföringskapacitet i Sverige som påverkar tillräckligheten utan också förändringar som sker i våra grannländer.

I tabell 2 redovisas exempel på faktorer som kan förändras och direkt påverka tillräckligheten. Vissa av dessa faktorer har Svenska kraftnät möjlighet att påverka men många av faktorerna ligger utanför affärsverkets ansvarsområde. Förändringar som direkt påverkar någon del av tillräckligheten kan också få indirekta påverkan på andra delar. Sambanden är komplexa och tabellen visar en delvis förenklad bild.

**Tabell 2.** Exempel på faktorer i produktionskapacitet, efterfrågan och överföringskapacitet som kan förändras och påverka tillräckligheten.

Del av tillräckligheten	Faktorer som kan förändras och påverka tillräckligheten
Produktionskapacitet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Total installerad effekt</li> <li>• Geografisk placering av ny produktion</li> <li>• Planerbarhet/väderberoende</li> <li>• Tillgänglighet</li> <li>• Lagringsmöjlighet</li> <li>• Styrbarhet och flexibilitet</li> </ul>
Efterfrågan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Total efterfrågan på effekt och energi</li> <li>• Geografisk placering av ny efterfrågan</li> <li>• Styrbarhet och efterfrågefleksibilitet</li> </ul>
Överföringskapacitet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ledningar och stationer</li> <li>• Seriekondensatorer och andra apparater</li> <li>• Tillgänglighet</li> <li>• Klimatförändringar</li> </ul>

### 3.3 Samband mellan tillräcklighet och driftsäkerhet

Som förklarats i kapitel 2.3 definieras driftsäkerhet i SO som överföringssystemets förmåga att bibehålla ett normaldrifttillstånd eller återvända till ett normaldrifttillstånd så snart som möjligt. Att upprätthålla normaldrifttillståndet innebär att överföringssystemet befinner sig innanför driftsäkerhetsgränserna i N-situationen samt, utifrån tillgängliga stödtjänster och avhjälpande åtgärder, att det ska klara av en oförutsedd händelse utan att gränserna för driftsäkerhet överträds (N-1). Driftsäkerhetsgränserna sätts upp för ett antal parametrar som är av betydelse för driftsäkerheten, såsom spänning, kortslutningsström och termisk belastningsförmåga samt tidsbegränsad tillåten överlast. Det finns också definierade parametrar för frekvenskvalitet som innefattar ett standardiserat frekvensområde samt maximal stationär och momentan frekvensavvikelse. Utöver det finns

stabilitetsgränser som behöver upprätthållas för att säkerställa den dynamiska stabiliteten.

Tillräcklighet och driftsäkerhet är tätt sammankopplade och är ömsesidigt beroende av varandra. Förändringar i tillräcklighet kan därför på olika sätt göra att Svenska kraftnät behöver ta till fler åtgärder för att hålla överföringssystemet inom driftsäkerhetsgränserna i såväl N-situationen som i (N-1)-situationen. Andra förändringar kan å andra sidan underlätta arbetet och minska behovet av åtgärder.

I ett elsystem som är relativt oföränderligt och förutsägbart och som dessutom har gott om inneboende robusthet mot störningar krävs färre åtgärder för att bibehålla systemet i normaldrifttillstånd än i ett system som har stora variationer, är mer oförutsägbart och dessutom har mindre inneboende marginaler mot störningar.

För att upprätthålla driftsäkerheten i överföringssystemet måste Svenska kraftnät vidta olika åtgärder på kort och på lång sikt. Flera av de åtgärder som vidtas för att upprätthålla driftsäkerheten påverkar i sin tur tillräckligheten, till exempel genom att kapaciteten i överföringssystemet minskas för att säkerställa att inga driftsäkerhetsgränser överträds. Figur 2 visar schematiskt sambandet mellan tillräcklighet och driftsäkerhet.



**Figur 2.** Schematisk bild över sambandet mellan tillräcklighet och driftsäkerhet som används för att illustrera innehållet i denna rapport.

