

Ärende nr: Svk 2024/5898

2025-12-18

KN2024/02495

Uppdrag att uppdatera regelverk och metoder för utformning och integrering av intermittent elproduktion i elsystemet

Innehåll

Sammanfattning	6
Driftsäkerhet	7
Tillräcklighet	8
Anläggningsutformning	9
Pilotprojekt	9
 1 Inledning.....	10
1.1 Syfte med rapporten.....	10
1.2 Genomförande	10
1.2.1 Uppdragets leveranser.....	10
1.2.2 Genomförande	11
1.3 Myndigheternas olika ansvar i uppdraget.....	13
1.4 Omfattning.....	14
1.5 Rapportens struktur	15
 2 Relevanta regelverk	15
2.1 Gällande rätt	15
 3 Nya anslutningar påverkar elsystemets utveckling	18
3.1 Sveriges elbehov bedöms öka.....	19
3.2 Ytterligare tillkommande elproduktion och batterilager väntas	20
3.3 Leveranssäkerhet i dagens elsystem	21
3.3.1 Färre elavbrott och bättre spänningskvalitet på lokal- och regionnätetsnivå i Sverige.....	21
3.3.2 Frekvens- och spänningskvalitet i transmissionsnätet.....	22
3.3.3 Risken för stora störningar är svårt att kvantifiera	22
3.3.4 Kostnader för brister i leveranssäkerhet	24
 4 Verktyg för ett långsiktigt driftsäkert och effekttillräckligt elsystem.....	24
4.1 Användande av stödtjänster	25
4.2 Krav på produktionsanläggningar	26
4.3 Övriga styrmedel.....	27
4.4 Aggregerade förmågor och det kollektiva bidraget	27

4.5	Prissignaler viktiga för både traditionell och intermittent kraft	28
5	Driftsäkerhet i elsystemet.....	29
5.1	Driftsäkerhet i svenskt kraftelektronikdominerat nät.....	29
5.1.1	Aktiv effektbalans.....	30
5.1.2	Reaktiv effektbalans	32
5.1.3	Nätformande egenskaper	34
5.1.4	Dämpning	35
5.1.5	Störningstålighet.....	37
5.1.6	Återsynkronisering.....	38
6	Svenska kraftnät ser behov av uppdaterat nationellt regelverk inom driftsäkerhet	39
6.1	Möjligt att besluta om reglering som är mer långtgående än gemensam europeisk rätt	40
6.2	Syftet med en uppdaterad nationell reglering av kraftelektronikansluten produktion och batterilager.....	42
6.2.1	Tidigarelägga ändringar som väntas komma i uppdaterad RfG	42
6.2.2	Tydliggöra platsspecifika krav	42
6.2.3	Flytta ansvar från DSO till TSO för vissa krav	43
6.2.4	Behov av nationell reglering av batterilager	43
6.3	Identifierade behov av kravställning kopplat till driftsäkerhet	44
6.3.1	Aktiv effekt.....	45
6.3.2	Reaktiv effekt.....	45
6.3.3	Störningstålighet.....	45
6.3.4	Dämpning	45
6.3.5	Snabb återsynkronisering	46
6.4	Beredning av uppdaterad kravställning	46
7	Energimyndighetens syn på uppdaterat regelverk.....	47
8	Ei:s bedömning av behoven av ett uppdaterat regelverk ...	49
8.1	Krav i föreskrifter ska ändras för att bättre stötta de energipolitiska målen	49
8.2	Ei:s slutsatser gällande nya och ändrade krav i föreskrifter.....	51
8.2.1	Krav ska utformas så att kravställda förmågor nyttjas genom stödtjänster.....	51

8.2.2	Nya krav i föreskrifter gällande fastställande av platsspecifika krav ska utredas	53
8.2.3	Inga nationella krav baserade på förslag på krav i nästa version av RfG	54
8.2.4	Inga väsentligt avvikande nationella krav	56
9	Förslag på åtgärder för att öka bidraget till driftsäkerheten	57
9.1	Förslag på åtgärder	57
9.1.1	Ei bör besluta om krav på hur elmarknadens aktörer ska genomföra samordning inför fastställandet av platsspecifika krav enligt RfG	58
9.1.2	Ei och Svenska kraftnät bör tillsammans klargöra processerna för underlag till konsekvensanalyser som krävs för uppdateringar av regelverket	59
9.1.3	Svenska kraftnät ska publicera förslag på platsspecifika krav	59
9.1.4	Det bör utredas om Svenska kraftnät ska fastställa krav med stöd av artikel 7.9 i RfG	59
9.1.5	Tydliggöra förhållande mellan stödtjänster och kravställning	59
10	Resurstillräckligheten i ett förändrat elsystem	60
10.1	Resurstillräcklighet på nationell nivå	60
10.1.1	Resurstillräcklighetsbedömningar	60
10.1.2	Flexibilitet viktig del av resurstillräcklighet	62
10.1.3	Behov av åtgärder för att säkerställa nationell effektillräcklighet ...	63
10.2	Effektillräcklighet på lokal nivå	64
10.2.1	Befintligt incitament	65
10.2.2	Anslutning på strategiska platser	65
10.2.3	Ytterligare reglering bedöms inte ändamålsenlig i nuläget	65
10.3	Hantering av stora effektöverskott	66
10.3.1	Åtgärder är vidtagna	66
10.4	Inga ändringar i regelverket föreslås	67
11	Anläggningsutformning för att i större utsträckning bidra till effektillräcklighet	67
11.1	Utformning för att maximera inmatningseffekten	68
11.2	Kombination av vind, sol, batterilager och efterfrågefleksibilitet	68
11.2.1	Vind och sol	69
11.2.2	Vind, sol och batterilager	69

11.2.3	Gasturbiner, kraftvärme och vätgas.....	70
11.2.4	Efterfrågeflexibilitet.....	70
12	Pilotprojekt.....	71
12.1	Förslag på pilotprojekt.....	71
12.1.1	Teknik för effektpendlingsdämpning (POD – Power Oscillation Damping).....	71
12.1.2	Nätformande egenskaper	71
13	Slutsatser	72
13.1	Slutsats driftsäkerhet	72
13.2	Slutsatser tillräcklighet	73

Sammanfattning

Regeringen gav den 12 december 2024 Affärsverket svenska kraftnät (Svenska kraftnät), Energimarknadsinspektionen (Ei) och Statens energimyndighet (Energimyndigheten) i uppdrag att inom ramen för sina respektive ansvarsområden gemensamt analysera hur det nationella regelverket för integrering och nätanslutning av elproduktionsanläggningar bör uppdateras så att kraftelektronikansluten elproduktion såsom vind- och solkraft och batterilager på ett långsiktigt hållbart sätt kan bidra till driftsäkerheten och effekttillräckligheten i elsystemet samt lämna nödvändiga författningsförslag.

De senaste tio åren har elsystemet utvecklats och genomgått flera stora förändringar. Stora mängder vindkraft har byggts och andelen förnybar elproduktionskapacitet i det svenska elsystemet har ökat. Under samma tidsperiod har flera kärnkraftsreaktorer ställts av.

Sveriges elbehov bedöms öka på både kort och lång sikt. Sveriges riksdag har godkänt två nya mål för Sveriges elsystem: ett planeringsmål och ett leveranssäkerhetsmål. Planeringsmålet innebär att elsystemet ska ge förutsättningar för att leverera den el som behövs för en ökad elektrifiering och för att göra den gröna omställningen möjlig. Målet ska underlätta i planeringen för att kunna möta ett elbehov om minst 300 TWh år 2045. Leveranssäkerhetsmålet innebär att det svenska elsystemet ska ha förmågan att leverera el där efterfrågan finns, i rätt tid och i tillräcklig mängd, i den utsträckning det är samhällsekonomiskt effektivt.

I takt med ökat elbehov kommer också ett behov av tillkommande elproduktion. De tillkommande anläggningarnas tekniska egenskaper, när och var etablering sker samt storlek på anläggningar är frågor som påverkar elsystemet.

För att säkerställa ett väl fungerande elsystem även i framtiden krävs att olika typer av åtgärder genomförs. Dessa åtgärder kan åstadkommas med olika styrmedel eller verktyg. Reglering och kravställning är en typ av verktyg, medan ekonomiska och icke-ekonomiska incitament är andra exempel.

Myndigheterna bedömer att marknadsbaserade åtgärder i första hand ska användas för att säkerställa ett väl fungerande elsystem. Befintlig marknadsmodell innehåller redan idag incitament för intermittent och kraftelektronikansluten kraftproduktion att bidra till elsystemets

tillräcklighet och driftsäkerhet. Korrekta prissignaler och marknadens funktion är centrala för tillräcklighet och driftsäkerhet i elsystemet.

Driftsäkerhet

För att elsystemet ska vara driftsäkert även i framtiden behöver ett antal systembehov hanteras. I den här rapporten beskrivs systembehoven utifrån sex kategorier: Aktiv effektbalans, Reaktiv effektbalans, Nätformande egenskaper, Dämpning, Störningstålighet och Återsynkroniseringsförmåga.

Kraftelektronikansluten elproduktion och batterilager har i många fall teknisk förmåga att bidra till att uppfylla behoven. Men medan de förmågor som efterfrågas ofta finns inneboende i synkron produktion behöver de på olika sätt tillföras eller aktiveras hos den kraftelektronikanslutna produktionen. Viss kravställning och ekonomiska incitament finns redan på plats för att säkerställa bidrag från kraftelektronikansluten och intermittent elproduktion.

Myndigheterna har gemensamt analyserat hur det nationella regelverket för integrering och nätanslutning av elproduktionsanläggningar bör uppdateras. Myndigheterna bedömer att ett antal åtgärder bör vidtas för att säkerställa att kraftelektronikansluten elproduktion och batterilager på ett långsiktigt hållbart sätt kan bidra till driftsäkerheten i det svenska elsystemet. De identifierade åtgärderna faller till största del under Eis och Svenska kraftnäts ordinarie myndighetsansvar. Ei och Svenska kraftnät avser vidta dessa åtgärder och genom fortsatt gemensamt arbete säkerställa en ändamålsenlig och väl motiverad nationell kravställning på anslutande elproduktionsanläggningar. Myndigheterna har inte identifierat något behov av författningsändringar på nationell lag- och förordningsnivå.

Identifierade åtgärder:

- Ei bör besluta om regler för hur samordningen vid fastställandet av platsspecifika krav ska ske. Krav i föreskrifter ska förtydligas och förenklas där det är möjligt.

- Kopplingar mellan relevanta artiklar i RfG¹ och paragrafer i föreskrifter ska tydliggöras genom ändringar i föreskrifter.
- Ei och Svenska kraftnät avser tillsammans ta fram processer för hur myndigheterna ska samordna sig om konsekvensanalyser för sådana förslag till krav som Svenska kraftnät inkommer med till Ei.
- För att underlätta fastställande av platsspecifika krav avser Svenska kraftnät publicera förslag på sådana krav som ska fastställas platsspecifikt, enligt RfG, och kriterier för när dessa kan tillämpas.
- Det bör utredas om Svenska kraftnät ska fastställa krav med stöd av artikel 7.9² i RfG. Regeringen bör besluta om en sådan utredning.

Svenska kraftnät avser tydliggöra hur föreslagen kravställning ska samverka med befintliga och planerade balanserings- och stödtjänster.

Tillräcklighet

Utförda effekttillräcklighetsanalyser så som ERAA och Svenska kraftnäts kraftbalansrapport indikerar att det finns en risk att import och inhemsk produktion är otillräckligt för att möta Sveriges effektbehov vid vissa tidpunkter. Det är dock mycket svårt att avgöra hur effekttillräckligheten kommer att utvecklas över tid. En utökning av tillgänglig flexibilitet och batterilager sker redan idag baserat på nuvarande marknadssignaler.

Reglering av enskilda anläggningar riskerar att leda till högre kostnader och mindre effektiv användning av resurser jämfört med marknadsbaserade eller systemövergripande lösningar för effekttillräcklighet. Sammanlagd flexibilitet och strategisk reserv i ett större, integrerat system är ofta billigare än att sprida krav på många små aktörer. Sammanfattningsvis är myndigheternas bedömning att det i nuläget inte är motiverat att genomföra uppdateringar i nationella regelverket för integrering och nätanslutning av kraftelektronikanslutna anläggningar i syfte att öka dess bidrag till effekttillräcklighet.

¹ Kommissionens förordning (EU) 2016/631 av den 14 april 2016 om fastställande av nätföreskrifter med krav för nätanslutning av generatorer

² Om kraven enligt RfG ska fastställas av en berörd systemansvarig som inte är en systemansvarig för överföringssystem får medlemsstater föreskriva att den systemansvarige för överföringssystemet i stället blir ansvarig för att fastställa de relevanta kraven.

Anläggningsutformning

I regeringsuppdraget ingår att beskriva hur anläggningar för intermittent elproduktion kan utformas eller kombineras med annan typ av kraftproduktion, flexibel elanvändning eller lagringsteknik för att i större utsträckning bidra till effekttillräckligheten.

För att intermittent produktion ska bidra mer till effekttillräckligheten kan anläggningarna utformas på sätt så att inmatningseffekten maximeras givet väderförutsättningarna. De kan också utformas som hybridparker (kombination av vind, sol och batterilagring) för att maximera utnyttjandet av infrastruktur och jämna ut produktionen, eller kombineras med efterfrågefleksibilitet.

Pilotprojekt

Myndigheterna ger i uppdraget förslag på två olika pilotprojekt

- Teknik för effektpendlingsdämpning (POD – Power Oscillation Damping)
- Nätformande egenskaper

1 Inledning

1.1 Syfte med rapporten

Regeringen gav den 12 december 2024 Affärsverket svenska kraftnät (Svenska kraftnät), Energimarknadsinspektionen (Ei) och Statens energimyndighet (Energimyndigheten) i uppdrag att inom ramen för sina respektive ansvarsområden gemensamt analysera hur det nationella regelverket för integrering och nätanslutning av elproduktionsanläggningar bör uppdateras så att kraftelektronikanslutna elproduktion såsom vindkraft, solkraft och batterilager på ett långsiktigt hållbart sätt kan bidra till driftsäkerheten och effekttillräckligheten i elsystemet, samt lämna nödvändiga författningsförslag.

Myndigheterna ska härutöver

- beskriva hur anläggningar för intermittent elproduktion kan utformas eller kombineras med annan typ av kraftproduktion, flexibel elanvändning eller lagringsteknik för att i större utsträckning bidra till effekttillräckligheten, och
- identifiera och beskriva lämpliga pilotprojekt för utvärdering av den kraftelektronikanslutna elproduktionens möjlighet att bidra till driftsäkerhet och effekttillräcklighet.

Svenska kraftnät ska samordna arbetet med genomförande av uppdraget.

Myndigheterna ska senast den 18 december 2025 lämna en gemensam redovisning av uppdraget till Regeringskansliet (Klimat- och näringslivsdepartementet).

1.2 Genomförande

1.2.1 Uppdragets leveranser

Uppdraget är indelat i tre delar.

Leveransen relaterad till första stycket i regeringens beslut utgörs av en analys av hur det nationella regelverket för integrering och nätanslutning av elproduktionsanläggningar bör uppdateras för att dels säkerställa driftsäkerheten i elsystemet, dels säkerställa effekttillräckligheten i

elsystemet. Leveransen utgörs också av relaterade åtgärdsförslag samt en bedömning av behovet av författningsförslag.

Leveransen till första strecksatsen utgörs av en beskrivning av hur anläggningar kan utformas för att i större utsträckning bidra till effekttillräckligheten. Leveransen omfattas inte av något författningsförslag eller förslag på övriga åtgärder.

Leveransen till andra strecksatsen utgörs av en kort beskrivning av lämpliga pilotprojekt. Leveransen omfattas inte av namngivna pilotprojekt eller något författningsförslag eller förslag på övriga åtgärder.

1.2.2 Genomförande

Myndigheterna tilldelades uppdraget i december 2024. Samtidigt tilldelades myndigheterna också uppdrag KN2024/02494 *Uppdrag att ta fram incitament för bättre effektbidrag från intermittent kraftproduktion*. Arbetet med de båda uppdragen har skett samordnat och med en gemensam styrgrupp.

Arbetet och slutsatser bygger i stort på tidigare genomförda analyser och processer. Bland dessa kan nämnas Svenska kraftnäts arbete med Driftsäkerhet i kraftsystemet³ och processen relaterad till Svenska kraftnäts förslag på uppdatering av Energimarknadsinspektionens föreskrifter om fastställande av generellt tillämpliga krav för nätanslutning av generatorer (EIFS 2018:2), samt Ei:s hantering av denna. Under arbetet med detta uppdrag har myndigheterna dock gemensamt identifierat att det förslag på uppdaterad EIFS 2018:2 som Svenska kraftnät tidigare lämnat till Ei behöver utredas vidare. Det är därmed inte aktuellt för Ei att fatta beslut om dessa krav i tidigare föreslagen utformning.

Myndigheterna har strävat efter samsyn i de slutsatser och förslag som presenterats. Myndigheter har dock olika roller och en ansvarsfördelning som regleras i såväl EU-rätt som i nationell rätt. Enligt uppdragets instruktioner ska analyser utföras gemensamt av myndigheterna, men varje myndighet ska arbeta inom ramen för sina respektive ansvarsområden. Dessa förutsättningar har hanterats genom att myndigheternas bedömningar beskrivs i olika kapitel.

³ Driftsäkerhet i kraftsystemet

Uppdragets redovisning har beslutats av respektive myndighet på ett gemensamt beslutsmöte.

1.2.2.1 Dialog med berörda aktörer

Som ett led i arbetet med att identifiera vad som hindrar intermittent och kraftelektronikansluten elproduktion från att bidra till driftsäkerheten och effekttillräckligheten i en större utsträckning än vad som görs idag, har dialog hållits med berörda aktörer. Myndigheterna har också efterfrågat skriftliga inspel från en vidare krets.

För att intermittent kraftproduktion ska bidra mer till effektbehovet ser aktörerna behov av utvecklade incitament och krav under vissa förutsättningar. De behov av incitament som aktörerna lyfter fram avser främst incitament för att underlätta utbyggnaden av fler och större anläggningar för energilagring för att möjliggöra ökad styrbarhet och bättre matcha produktion från intermittenta kraftslag med användning. Aktörerna efterfrågar också mer flexibla anslutningsavtal och exempelvis stöd för samlokalisering i så kallade hybridparker där produktionsanläggningar samverkar med flexibel konsumtion eller lagring. Krav som införs ska vara teknikneutrala och premiera leverans vid kritiska tidpunkter.

Aktörerna lyfter flera hinder för att intermittent kraftproduktion ska kunna bidra mer till elsystemet.

- Tekniska begränsningar i anläggningarna.
- Brist på flexibilitet i anslutningsavtal och långsamma processer för förkvalificering till stödtjänster.
- Otydliga eller oförutsägbara kostnader för nätanslutning. Komplexa krav i RfG och nationella krav.
- Bristande tillgång till elnätsdata för analys och som investeringsunderlag. Kapacitetskartor för att synliggöra behovet av anslutning efterfrågas.

Branschföreningar för producenter med såväl synkront som asynkront anslutna anläggningar har också framfört att ytterligare krav riskerar medföra väsentliga kostnader för anläggningsägare. Det finns en risk att ökade kostnader leder till att investeringar i nya produktionsanläggningar, eller ökad produktionsförmåga, uteblir. Aktörer har också framfört att det är viktigt att de ges tillräckligt med tid till anpassning till nya krav. Det är viktigt att nya krav inte införs så fort att långt framskridna projekt inte kan

realiseras. Aktörer betonar också att förmågor bör anskaffas via stödtjänster och inte via kravställning.