### **Förändringar i tillräcklighet och förmågan att bibehålla överföringssystemet inom uppsatta driftsäkerhetsgränser i N-situationen**

Det kan vara enskilda eller flera samtidiga förändringar i tillräcklighet som får en påverkan på Svenska kraftnäts förmåga att hålla överföringssystemet inom uppsatta driftsäkerhetsgränser. Nedläggning av produktion i södra Sverige leder till ny fördelning av effektflöden i överföringssystemet. I samverkan med ökad produktion i norra Sverige och i Finland samt tillkommande överföringskapacitet till andra länder förstärks förändringen mot nya och mer varierande effektflöden i överföringssystemet ytterligare. Detta gör att Svenska kraftnät behöver vidta åtgärder, exempelvis för att bibehålla elektriska komponenter inom de uppsatta driftsäkerhetsgränserna för termisk

belastningsförmåga. På kort och medellång sikt medför detta i sin tur att överföringskapaciteten måste sänkas och därmed återverkar på tillräckligheten.

Ett annat exempel är att ökad andel väderberoende produktion och mer varierande handelsutfall via exempelvis HVDC-länkar bidrar till snabbare och större variationer i effektflöden. Det medför att spänningar och frekvens kommer att variera mer och, om inga motverkande åtgärder vidtas, i större utsträckning riskerar att gå utanför uppsatta driftsäkerhetsgränser.

Förändringar i tillräcklighet i form av ökad lagringskapacitet och ökad efterfrågefleksibilitet kan bidra till att minska variationerna i effektflöden och därmed minska variationerna i frekvens och spänning.

I tabell 3 visas några exempel på förändringar i tillräcklighet som på olika sätt påverkar på Svenska kraftnäts förmåga att hålla överföringssystemet inom uppsatta driftsäkerhetsgränser i N-situationen.



**Tabell 3.** Exempel på förändringar i tillräcklighet som på olika sätt påverkar Svenska kraftnäts förmåga att bibehålla överföringssystemet inom uppsatta driftsäkerhetsgränser i N-situationen.

<b>Förändringar i tillräcklighet</b>	<b>Driftsäkerhetsgräns</b>	<b>Möjlig påverkan om inga åtgärder vidtas</b>
<p>Mer väderberoende produktionskapacitet</p> <p>Ökad överföringskapacitet till andra länder</p> <p>Nedläggning av produktion i södra Sverige</p> <p>Ny produktionskapacitet i norra Sverige och andra länder</p>	<p>Termisk belastningsförmåga</p> <p>Spänning</p> <p>Rotorvinkelstabilitet</p> <p>Spänningsstabilitet</p>	<p>Leder till mer varierande effektlöden och ett större utfallsrum för vilka effektlöden som kan uppstå. Medför svårigheter att hinna anpassa överföringssystemet och vidta åtgärder i takt med förändringarna och skapar ökad risk för överlast på enskilda komponenter.</p> <p>Mer varierande effektlöden gör att spänningarna kan variera mer i en enskild punkt. Ett större utfallsrum för möjliga effektlöden ökar också risken för nya situationer där utmaningar med den dynamiska stabiliteten uppstår.</p>
<p>Mer väderberoende produktionskapacitet</p> <p>Nya HVDC-länkar</p>	<p>Frekvens</p> <p>Spänning</p>	<p>Leder till större och snabbare förändringar i produktion och import eller export vilket gör att frekvens och spänning varierar mer och snabbare.</p>
<p>Ökad lagringskapacitet</p> <p>Ökad efterfrågefleksibilitet</p>	<p>Frekvens</p> <p>Spänning</p>	<p>Kan motverka snabba variationer i effektlöden och därmed motverka variationer i frekvens och spänning.</p>
<p>Mer väderberoende produktionskapacitet</p>	<p>Frekvens</p>	<p>Ökar prognososäkerheten vilket leder till större samlad obalans som måste hanteras i drifttimmen för att hålla frekvensen inom uppsatta driftsäkerhetsgränser.</p>
<p>Nedläggning av synkront ansluten produktion</p>	<p>Spänningsstabilitet</p>	<p>Svagare nät med lägre kortslutningseffekt medför en större spänningskänslighet. Kopplingar av olika nätkomponenter kan leda till större spänningsförändringar.</p>