1.3 Myndigheternas olika ansvar i uppdraget

Svenska kraftnät ska utifrån ett samhällsbyggnadsperspektiv skapa förutsättningar för en samhällsekonomiskt effektiv, internationellt konkurrenskraftig, hållbar och trygg elförsörjning i Sverige. Myndigheten ska inom sitt verksamhetsområde verka för att leveranssäkerhetsmålet och planeringsmålet för det nationella elsystemet uppnås. Svenska kraftnät ska vidare på ett affärsmässigt sätt förvalta, driva och utveckla Sveriges transmissionsnät för el. Svenska kraftnät ansvarar också för att föreslå generellt tillämpliga krav på kraftproduktionsanläggningar inom ramen för RfG. Inom ramen för detta uppdrag är det Svenska kraftnäts ansvar att analysera vilka tekniska förmågor som krävs för att elsystemet ska fungera samt vilka förmågor som intermittent och kraftelektronikansluten kraftproduktion och batterilager kan bidra med. Svenska kraftnät har också samordningsansvar för det här uppdraget.

Ei är en myndighet med uppdrag att arbeta för väl fungerande energimarknader. Ei ska inom sitt verksamhetsområde bidra till att leveranssäkerhetsmålet och planeringsmål uppnås, en samhällsekonomiskt effektiv omställning till ett fossilfritt, robust och kostnadseffektivt energisystem och en trygg energiförsörjning. Ei ska också bidra till att regelverk skapar likvärdiga förutsättningar på elmarknaderna och se till att de regelverk som myndigheten disponerar över är kostnadseffektiva och enkla för medborgare och företag. Myndigheten bedriver tillsyn över att energiföretag följer regelverken, prövar tvister om villkor för anslutning, ansvarar för att utveckla regelverk och informerar elmarknadens aktörer om vad som gäller. Relevant för uppdraget är Ei:s roll att som tillsynsmyndighet inom ramen för de EU-regelverk som anger krav för nätanslutning av elproduktionsanläggningar⁴, granska Svenska kraftnäts förslag till krav, eller ta fram och besluta om nationella krav, och besluta om krav i föreskrifter.

⁴ Kommissionens förordning (EU) 2016/631 av den 14 april 2016 om fastställande av nätföreskrifter med krav för nätanslutning av generatorer

Energimyndigheten ska bevaka, analysera och främja omställningen till ett fossilfritt energisystem. Myndigheten ska även främja en trygg energiförsörjning samt bevaka och analysera att den är fortsatt tryggad. Energimyndigheten ska inom sitt verksamhetsområde bidra till leveranssäkerhetsmålet och planeringsmålet för det nationella elsystemet som riksdagen godkänt, samt övriga godkända energi- och klimatpolitiska mål. Inom ramen för detta regeringsuppdrag svarar Energimyndigheten för frågor kring omställningen av såväl elsystemet som energisystemet i stort och dess roll i samhällsutvecklingen.

1.4 Omfattning

I uppdragstexten hänvisas till kraftelektronikansluten elproduktion såsom vind- och solkraft och batterilager. Vind- och solkraft omnämns också ofta som intermittent kraft. Dessa två begrepp relaterar till olika egenskaper hos produktionskällan.

Kraftelektronikansluten elproduktion innebär anläggningar som ansluter till elnätet via kraftelektronikbaserade omriktare. Denna typ av elproduktionsanläggningar kallas också omriktaransluten produktion. Detta särskiljer anläggningarna från traditionell kraft, t.ex. vatten- och kärnkraft, vilka ansluts synkront. Särskiljningarna innebär skillnader i produktionens tekniska egenskaper och förmågor att samverka med övriga elsystemet.

Begreppet "intermittent kraft" beskriver att anläggningarna inte kan producera el hela tiden, utan är beroende av en varierande energikälla som vind, eller sol. Detta beror i grunden på att det inte finns något energilager integrerat med produktionsanläggningen, vilket skiljer sig från kontinuerlig eller planerbar kraft som har tillgång till ett tillräckligt energilager i form av vattenmagasin för vattenkraft eller bränslelager för termisk kraft. Intermittensen påverkar anläggningarnas möjlighet att bidra till effekttillräckligheten i elsystemet.

Vind- och solkraft kan vara såväl kraftelektronikansluten som intermittent. Vattenkraft utan tillgång till magasin, så kallat strömkraftverk är även det ett intermittent kraftslag. Det finns också vattenkraftverk som ansluts via kraftelektronik till elsystemet men det är relativt ovanligt i Sverige. Myndigheterna utgår i detta uppdrag inte från specifika kraftslag utan från egenskaperna kraftelektronikansluten och intermittent.

Uppdraget omfattar sådan kraftelektronikansluten produktion och batterilager som påverkar och kan bidra till driftsäkerheten respektive

effekttillräckligheten i systemet. Detta innebär att såväl storskalig som småskalig produktion kan omfattas.

Vad gäller effekttillräcklighet kan både nationell och lokal effekttillräcklighet omfattas, så även hantering av överskott av effekt.

Uppdraget omfattar en översyn av krav som gäller specifikt för elproduktion som är kraftelektronikansluten och/eller intermittent. Arbetet inkluderar inte en fördjupad översyn av generella regelverk för exempelvis balansering och omdirigering.

1.5 Rapportens struktur

I kapitel 2 ges en kort överblick över relevanta regelverk. I kapitel 3 beskrivs utvecklingen av tillkommande elproduktion och leveranssäkerheten elsystemet. Kapitlet redogör också kort för kostnader relaterade till leveranssäkerhet. I kapitel 4 beskrivs verktyg och styrmedel för driftsäkerhet och tillräcklighet. I kapitel 5 beskrivs driftsäkerhet i elsystemet i termer av nödvändiga förmågor. Förmågorna beskrivs liksom befintliga ekonomiska incitament och krav relaterade till respektive förmåga. I kapitel 6, 7, och 8 beskriver Svenska kraftnät, Energimyndigheten och Ei sin bedömning av behovet av nationell lagstiftning kopplad till driftsäkerhet. I kapitel 9 redogörs för förslag på åtgärder kopplad till regelverk för driftsäkerhet. I kapitel 10 redogörs för befintliga analyser och åtgärder vad gäller nationell och regional effekttillräcklighet samt överskott av effekt. Kapitlet redogör också för myndigheternas syn på behovet av ytterligare reglering av effekttillräcklighet. Kapitel 11 ger förslag på anläggningsutformning för att i större utsträckning bidra till effekttillräcklighet. I kapitel 12 ges förslag på ett antal pilotprojekt för att öka den kraftelektronikanslutna kraftens bidrag till effekttillräcklighet och driftsäkerhet. Kapitel 13 redogör för uppdragets slutsatser.

2 Relevanta regelverk

I detta kapitel redogörs för de regelverk som styr anslutning av elproduktionsanläggningar till elnätet, både europeiskt och nationellt.

2.1 Gällande rätt

EU:s medlemsstater har beslutat att skapa en gemensam inre marknad för el och gas som syftar till att öka försörjningstryggheten, bidra till hållbar

energiförsörjning och stärka konkurrensen på el- och gasmarknaderna till nytta för Europas energikunder.

I *Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2019/944 av den 5 juni 2019 om gemensamma regler för den inre marknaden för el och om ändring av direktiv 2012/27/EU* (elmarknadsdirektivet) anges EU-gemensamma regler som ska implementeras i EU:s medlemsstater. I ellagen (1997:857) finns både nationella bestämmelser och sådana som utgör svenskt genomförande av elmarknadsdirektivet i nationell lagstiftning. I *Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2019/943 av den 5 juni 2019 om den inre marknaden för el* (elmarknadsförordningen) finns EU-gemensamma regler som gäller direkt i varje medlemsstat och som inte kräver att bestämmelserna först genomförs i nationell lagstiftning.

Elmarknadsförordningen anger bland annat principer för elmarknadens funktion. Några av principerna som anges är att marknadsreglerna ska uppmuntra till fri prisbildning samt underlätta utvecklingen av en mer flexibel produktion och förbrukning. I elmarknadsförordningen regleras också hur elnätsföretag får nyttja marknadsbaserade och icke marknadsbaserade åtgärder för att säkerställa driftsäkerhet.

Kommissionsförordningar (nätföreskrifter och riktlinjer, även kallade nätkoder) är detaljerade rättsligt bindande regler som har förhandlats fram och beslutats av EU-kommissionen. Kommissionsförordningarna sätter spelreglerna för den gemensamma inre marknaden för el och gas.

Kommissionens förordning (EU) 2017/1485 av den 2 augusti 2017 om fastställande av riktlinjer för driften av elöverföringssystem (SO) trädde i kraft den 14 september 2017. Enligt SO är transmissionsnätsföretaget ansvarig för att säkerställa att till exempel spänningen i transmissionsnätets anslutningspunkter hålls inom de intervall som anges i SO. Transmissionsnätsföretaget ansvarar också bland annat för att bevaka dynamisk stabilitet, kortslutningsström, effektlöden och att nätet kan bibehållas inom gränserna för driftsäkerheten i (N-1)-situationen⁵. Sammanfattningsvis handlar kraven i SO om att transmissionsnätsföretag ska säkerställa elsystemets förmåga att upprätthålla leveranssäkerheten,

⁵ Att bibehålla ett normaldrifttillstånd 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. Systemet ska klara av en störning utan att gränserna för driftsäkerhet överträds med hänsyn taget till tillgängliga stödtjänster och avhjäljande åtgärder.

genom att förbereda åtgärder som ska användas för att undvika och minimera störningar.

RfG är en kommissionsförordning som trädde i kraft den 17 maj 2016, kraven i förordningen blev tillämpliga efter tre år. Genom kraven i RfG införs gemensamma regler för anslutning av elproduktionsanläggningar som ska anslutas till elnäten inom EU.

Syftet med att införa harmoniserade regler för nätanslutning av kraftproduktionsmoduler är att det ska finnas en gemensam tydlig rättslig ram för nätanslutningar. Det ska främja unionsomfattande elhandel, säkerställa systemsäkerhet, underlätta integrationen av förnybara energikällor samt öka konkurrensen och möjliggöra effektivare användning av elnät och resurser. Kraven handlar bland annat om vilka typer av störningar i elnätet som en framtida elproduktionsanläggning ska klara av, och i vilken omfattning.