## **Förändringar i tillräcklighet och förmågan att bibehålla överföringssystemet inom uppsatta driftsäkerhetsgränser i (N-1)-situationen**

Utöver den påverkan som förändringar i tillräcklighet kan få på Svenska kraftnäts förmåga att hålla överföringssystemet inom driftsäkerhetsgränserna i N-situationen kan de också få en påverkan på elsystemets robusthet och förmågan att hantera en oförutsedd händelse (N-1) så som bortfall av en ledning eller en stor produktionsanläggning.

En förändring i tillräcklighet som framöver kommer att ha stor betydelse är planerade avbrott i överföringssystemet. De planerade avbrotten krävs för att genomföra reinvesteringar i befintliga ledningar och öka kapaciteten för att tillgodose den ökade efterfrågan på el och behov av ny produktion. Under perioder av planerade avbrott minskar kapaciteten i överföringssystemet och om inga åtgärder vidtas minskar marginalerna för att hantera en oförutsedd händelse. Nya typer av förbrukning och nya förbrukningsmönster kan medföra ökad förbrukning sommartid, den tidsperiod då de flesta planerade avbrott äger rum, vilket också kan öka utmaningarna. Detta kan förstärkas ytterligare av att klimatförändringarna medför varmare somrar, som i sig gör att överföringskapaciteten minskar. Detta innebär en ökad utmaning när det gäller att bibehålla överföringssystemet inom de uppsatta driftsäkerhetsgränserna för termisk överlast, spänning eller dynamisk stabilitet. För att upprätthålla driftsäkerheten behöver överföringskapaciteten sänkas eller andra åtgärder vidtas.

Ett annat exempel är förändringar i produktionskapaciteten som medför minskad mängd synkront ansluten produktion. Ett relativt välkänt exempel är att minskad mängd synkront ansluten produktion ger minskad rotationsenergi i elsystemet och gör det känsligare för frekvensstörningar. En oförutsedd händelse, t.ex. bortfall av en HVDC-länk med hög import, riskerar att leda till en större avvikelse i frekvensen eftersom trögheten mot frekvensändringar är mindre än i ett system med hög rotationsenergi. För att säkerställa att driftsäkerheten upprätthålls krävs bland annat tillskott av mycket snabb frekvensreglering. Om tillräckliga resurser för snabb frekvensreglering inte kan säkerställas kan det dimensionerande felfallet behöva begränsas, till exempel genom att produktionen i den största produktionsanläggningen tillfälligt begränsas.

Förändringar i produktionskapacitet, i form av minskad andel synkront ansluten produktion, innebär på liknande sätt minskad tröghet mot spänningsändringar. Det betyder att överföringssystemet blir mer spänningskänsligt och marginalerna för att hantera oförutsedda händelser minskar. För att fortsatt kunna upprätthålla driftsäkerheten under och efter

oförutsedda händelser såsom kortslutningar krävs bland annat tillgång till tillräckligt med snabb felströmsinmatning.