Enligt RfG ska vissa icke uttömmande⁶ krav specificeras genom att nationella kravnivåer anges i vardera medlemsstaten. Systemansvarig för överföringssystem ska fastställa kravnivåer för icke uttömmande krav som ska tillämpas på nationell nivå, och tillsynsmyndigheten ska godkänna dem. I Sverige sker detta genom att Svenska kraftnät fastställer krav, som Ei granskar och godkänner genom att besluta om krav i föreskrifter. De svenska kravnivåerna anges i *Energimarknadsinspektionens föreskrifter om fastställande av generellt tillämpliga krav för nätanslutning av generatorer* (EIFS 2018:2). Föreskrifterna meddelas med stöd av bemyndiganden i 17 § i förordningen (2023:241) om det nationella elsystemet som ger Ei rätt att besluta om generellt tillämpliga krav för anslutning till elnätet. I föreskrifterna anges också vissa ytterligare nationella krav med stöd av bemyndigandet i 19 § i förordningen (2023:241) om det nationella elsystemet.

Ei och Svenska kraftnät har tidigare enats om att kraven i Svenska kraftnäts föreskrifter (SvKFS 2005:2) gällande krav vid anslutning av produktionsanläggningar ska lyftas över till Ei:s författningssamling. Ei har fattat beslut om nya föreskrifter (EIFS 2025:2) med kraven SvKFS 2005:2, den ska träda i kraft 1 januari 2026 men har ännu inte kungjorts. SvKFS

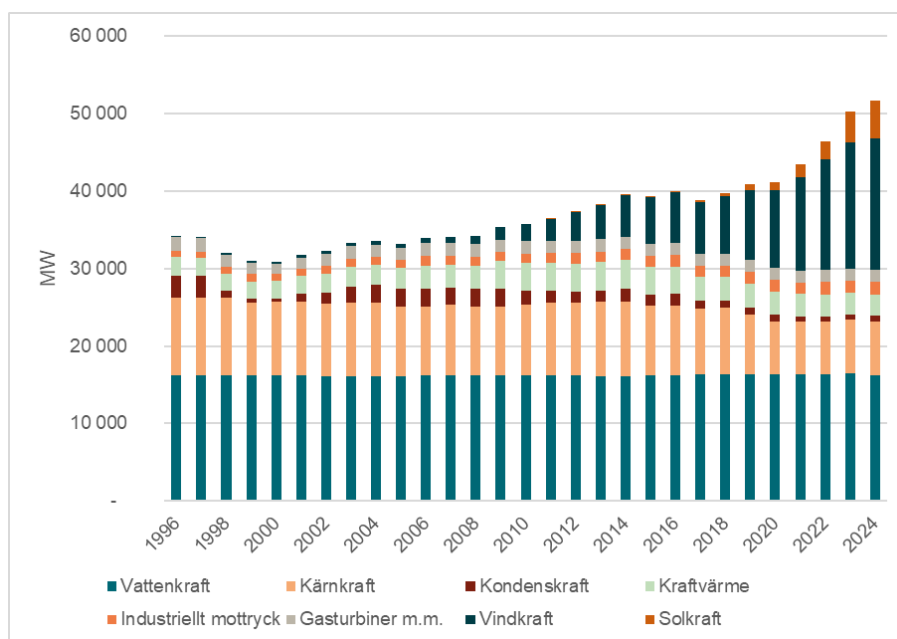
⁶ Ej fullständigt specificerade krav. Ytterligare specificering av kraven görs nationellt eller av elnätsföretag för vardera produktionsanläggning.

2005:2 ska upphöra att gälla samma datum som EIFS 2025:2 träder i kraft.

3 Nya anslutningar påverkar elsystemets utveckling

De senaste tio åren har elsystemet utvecklats och genomgått flera stora förändringar. Stora mängder vindkraft har byggts och andelen förnybar elproduktionskapacitet i det svenska elsystemet har ökat, se Figur 1. Under samma tidsperiod har flera kärnkraftsreaktorer ställts av. Sverige har idag en elproduktion som i princip är helt fossilfri och baserad på vind-, vatten- och kärnkraft, samt en ökande mängd el som kommer från solkraft.

Den förändrade produktionsmixen innebär att elsystemet har gått från i huvudsak produktion med synkront anslutna anläggningar till att också ha en stor andel produktion med anläggningar som ansluter till elnätet via kraftelektronikbaserade omriktare. Samtidigt har planerbarheten i produktionsplanerna minskat.



Figur 1 Installerad elproduktionskapacitet i Sverige per kraftslag 1996–2024, MW⁷.

⁷ Energiföretagen Sverige och Energimyndigheten

3.1 Sveriges elbehov bedöms öka

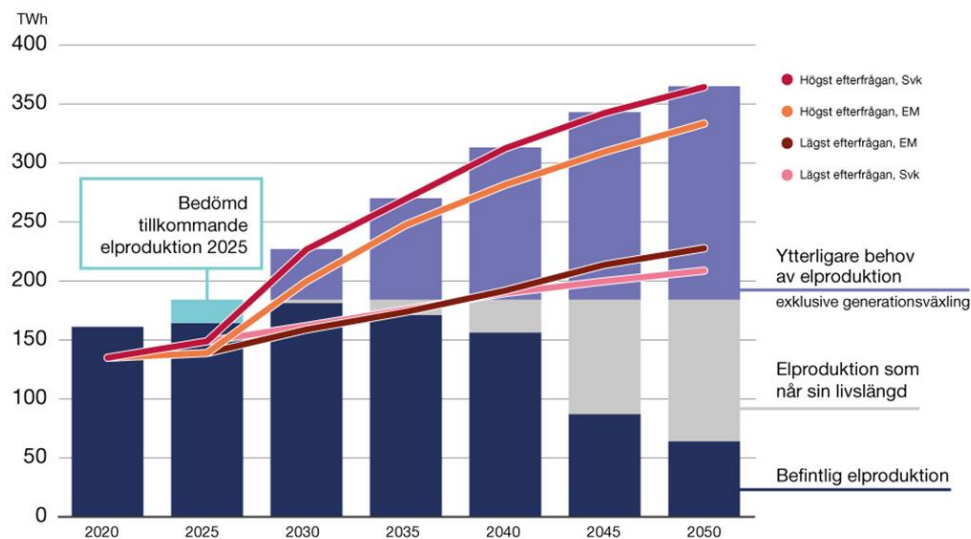
Sveriges elbehov bedöms öka på både kort och lång sikt. Sveriges riksdag har godkänt två nya mål för Sveriges elsystem: ett planeringsmål och ett leveranssäkerhetsmål. Planeringsmålet innebär att elsystemet ska ge förutsättningar för att leverera den el som behövs för en ökad elektrifiering och för att göra den gröna omställningen möjlig. Målet ska underlätta i planeringen för att kunna möta ett elbehov om minst 300 TWh år 2045.

Leveranssäkerhetsmålet innebär att det svenska elsystemet ska ha förmågan att leverera el där efterfrågan finns, i rätt tid och i tillräcklig mängd, i den utsträckning det är samhällsekonomiskt effektivt. Myndigheten Svenska kraftnät ska ansvara för regelbundna uppföljningar av målet⁸.

Det ökade elbehovet beror framförallt på utvecklingen inom industrin med en ökad framställning av bland annat fossilfritt stål, elektrobränslen och grön vätgas. Det finns dock stora osäkerheter i hur mycket efterfrågan på el kommer att öka. Enligt rapporten *Myndighetsgemensam uppföljning av samhällets elektrifiering*, ER2025:03⁹ skiljer sig den uppskattade framtida efterfrågan på el markant mellan scenarier med hög respektive låg elektrifiering, se Figur 2.

⁸ [Energipolitikens långsiktiga inriktning \(Betänkande 2023/24:NU14 Näringsutskottet\) | Sveriges riksdag](#)

⁹ [Microsoft Word - Myndighetsgemensam uppföljning av samhällets elektrifiering Huvudrapport 2023](#)



Figur 2 Bedömt elbehov i kortsiktiga prognoser och långsiktiga scenarier till 2050, jämfört med befintlig elproduktion, prognostiserat tillskott till 2025, elproduktion som når sin livslängd och ytterligare behov av elproduktion för att nå det högsta bedömda elbehovet, TWh.

3.2 Ytterligare tillkommande elproduktion och batterilager väntas

I takt med ökat elbehov kommer också ett behov av tillkommande elproduktion. De tillkommande anläggningarnas tekniska egenskaper, när och var etablering sker samt storlek på anläggningar är frågor som påverkar elsystemet. Samtliga scenarier som Energimyndigheten och Svenska kraftnät tagit fram pekar mot att ytterligare en stor mängd sol- och vindkraft kommer att tillkomma i elsystemet. Detta gäller även i scenarier med betydande volymer ny kärnkraft i Sverige.

Samtidigt som andelen intermittent och kraftelektronikansluten produktion ökar är också utbyggnadstakten för små- och storskaliga batterilager hög. Batterilager är, liksom exempelvis solkraft och modern vindkraft, anslutna till elnätet via omriktarbaserad kraftelektronik. I nuläget bedöms det finnas 700 MW¹⁰ installerat i större batterilager i det svenska elnätet och installationerna har mer än dubblats från tidigare år¹¹. Ytterligare en stor mängd batterikapacitet är antingen under konstruktion, tillståndsgiven eller på annat sätt offentliggjord. En betydande del av de

¹⁰ European Energy Storage Inventory | JRC SES

¹¹ <https://svensksolenergi.se/installerad-solkraft-2024/>

planerade batteriprojekten väntas vara i direkt anslutning till solkraftsparker. Majoriteten av producenter och projektutvecklare av vind- och solkraft uppger att de undersöker möjligheten att integrera batterier i sina anläggningar¹².

Batterilager används både för att erbjuda balanserings- och stödtjänster och för att flytta el från tider med låga priser till högre priser, vilket bidrar till ökad systemstabilitet och minskad prisvolatilitet. I det framtida elnätet kommer vikten av batterilager att öka både för att underlätta balansering mellan användning och produktion men också för ett effektivare nätutnyttjande vilket kan minska behovet av nätförstärkningar. På kort sikt underlättar batterilager möjligheterna att tillgodogöra sig befintlig och ny produktion.