Förändringar som leder till ökad överföringskapacitet är oftast positiva för robustheten och förmågan att motstå en oförutsedd händelse (N-1). Men det kan också riskera att få en negativ inverkan. Svenska kraftnät arbetar med att öka kapaciteten i överföringssystemet för att möta samhällets behov av ökat uttag av el och ökad elproduktion. Långsiktigt sker detta genom förnyelse och nybyggnation av ledningar, men på kort sikt kan det också vara möjligt att öka överföringskapaciteten något genom att införa exempelvis system för dynamisk överlasthantering på ledningar och olika typer av systemvärn. Systemvärn utgörs av automatiska funktioner för att hantera exempelvis överlast, och aktiveras baserat på en händelse eller ett visst uppmätt tillstånd i överföringssystemet. På sikt kan detta medföra en försämrad driftsäkerhet då ett ökat antal fysiska komponenter och styrsystem också höjer sannolikheten för att någon del vid ett givet tillfälle inte fungerar som avsett. Utvecklingen mot en ökad tillräcklighet i överföringssystemet måste därför gå hand i hand med utvecklingen av ett robust och driftsäkert överföringssystem.

### **Förändringar i tillräcklighet och Svenska kraftnäts åtgärder för att upprätthålla driftsäkerheten**

Förändringarna i tillräcklighet som beskrivits ovan får inte leda till oacceptabel påverkan på driftsäkerhet enligt vad som fastslås i SO eller, där det tillämpas, enligt nationell lagstiftning eller interna regler. För att upprätthålla driftsäkerheten i överföringssystemet måste Svenska kraftnät vidta olika åtgärder på kort och på lång sikt. Det kan handla om åtgärder i det egna nätet eller åtgärder som anskaffas från tredje part, antingen genom upphandling, kravställning, olika incitament eller överenskommelser. Olika åtgärder kan användas i olika systemdrifttillstånd och det är reglerat i EU-regelverken hur de ska anskaffas.

En viktig åtgärd för att upprätthålla driftsäkerheten är att upphandla stödtjänster eller förbereda avhjälpande åtgärder som kan aktiveras i driftskedet. Till exempel upphandlas stödtjänsten FCR-D för att motverka frekvensförändringar vid oförutsedda händelser såsom bortfall av en stor produktionsanläggning. Andra exempel är att Svenska kraftnät använder reaktiva reserver från produktionsanläggningar för att hantera avvikelser i spänning, och resurser för mothandel för att hantera överlast i nätet före eller efter ett fel. För att upprätthålla driftsäkerheten är Svenska kraftnät beroende av tillgången på resurser som kan leverera stödtjänster och avhjälpande åtgärder i rätt omfattning och med rätt kvalitet. Om rätt mängd resurser saknas påverkas tillräckligheten genom att överföringskapaciteten blir lägre.

Förändringar i tillräcklighet kan på olika sätt påverka förutsättningarna att vid alla tillfällen få tillgång till nödvändiga åtgärder både i form av stödtjänster och avhjälpande åtgärder, och i form av åtgärder i systemskyddsplanen eller återuppbyggnadsplanen. Till exempel riskerar nedläggning av reglerbar och styrbar produktion att leda till såväl sämre tillgång till stödtjänster som åtgärder som används i nöddrift och återuppbyggnad.

Även resursernas geografiska placering påverkar tillgången på stödtjänster och avhjälpande åtgärder i ett specifikt elområde och därmed förutsättningarna för att kunna avlasta nätelement i överföringssystemet på ett effektivt sätt eller för att upprätthålla frekvensen. Om det i ett elområde inte finns tillgång till en tillräcklig volym av stödtjänster för balansering kan överföringskapacitet behöva reserveras för detta. Det leder till lägre kapacitet i överföringssystemet. På liknande sätt blir överföringskapaciteten lägre om det inte finns tillräckligt med avhjälpande åtgärder för att kunna avlasta nätet efter en oförutsedd händelse.

Ökad efterfrågefleksibilitet och ökad lagringskapacitet i samband med energiomställningen är förändringar som kan komma att få betydelse för förutsättningarna att få tillräcklig tillgång till nödvändiga stödtjänster och avhjälpande åtgärder.

I tabell 4 ges exempel på hur förändringar i tillräcklighet påverkar tillgången till stödtjänster och avhjälpande åtgärder.

**Tabell 4.** Exempel på förändringar i tillräcklighet som påverkar förutsättningarna att få tillgång till olika stödtjänster och avhjälpande åtgärder.

<b>Förändringar i tillräcklighet</b>	<b>Påverkan på förutsättningar för att få tillräcklig tillgång till stödtjänster och avhjälpande åtgärder</b>
<p>Ökad överföringskapacitet, inklusive HVDC-länkar</p> <p>Ökad flexibel och planerbar produktionskapacitet</p> <p>Ökad efterfrågefleksibilitet</p> <p>Ökad lagringskapacitet</p>	<p>Bättre förutsättningar för att få tillräcklig tillgång till balanserings- och frekvenshållningsreserver samt resurser för mothandel genom att mängden resurser ökar och risken för att resurser blir instängda bakom flaskhalsar i överföringssystemet minskar.</p>
<p>Minskad flexibel produktionskapacitet</p> <p>Ofördelaktig geografisk placering av ny produktionskapacitet</p> <p>Minskad överföringskapacitet</p>	<p>Sämre förutsättningar för att få tillgång till balanserings- och frekvenshållningsreserver samt resurser för mothandel genom att mängden resurser minskar, att resurserna inte är geografiskt placerade där behovet finns eller att de blir instängda bakom flaskhalsar i överföringssystemet.</p>
<p>Nya helt integrerade nätkomponenter</p> <p>Ökad överföringskapacitet</p>	<p>Bättre förutsättningar för tillräcklig tillgång på reaktiva reserver genom tillkomst av t.ex. STATCOM, synkronkompensator och HVDC-länkar som kan bidra med reaktiva reserver och spänningsreglering.</p>
<p>Nedläggning av synkront ansluten produktion</p> <p>Produktionskapacitet ansluter till distributionssystem istället för direkt till överföringssystemet.</p>	<p>Sämre förutsättningar för tillräcklig tillgång på reaktiva reserver genom att resurser som naturligt bidrar till reaktiv stöttning och spänningsreglering försvinner eller att reserverna inte blir lika lättillgängliga när de finns på lägre spänningsnivåer.</p>

### 3.4 Slutsatser

Tillräcklighet och driftsäkerhet är tätt sammankopplade och är ömsesidigt beroende av varandra. Förändringar i tillräcklighet påverkar på olika sätt i vilken omfattning Svenska kraftnät behöver vidta åtgärder för att hålla överföringssystemet inom uppsatta driftsäkerhetsgränser såväl i N-situationen som i (N-1)-situationen. Det gäller såväl driftsäkerhetsgränser för spänning, överlast och frekvens som gränser för den dynamiska stabiliteten. Förändringar i tillräcklighet kan också påverka förutsättningarna för att få tillgång till en nödvändig volym stödtjänster och avhjälpande åtgärder för att upprätthålla driftsäkerheten.

Förändringarna i tillräcklighet får inte leda till oacceptabel påverkan på driftsäkerheten. De åtgärder som Svenska kraftnät i driftskedet behöver vidta för att upprätthålla driftsäkerheten bör samtidigt inte leda till oönskade begränsningar i överföringskapaciteten. För att uppnå detta behövs både kort- och långsiktigt arbete. Bland annat behövs ökad planerbar produktion med rätt egenskaper och fördelaktig geografisk placering, fler helt integrerade nätkomponenter, ökad kapacitet i överföringssystemet samt ökad efterfrågefleksibilitet.

I och med energiomställningen förändras kraftsystemet i grunden. Att möta samhällets behov av ökad elanvändning ställer stora krav på tillräckligheten i såväl produktionskapacitet som överföringskapacitet. Arbetet med att säkerställa tillräckligheten måste gå hand i hand med utvecklingen av ett robust och driftsäkert överföringssystem för att på lång sikt uppnå en god leveranssäkerhet.

---

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

SVENSKA KRAFTNÄT  
Box 1200  
172 24 Sundbyberg  
Sturegatan 1

Tel: 010-475 80 00  
Fax: 010-475 89 50  
[www.svk.se](http://www.svk.se)