3.3 Leveranssäkerhet i dagens elsystem

Med leveranssäkerhet avses elsystemets samlade förmåga att producera och överföra el så att elanvändarna efterfrågan kan mötas på varje given plats och vid varje givet tillfälle.

Leveranssäkerhet beror av både tillräcklighet och driftsäkerhet. Tillräcklighet avser att en tillräcklig mängd el kan produceras och överföras så att den tillgängliga elen räcker till för att täcka elanvändarnas efterfrågan. Driftsäkerhet definieras i kommissionsförordningen SO som överföringssystemets förmåga att bibehålla ett normaldrifttillstånd eller återvända till ett normaldrifttillstånd så snart som möjligt. Det innebär att elsystemet ska kunna fungera under normala förutsättningar och kunna motstå påfrestningar i form av olika typer av störningar.

3.3.1 Färre elavbrott och bättre spänningskvalitet på lokal- och regionnätetsnivå i Sverige

Ei sammanställer årligen elnätsföretagens inrapporterade uppgifter om hur många och hur långa elavbrott de haft i sina lokal- och regionnät. Avbrottsindikatorer redovisas per redovisningsenhet uppdelat på lokalnät och regionnät. Ei analyserar och publicerar också rapporter om leveranssäkerheten i Sveriges elnät. Den senaste rapporten¹³ visar att leveranssäkerheten har förbättrats något de senaste åren, det gäller både i lokal- och regionnät. Avbrotten i lokal- och regionnät har ofta begränsad

¹² [Batterilagring-och-framtidens-hybridparker_Bodecker-Partners_20240619.pdf](#)

¹³ [Leveranssäkerhet i Sveriges elnät 2023, Ei R2024:13](#)

omfattning, dvs drabbar ett begränsat antal kunder och återställs relativt fort.

Ei:s tillsyn över spänningskvalitet visar att för de flesta elnätsföretag har spänningskvaliteten i det egna nätet förbättrats. Flera elnätsföretag beskriver att det är effekterna av att stora investeringar har genomförts för att förstärka elnätet. Flera elnätsföretag uppger också att övervakningen i elnätet har förbättrats vilket har underlättat arbetet med att upprätthålla en god spänningskvalitet.

3.3.2 Frekvens- och spänningskvalitet i transmissionsnätet

I rapporten *Trends of frequency deviations*¹⁴ har frekvenskvaliteten undersökts. En genomgång av den genomsnittliga dagliga frekvensen under perioden 2003–2023 visar att frekvenskvaliteten har förbättrats, om än marginellt, de senaste fyra åren. Detta kan ses mot bakgrund av att ett flertal åtgärder under samma period vidtagits för att säkerställa en god frekvenskvalitet i det nordiska synkronområdet. Ett utvecklingsarbete som har fortsatt även under 2024 och 2025.

I rapporten *Systemdrifttillstånd - redovisning av utfall 2024*¹⁵ har Svenska kraftnät redovisat störningar gällande frekvens och störning i transmissionsnätet och planerade åtgärder. När det gäller spänningsavvikelser beskrivs att en handfull nätstationer står för majoriteten av spänningsavvikelserna. Övriga spänningsavvikelser beror på att överspänningsproblematiken har ökat. Det beror på att de senaste årens kablifiering av distributionssystemen har medfört ökad kapacitiv karaktäristik i elnäten. Kablifieringen har således lett till en ökande spänningsnivå och problem med överspänning. Samtidigt finns en minskande andel spänningsreglerande komponenter i drift i elsystemet, speciellt vid hög vindkraftsproduktion. I rapporten beskrivs också flera planerade åtgärder.

3.3.3 Risken för stora störningar är svårt att kvantifiera

Systemhotande kollapser eller storstörningar inträffar mycket sällan. När denna typ av störning väl sker får det dock stora konsekvenser för samhället. I Sverige behöver vi gå tillbaka till storstörningen 23 september 2003 för att hitta ett exempel. Det finns dock exempel på incidenter som

¹⁴ [2025-1091-trends-of-frequency-deviations.pdf](#)

¹⁵ Svk 2024/5782

lett till större störningar i andra delar av Europa under senare år. Senast i Portugal och Spanien den 28 april 2025.

Det är svårt att kvantifiera sannolikheten för stora systempåverkande störningar på lång sikt. För att förstå och motverka systempåverkande störningar behöver driftsäkerhetsmarginalerna i överföringssystemet följas upp och hanteras. I kommissionsförordningen SO anges krav på att systemansvariga för överföringssystem ska genomföra dessa analyser och rapportera resultaten till ENTSO-E.

Enligt kommissionsförordningen SO ska marginalerna i elsystemet under drift vara så stora att systemansvariga för överföringssystemet vid varje givet tillfälle ska säkerställa att systemet klara av ett dimensionerande fel. Detta kallas för N-1-kriteriet. Om marginalerna av någon anledning blir mindre än så ska den systemansvariga för överföringssystemet använda sig av så kallade avhjälpande åtgärder.

En risk för systempåverkande störning som är svår att förutse utgörs av felfall som resulterar i fel som är större än det dimensionerande felet. Dessa fel kan till exempel uppkomma genom kaskadfel där ett fel leder till ytterligare fel. Överföringssystemets skyddssystem i form av exempelvis stödtjänster ska normalt inte dimensioneras för större fel än ett dimensionerande fel. Risken för den här typen av situationer är låg, men konsekvenserna kan bli stora. Om det inträffar ska systemansvarig aktivera avhjälpande åtgärder med stöd av kommissionsförordningen SO. Om överföringssystemet ändå hamnar i nöddrift ska systemansvarig för överföringssystem aktivera systemskyddsåtgärder i enlighet med systemskyddsplanen, enligt kommissionsförordningen ER¹⁶.

Regelverket som styr dimensionerande fel och relaterade reserver är gemensamt för det nordiska synkronområdet och justeringar kräver samsyn mellan de nordiska systemoperatörerna. Nätkoden SO anger krav på systemansvarig för överföringssystemet att genomföra analyser, planera för och på olika sätt säkerställa att överföringssystemet driftsätts så att leveranssäkerhet och driftsäkerhetsmarginalerna upprätthålls.

¹⁶ KOMMISSIONENS FÖRORDNING (EU) 2017/2196 av den 24 november 2017 om fastställande av nätföreskrifter för nödsituationer och återuppbyggnad avseende elektricitet

3.3.4 Kostnader för brister i leveranssäkerhet

Som regeringen skriver i proposition 2023/24:105 Energipolitikens långsiktiga inriktning är det den sammanlagda kostnaden för el, elnät, stödtjänster och avhjälpande åtgärder som är viktig för svenska företags konkurrenskraft och för hushållens ekonomi. För att dessa kostnader inte ska öka onödigt mycket är det viktigt att befintliga resurser och elnät kan nyttjas så effektivt som möjligt och att den fortsatta utbyggnaden av elsystemet sker på ett samhällsekonomiskt effektivt sätt.

Syftet med att säkerställa en hög driftsäkerhet är att ge nytta till användarna av elsystemet. Den samhällsekonomiska kostnaden för åtgärder som stärker systemets robusthet och minskar risken för avbrott behöver därför ställas mot kostnaden för ett instabilt elsystem och ökad risk för omfattande och långvariga avbrott.

Ei har genomfört analyser som ligger till grund för uppskattningen av vad elkunder är villiga att betala för att undvika strömavbrott (value of lost load, VOLL). Kostnaden är behäftad med stor osäkerhet men har beräknats till 82,2 kronor per kilowattimme (prisnivå för juli 2023). Ei planerar att genomföra en ny analys av VOLL.

Som exempel på kortsiktiga kostnader för ett större elavbrott kan också elavbrottet den 27 december 1983 användas. Vattenfall bedömde att avbrottet kostade samhället mellan ca 950 miljoner kronor och 1,33 miljarder kronor omräknat i dagens penningvärde. Dagens samhälle är mer beroende av el än samhället var 1983, vilket innebär att ett liknande elavbrott samma tid på året skulle beröra fler funktioner (exempelvis maskiner, apparater, och IT-system) idag.

4 Verktyg för ett långsiktigt driftsäkert och effekttillräckligt elsystem

För att säkerställa ett väl fungerande elsystem krävs att olika typer av åtgärder genomförs. Dessa åtgärder kan åstadkommas med olika styrmedel eller verktyg. Reglering och kravställning är en typ av verktyg, medan ekonomiska och icke-ekonomiska incitament är andra exempel. Flera olika verktyg kan behöva användas för att åstadkomma en önskad förändring.

Befintlig marknadsmodell innehåller redan idag incitament för intermittent och kraftelektronikansluten kraftproduktion att bidra till elsystemets tillräcklighet och driftsäkerhet. Prissignalen på dagenföre-, intradag- och reglerkraftmarknaden speglar idag tillgång och efterfrågan på el och är därmed styrande för framför allt tillräckligheten i systemet. Korrekta prissignaler och marknadens funktion är central för tillräcklighet och driftsäkerhet i elsystemet. Variabiliteten i elpris är inte i sig självt är ett marknadsmisslyckande utan kan vara en viktig styrsignal för att få elsystemet att fungera. Däremot är det viktigt att aktörer har tillgång till verktyg för att hantera de risker som variationerna innebär.

4.1 Användande av stödtjänster

Nyttjandet av marknadsbaserade åtgärder och icke marknadsbaserade åtgärder för att säkerställa driftsäkerhet vid driften av elnät regleras på flera olika sätt inom EU-rätten. Om ett elnätsföretag avser nyttja en ansluten anläggning för att det behövs för driftsäkerheten av elnätet kan förmågan anskaffas som en stödtjänst¹⁷. Ett exempel är att Svenska kraftnät köper stödtjänster för att upprätthålla balansen mellan elförbrukning och elproduktion i det svenska elsystemet. Handeln ska ske på ett öppet, kostnadseffektivt och icke-diskriminerande sätt.

Även icke frekvensrelaterade stödtjänster¹⁸ och omdirigering regleras på så sätt att marknadsorienterad anskaffning ska användas. Kraven regleras i elmarknadsdirektivet och har, gällande icke frekvensrelaterade stödtjänster, implementerats i svensk rätt genom bestämmelser i 3 kap. 4-9 §§ ellagen. Nya krav har föreslagits av kommissionen om närmare reglering av tjänster för flexibilitet och spänningsreglering. En ny kommissionsförordning gällande detta förväntas beslutas under första kvartalet av 2026, den kommer att närmare reglera hur marknadsbaserad anskaffning av stödtjänster för spänningsreglering ska ske.

Det finns dock vissa undantag från krav på marknadsbaserad anskaffning. Enligt exempelvis 3 kap. 4 § ellagen ska ett nätföretag anskaffa icke frekvensrelaterade stödtjänster på ett öppet, icke-diskriminerande och marknadsorienterat sätt. Avsteg från detta kräver att Ei har godkänt en

¹⁷ Enligt 1 kap. 4 § i ellagen är en stödtjänst en tjänst som behövs för driften av ett nätföretags elnät med undantag för hantering av överbelastning.

¹⁸ Enligt 1 kap. 4 § i ellagen är en icke frekvensrelaterad stödtjänst en stödtjänst som används av ett nätföretag för spänningsreglering i stationärt tillstånd, snabba inmatningar av reaktiv effekt, tröghet för upprätthållande av stabiliteten i lokalnät, kortslutningsström samt förmåga till dödnätsstart och till ödrift.

ansökan om dispens till Ei för icke frekvensrelaterade stödtjänster¹⁹. För icke marknadsbaserad omdirigering krävs enligt elmarknadsförordningen att alla marknadsbaserade alternativ har uttömts och att en årlig rapportering över omdirigeringens omfattning överlämnas till Ei. Om icke marknadsbaserad omdirigering sker med hjälp av ett villkorat avtal²⁰ ska metoden för framtagning av avtalsvillkor förhandsprövas av Ei, enligt 4 kap. 46 § ellagen.

Regelverket för icke frekvensrelaterade tjänster och omdirigering är således utformat utifrån att marknadsbaserade åtgärder är det primära verktyget för att elsystemet ska ha nödvändiga förmågor för att säkerställa driften. Regelverket bygger på principen om att aktörerna på en väl fungerande elmarknad har förmågan att lösa utmaningar på ett kostnadseffektivt sätt, genom tillräckliga ekonomiska signaler samt incitament och möjligheter för aktörer att vidta nödvändiga förändringar eller åtgärder.

4.2 Krav på produktionsanläggningar

Även kravställning regleras inom EU-rätten. RfG fastställer krav för nätanslutning av generatorer. Syftet med kraven i RfG är, enligt artikel 1 i RfG, att bidra till att säkerställa rättvisa konkurrensvillkor på den inre marknaden för el, säkerställa systemsäkerheten och integrationen av el från förnybara källor och främja en unionsomfattande elhandel. Syftet är också att säkerställa att nätföretagen utnyttjar förmågan hos kraftproduktionsanläggningar på ett lämpligt, öppet och icke-diskriminerande sätt för att skapa lika villkor i hela unionen. Kraven i RfG är inte alltid fullständigt specificerade²¹. Vissa krav ska specificera nationellt, det görs i den nationella lagstiftningen, andra krav fastställs platsspecifikt.

Som ett komplement till EU-rätten finns nationell lagstiftning. Ei har mandat att med stöd i förordning (2023:241) om det nationella elsystemet föreskriva ytterligare anslutningskrav som anses nödvändiga för att säkerställa driftsäkerheten hos det nationella elsystemet. Dessa får dock inte stå i strid med det som fastställs i RfG, eller andra regelverk.

¹⁹ 3 kap 5 § ellagen och artikel 13 i elmarknadsförordningen.

²⁰ Ett villkorat avtal innebär att nätföretaget, i enlighet med villkoren för anslutningen, kan begränsa kundens uttag eller inmatning när nätet annars riskerar att bli överbelastat.

²¹ Ej fullständigt specificerade krav. Ytterligare specificering av kraven görs nationellt eller av elnätsföretag för vardera produktionsanläggning.

Det finns olika skäl till att ställa krav på anslutande anläggningar. I RfG skälsats (4) fastslås att systemsäkerheten delvis beror på kraftproduktionsmodulernas tekniska förmåga. Grundläggande förutsättningar är därför att det finns regelbunden samordning på nivån för överförings- och distributionsnät och att den utrustning som är ansluten till överförings- och distributionsnät har tillräcklig prestanda, med tillräcklig robusthet för att klara störningar och för att hjälpa till att förhindra större avbrott eller underlätta återställning av systemet efter ett sammanbrott. Utifrån det ges olika skäl till att ställa krav på anslutande anläggningar. En typ av krav innebär att produktionsanläggningar ska ha tillräcklig robusthet för att fortsätta att vara anslutna vid vissa specificerade typer av störningar. En annan typ av krav är krav på att elnätsföretag och anläggningsägare ska samordna sig om exempelvis reglerinställningar och skyddsanordningar, så att anläggningen fungerar på lämpligt sätt utifrån ett driftsäkerhetsperspektiv.

Utöver det finns krav på funktion eller dimensionering för produktionsanläggningar. Sådana konstruktionskrav möjliggör bland annat att anslutna anläggningar kan tillhandahålla standardiserade stödtjänster för att säkerställa försörjningstryggheten i elsystemet. Detta nämns i RfGs skälsatser (13) och (14).

4.3 Övriga styrmedel

Marknadsbaserade åtgärder och reglering i form av kravställning är båda kraftfulla verktyg för att driva fram önskade förändringar i elsystemet. I tillägg till dessa finns andra typer av såväl ekonomiska som icke-ekonomiska incitament som kan användas för att stödja marknadsutvecklingen.

I redovisningen av uppdrag KN2024/02494 redogörs för myndigheternas utredning om incitament för bättre effektbidrag från intermittent kraftproduktion, samt för att förbättra bidraget till elsystemets leveranssäkerhet.

4.4 Aggregerade förmågor och det kollektiva bidraget

De verktyg som implementeras för att säkerställa ett väl fungerande elsystem bör utformas med fokus på hela det sammantagna elsystemets funktion och kostnadseffektivitet. I många fall är det samverkan mellan olika typer av resurser, snarare än enskilda anläggningars egenskaper,

som är avgörande för att uppnå nödvändiga driftsäkerhetsförmågor och resurstillräcklighet i elsystemet. Ett ensidigt fokus på att öka varje enskild resurs effektbidrag eller bidrag till driftsäkerhet kan leda till tekniskt ineffektiva eller kostnadsdrivande lösningar.

4.5 Prissignaler viktiga för både traditionell och intermittent kraft

För att säkra en kostnadseffektiv utveckling av elsystemet bör externa kostnader och nytta²² internaliseras för att erhålla, för systemets driftsäkerhet, nödvändiga förmågor. Detta görs genom att säkerställa att prissignaler är korrekta, det vill säga speglar systemets kostnader eller värde, och att dessa korrekta styrsignaler når fram till relevanta aktörer. Även där tekniska förutsättningar finns, kan otydliga eller svaga prissignaler göra att beteendeförändringar inte sker. Felaktigt utformade prissignaler kan också motverka önskvärda investeringar. Det är därför ytterst viktigt att prissignalerna tillåts få genomslag och nå alla typer av elproduktion.

Om prissignalen hindras att nå fram reflekteras inte resursens rätta värde och det finns inget incitament för produktionen att anpassa sig till verkligt behov och värde. Det är därför ur ett leveranssäkerhetsperspektiv viktigt att tillåta prisvolatilitet på elmarknaden. Däremot behövs samtidigt säkerställas att så väl producenter som konsumenter har verktyg för att hantera risker kopplade till denna volatilitet.

Prissignalens genomslag påverkas i hög grad av hur marknadsaktörer hanterar sin exponering mot elpriser. Många investeringar i ny intermittent kraftproduktion finansieras genom långsiktiga kraftköpsavtal (på engelska *Power Purchase Agreement*, PPA) eller andra finansiella arrangemang, vilka minskar exponeringen mot spotprisets fluktuationer. Detta säkrar intäkter över tid, men kan försvaga incitamenten att reagera på kortsiktiga prissignaler och bidra med systemnyttor såsom frekvensstabilitet och balansering. För intermittent kraftproduktion gäller detta särskilt nedreglering vid produktionsöverskott, där flexibilitet från intermittent kraftproduktion har en större möjlighet att bidra. För att kunna bidra krävs aktiv styrning och övervakning av produktionsanläggningarna, vilken intermittent kraftproduktion i regel har mindre av jämfört med planerbar

²² Synkront anslutna produktionsanläggningar har positiva produktionsexternaliteter som snabb felströmsinmatning som inte prissätts, nyttan har således inte internaliserats.

kraft. Intermittent kraftproduktion är oftare mer passivt förvaltat än den planerbara kraften på grund av att det är mindre anläggningar eller som saknar nödvändig utrustning. Även när den tekniska förmågan finns är tillgängligheten osäker eftersom produktionen inte alltid kan styras i realtid.

5 Driftsäkerhet i elsystemet

Med begreppet driftsäkerhet avses behovet hos elsystemet att fungera under normala förutsättningar samt motstå påfrestningar i form av olika typer av störningar. Elsystemet ska motstå såväl små kontinuerliga variationer i driftförutsättningar som större enskilda förändringar och bortkopplingar. Vissa störningar är så stora och osannolika att det inte är ekonomiskt försvarbart att utforma elsystemet för att motstå dessa. Av den anledningen ingår även behovet av att kunna återuppbygga systemet efter ett nätsammanbrott i begreppet driftsäkerhet.

Behovet av driftsäkerhet i elsystemet kan delas in i olika systembehov. För att möta systembehoven nyttjas olika förmågor som bidrar med nytta till elsystemet. Förmågorna kan vara antingen inneboende egenskaper hos anläggningarna eller tillförda genom kravställning och incitament. För att elsystemet ska vara driftsäkert måste bidraget från de inneboende och tillförda förmågorna överstiga systemets behov av de egenskaper och funktioner som behövs för att motstå en viss typ av påfrestning.

Det är, enligt kommissionsförordningen SO, Svenska kraftnät och övriga nätföretags ansvar att upprätthålla driftsäkerheten i överföringssystemet och distributionssystemen för el.

5.1 Driftsäkerhet i svenskt kraftelektronikdominerat nät

För att elsystemet ska vara driftsäkert även i framtiden behöver ett antal systembehov hanteras. I den här rapporten beskrivs systembehoven utifrån sex kategorier: Aktiv effektbalans, Reaktiv effektbalans, Nätformande egenskaper, Dämpning, Störningstålighet och Återsynkroniseringsförmåga. Behoven har viss överlapp och interagerar med varandra.

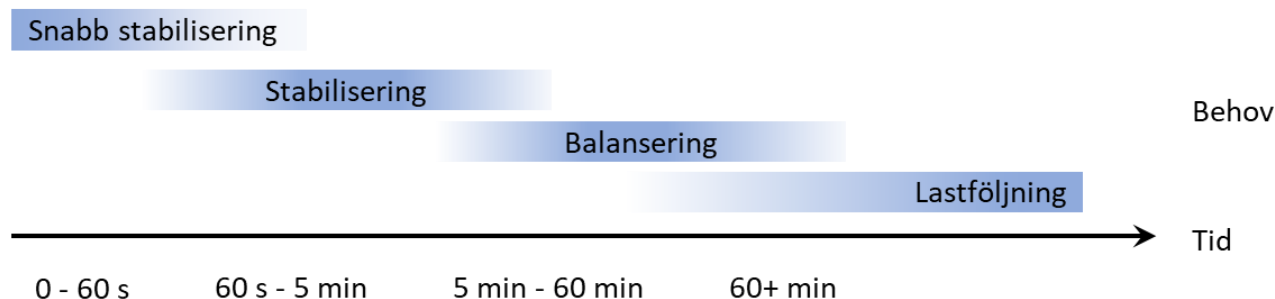
Kraftelektronikansluten elproduktion och batterilager har i många fall teknisk förmåga att bidra till att uppfylla behoven. Men medan de förmågor som efterfrågas ofta finns inneboende i synkron produktion

behöver de på olika sätt tillföras eller aktiveras hos den kraftelektronikanslutna produktionen.

Nedan följer en kort sammanställning av systembehoven, vilken teknisk förmåga kraftelektronikansluten produktion har vad gäller att bidra till systembehoven samt i vilken utsträckning denna förmåga nyttjas genom ekonomiska incitament och kravställning. För längre beskrivning se Svenska kraftnäts rapport Behov av driftsäkerhet i det framtida elsystemet²³.

5.1.1 Aktiv effektbalans

Mängden aktiv effekt som tillförs i elsystemet måste i varje ögonblick vara lika stor som den mängd effekt som förbrukas. Vid en ändring i aktiv effekt hos produktion eller förbrukning kommer rotationsenergin hos de roterande massorna omedelbart att öka eller minska för att balansera effektändringen. Därefter aktiveras stabiliseringsreserver för att stabilisera frekvensen, följt av långsammare balanseringsreserver för att återställa jämvikt i planerad produktion och förbrukning samt återställa stabiliseringsreserverna. På de långa tidsskalorna är det elmarknadens uppgift att själv hålla sig i energibalans genom så kallad lastföljning. Uppdelningen i tidshorisonter gällande frekvensstabilitet illustreras i Figur 3.



Figur 3. Kategorisering av frekvensstabilitet utifrån tidshorisont.

Kraftelektronikansluten intermittent produktion kan ha teknisk förmåga att bidra till snabb frekvensstabilisering, stabilisering, balansering och lastföljning. Förmågan förutsätter dock att investeringar har gjorts för att anpassa utrustningen till detta.

Den tekniska förmågan möjliggör reglering såväl nedåt som uppåt på olika tidsskalor. Reglering uppåt kan dock endast ske om det skapas

²³ [Behov för driftsäkerhet i det framtida kraftsystemet](#)

reglerutrymme genom att anläggningen producerar på en driftpunkt under den tillgängliga effekten, dvs om det kontinuerligt spills energi, eller om den kombineras med ett batterilager. Intermittent kraft producerar i allmänhet maximalt utifrån den tillgängliga effekten och kan i det läget bara reglera ned. Utan framförhållning kan inte produktionen öka ytterligare för att reglera systemet eller följa last. För att det ska ske krävs incitament som kompenserar för de inkomstbortfall som det innebär att producera under tillgänglig effekt.

5.1.1.1 Befintliga ekonomiska incitament aktiv effektbalans

Det finns ekonomiska incitament för kraftelektronikansluten och intermittent elproduktion att bidra till aktiv effektbalansering. Dessa utgörs dels av ett antal stödtjänster, dels av lastföljning baserad på elmarknadens prissignaler. Vad gäller lastföljning är det dock först vid negativa priser som prissignalen är tillräcklig för att intermittent produktion ska stängas av.

Tabell 1 visar total volym i MW av förkvalificerad solkraft och vindkraft per stödtjänst den 1 oktober 2025²⁴.

Kraftslag	FFR	FCR-N	FCR-D upp	FCR-D ner	aFRR upp	aFRR ned	mFRR upp	mFRR ned
Solkraft	0	0	<10	30	0	0	0	20
Vindkraft	0	0	0	500	150	250	710	1 280
Kombination vind + energilagrar	30	20	40	50	40	50	80	90

Tabell 1 Total volym i MW av förkvalificerad solkraft och vindkraft per stödtjänst.

Volymerna som visas i tabellen kan jämföras med total installerad effekt vilken var ca 17 000 MW²⁵ vindkraft och ca 4 800 MW²⁶ solkraft vid utgången av 2024.

Svenska kraftnät arbetar kontinuerligt med att utveckla stödtjänstmarknaderna för aktiv effektbalansering för att möjliggöra större bidrag från alla kraftslag.

Batterilager är väl lämpade för och bidrar redan idag till frekvensstabilitet (snabb stabilisering, stabilisering och balansering) genom att delta på

²⁴ Utbud på marknaderna för reserver | Svenska kraftnät

²⁵ Ny statistik visar: vindkraften har störst installerad effekt - Energiföretagen Sverige

²⁶ Över 40 000 solcellsanläggningar installerades under 2024

marknaderna för stödtjänster. Enligt Svenska kraftnäts statistik finns batterilager förkvalificerade för samtliga stödtjänster utom aFRR-upp och aFRR-ned²⁷.

5.1.1.2 Befintlig kravställning aktiv effektbalans

Idag finns flera krav i RfG och EIFS 2018:2 på kraftelektronikansluten produktion som kan bidra till stabilisering, balansering och lastföljning i elnäten. För större kraftparksmoduler, det vill säga grupper av kraftelektronikansluten produktion, (som klassificeras som typ C och D enligt RfG²⁸) finns krav på LFSM-O, LFSM-U och FSM²⁹, vilka kan användas för stabilisering, krav på förmåga till snabb nedreglering vid instruktion från berörd systemansvarig³⁰ eller systemansvarig för överföringssystemet, samt krav på förmåga att reglera effekten, vilket kan användas för balansering och lastföljning. Därtill finns möjlighet för berörd systemansvarig för överföringssystemet att specificera krav (platsspecifika krav), med stöd av RfG, för förmåga till frekvensåterställning som kan användas till balansering, och syntetisk tröghet som kan användas för snabb stabilisering.

För mindre kraftparksmoduler (som klassificeras som typ A och B enligt RfG³¹) finns enbart krav på LFSM-O, det vill säga stabilisering vid extrem överfrekvens, samt möjlighet att stänga av respektive minska den aktiva effekten vid instruktion från berörd systemansvarig.

5.1.2 Reaktiv effektbalans

I elsystemet behöver spänningar och flöden av reaktiv effekt hela tiden övervakas och styras för att möjliggöra en driftsäker överföring av aktiv effekt. Spänningen i överföringssystemet styrs främst genom att reglera den reaktiva effekten, men spänningen påverkas också mycket av överföringen och flödet av aktiv effekt. Det kan därför både behöva tillföras reaktiv effekt under höglastperioder för att hålla spänningen uppe, och konsumeras reaktiv effekt då överföringen är låg för att hålla spänningen nere.

²⁷ Utbud på marknaderna för reserver | Svenska kraftnät

²⁸ Anläggningar med maximal effekt lika med eller högre än 10 MW klassificeras som en typ C eller D, även spänningsnivån för nätanslutningen kan påverka klassificeringen.

²⁹ Driftlägen för produktionsanläggningar där den aktiva uteffekten ändras som svar på en ändrad systemfrekvens, på ett sådant sätt att den bidrar till att målfrekvensen återhämtas.

³⁰ Det elnätsföretag som ansluter en anläggning är den berörde systemansvariga för distributionssystemet.

³¹ Anläggningar med maximal effekt lägre än 10 MW.

Kraftelektronikansluten produktion har mycket goda förutsättningar att bidra till systemets spänningsstabilisering och spänningshållning genom att producera och konsumera reaktiv effekt. Detta eftersom kraftelektronikanslutna produktionsanläggningarna ofta har förmågan att producera och konsumera reaktiv effekt även då de inte producerar aktiv effekt. Det ökar planerbarheten kring den spänningsreglerande förmågan i elsystemet.

Idag nyttjas dock inte denna förmåga i någon stor utsträckning. Det beror bland annat på att de kraftelektronikanslutna produktionsanslutningarna nästan uteslutande är anslutna på distributionsnätets nivå. För att säkerställa en samhällsekonomiskt effektiv hantering av spänningsstabilitet i överföringssystemet är det viktigt att rätt incitament når även de anläggningar som ansluter på distributionsnätets nivå och att de spänningsregleringar som görs sedan når upp till stamnätet. Då behov av spänningsreglering även kan vara lokala är det på motsvarande sätt viktigt att lokala nätägare kan nå ut med behov och säkerställa respons från anslutna anläggningar.

5.1.2.1 Befintliga och planerade ekonomiska incitament reaktiv effektbalans

En planerad åtgärd för att bättre nyttja befintliga resurser är införandet av en reaktiv effektkomponent i transmissionsnätstariffen. Syftet med införandet är att ge långsiktiga ekonomiska incitament för stamnätets abonnenter att bidra med spänningsreglering till överföringssystemet. Incitamentet ska kunna vidareföras till kraftelektronikansluten elproduktion via den DSO som ansluter produktionsanläggningarna.

5.1.2.2 Befintlig kravställning reaktiv effektbalans

Idag finns både generella och platsspecifika krav i RfG och EIFS 2018:2 på kraftelektronikanslutna produktionsanläggningar som syftar till att skapa förmåga till spänningshållning och spänningsstabilisering. Enligt RfG ska den berörda systemansvarige ha rätt att bland annat ange vilket reglerläge en kraftparksmodul ska använda. Det görs genom platsspecifika krav. Den berörda systemansvarige ska också i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet ange kraven på förmåga att tillhandahålla reaktiv effekt i samband med varierande spänning för större moduler genom platsspecifika krav. Enligt EIFS 2018:2 ska större kraftparksmoduler minst ha förmåga till generering av reaktiv effekt motsvarande en tredjedel av den momentana aktiva effekten. Vid spänningsfall i reglerpunkten som medför att spänningen understiger 95 procent ska större kraftparksmoduler automatiskt övergå till automatisk

spänningsreglering och stödja spänningsfallet med reaktiv effekt. Innehavaren av det nät till vilket anläggningen är ansluten får dock justera dessa krav.

5.1.3 Nätformande egenskaper

Synkronisering innebär att många olika anläggningar och komponenter kan samverka i ett gemensamt och sammanhållet system. Konventionellt styrd kraftelektronikansluten produktion synkroniserar med elsystemet genom mätningar i anslutningspunkten. Omriktaren anpassar sig baserat på mätningen för att uppnå önskad inmatning av effekt. På så sätt "följer" omriktaren nätet, varför den styrningen av omriktare kallas för nätföljande ("Grid Following"). Om anslutningspunkten är svag blir det svårare för omriktaren att hinna anpassa sig, eftersom till exempel spänningen då ändras både mer och snabbare. Ett bättre sätt att styra omriktare är så kallad nätformande styrning ("Grid Forming") som förenklat synkroniserar omriktaren genom intern mätning. Styrningen ger bland annat bättre synkronisering av omriktare mot svagare nät men också möjlighet att bättre bidra till ö-drift och nätåteruppbyggnad. Teknikutveckling pågår för denna typ av funktion.

Kraftelektronikansluten produktion som anslutit till elsystemet har till stor del implementerat nätföljande styrning. Det innebär att anslutna anläggningar saknas dessa förmågor.

5.1.3.1 Befintliga ekonomiska incitament nätformande egenskaper

Det finns inte några tydliga ekonomiska incitament för kraftelektronikansluten elproduktion att implementera nätformande styrning och kontrollera anläggningens storheter på ett sådant sätt att anläggningen förblir ansluten till elsystemet under normaldrift. De incitament som finns är de kostnader som uppstår i den egna anläggningen, och eventuella obalanskostnader, som kommer av att fränkopplas systemet.

5.1.3.2 Befintlig kravställning nätformande egenskaper

Det finns idag ingen kravställning på nätformande styrning av kraftelektronikansluten produktion. Det saknas idag teknik för nätformande förmågor för vissa produktionsslag. En kravställning som inkluderar nätformande styrning är dock inkluderad i det förslag till ny RfG

som lämnats till Europeiska kommissionen³². EU-kraven kommer medföra en teknikutveckling inom EU.

5.1.4 Dämpning

5.1.4.1 Konventionell dämpning

I ett elsystem varierar ständigt frekvens och spänning. I samband med en störning kommer storheterna att påverkas och röra sig mot ett nytt jämviktsläge. I vissa fall kan förutsättningarna i elsystemet leda till att det nya läget inte nås direkt utan det uppstår en pendling. Om pendlingen är dämpad avtar den och svänger in till det nya jämviktsläget, om den är odämpad växer den och kan orsaka ytterligare störningar. För att dämpningen ska anses vara god måste pendlingen även klinga av tillräckligt snabbt. Pendlingar kan uppstå i flera systemparametrar, förutom frekvens och spänning också till exempel ström och effekt. I ett elsystem dominerat av synkrogeneratorer är pendlingar relativt långsamma.

Kraftelektronikansluten produktion kan bidra med dämpning för såväl effektpendlingar som för långsammare frekvenspendlingar (pendlingar i systemets medelfrekvens). Tekniken för dämpning av effektpendlingar för kraftelektronikansluten produktion är dock fortfarande en relativt omogen teknik där teknikutveckling pågår. Den finns inte heller tillgänglig för alla produktionsslag som till exempel solkraft.

5.1.4.2 Befintliga/kommande ekonomiska incitament konventionell dämpning

Dämpning av pendlingar i systemets medelfrekvens är sedan 2023 adresserat i ett av kraven för FCR-produkten. FCR kan dock, på grund av aktiveringstider, inte hantera väldigt snabba frekvensvariationer. Dessa skulle eventuellt kunna hanteras genom att på motsvarande sätt införa dämpningskrav på den snabbare FFR-produkten. Förutsättningarna av ett införande utreds av de nordiska systemoperatörerna.

Dämpning av andra typer av pendlingar, så som effektpendlingar, hanteras inte genom stödtjänster.

³² ACER proposes amendments to the electricity grid connection network codes | www.acer.europa.eu

5.1.4.3 Befintlig kravställning konventionell dämpning

Enligt RfG ska en kraftparksmodul kunna bidra till att dämpa effektpendlingar om detta anges av den berörda systemansvarige för överföringssystemet. I EIFS 2018:2 anges dock krav på att kraftparksmoduler ska ha dämpning av effektpendlingar, inom frekvensband (0,25-1 Hz), s.k. POD (power oscillation damping).

Dagens europeiska och nationella kravställning preciserar inte närmare hur dämpningen ska ske.

5.1.4.4 Resonans och omriktarstabilitet

I ett elsystem dominerat av omriktare finns risk för en annan typ av interaktionsfenomen. Denna typ av interaktion kallas resonans och omriktarstabilitet. Det finns därför ett behov att säkerställa dämpning i ett mycket bredare frekvensspektrum än tidigare, vilket ställer nya krav på styrning och metoder för analys och övervakning både under drift och i planeringsskedet.

Fenomen kopplade till omriktarstabilitet kan leda till att alla anläggningar i ett område kopplas från systemet samtidigt, vilket får stora negativa konsekvenser för driftsäkerheten.

För att säkerställa att en tillkommande kraftelektronikansluten anläggning inte negativt påverkar sig själv eller anläggningar i sin elektriska närhet, vare sig dessa är andra kraftproduktionsmoduler eller komponenter i nätet, är det viktigt att rätt analyser utförs för att kunna identifiera vilka åtgärder som måste tas för nätets fortsatta stabilitet. Dessa åtgärder kan exempelvis vara att bättre anpassa reglersystem så att anläggningen bättre samverkar med elsystemet i övrigt.

5.1.4.5 Befintliga ekonomiska incitament resonans och omriktarstabilitet

Det finns inga befintliga ekonomiska incitament för omriktarstabilitet för att säkerställa att den egna anläggningen inte negativt kan påverka anläggningar i dess elektriska närhet.

5.1.4.6 Befintlig kravställning resonans och omriktarstabilitet

I dagsläget hanteras kravställning på omriktarstabilitet inklusive krav på analyser och modelldata via anslutningsavtal och ser således olika ut från nätägare till nätägare. I många fall finns varken krav eller andra incitament som tillser att elnätsföretaget kan kontrollera omriktar- och

resonansinteraktioner mellan produktionsanläggningar och andra komponenter i nätet.

5.1.5 Störningstålighet

Överföringssystemets dimensioneringsregler innehåller N-1-kriteriet, vilket innebär att systemet ska dimensioneras för att vara störningståligt och klara ett bortfall av en godtycklig systemkomponent. Störningstålighet avser även behovet av störningstålighet i anläggningen och felströmsinmatning.

5.1.5.1 Feltålighet för spänningsavvikelser

Störningstålighet i form av feltålighet för spänningsavvikelser innebär att anläggningar och komponenter som är anslutna till elsystemet ska kunna förbi anslutna, det vill säga behålla synkroniseringen, i händelse av att spänningen avviker från dess normala värde. Om detta inte sker riskerar ett inledande fel leda till kaskadfel i systemet vilket skyddsåtgärder så som stödtjänster inte är anpassade för. Feltålighet för spänningsavvikelser avser både underspänningsfeltålighet och överspänningsfeltålighet. Dessa avser förmågan att förbli anslutna till systemet vid kortvarig underspänning respektive överspänning.

Kraftelektronikansluten produktion har förmåga till så väl underspännings- som överspänningsfeltålighet.

5.1.5.2 Felström

För att säkerställa att fel, till exempel en kortslutning i elsystemet, hanteras korrekt är det viktigt att kunna koppla bort felaktiga delar snabbt och säkert. Vid ett fel spelar den felström som matas in av olika anläggningar stor roll för hur stor spridning störningen får i nätet. Felström behövs även för att skyddssystemen ska kunna detektera och koppla bort fel på ett korrekt sätt.

Kraftelektronikansluten produktion har förmåga till såväl feltålighet som felströmsinmatning.

5.1.5.3 Störningstålighet frekvens

Störningståligheten vid frekvensavvikelser avser anläggningens förmåga att förbli ansluten till systemet vid avvikelser i frekvens. Eftersom frekvens är en global parameter som är gemensam för hela synkronområdet är det mycket viktigt att anläggningarna förblir anslutna vid kortvariga frekvensavvikelser. Om så inte är fallet riskerar ett stort

antal anläggningar samtidig bortkoppling vilket innebär ett sammanlagt fel som är betydligt större än vad systemet är dimensionerat för.

5.1.5.4 Befintliga ekonomiska incitament störningstålighet

Det finns inget tydligt ekonomiskt incitament för störningstålighet förutom den obalanskostnad som eventuellt uppstår vid frångående. Om frångåendet är kortvarigt innebär dock detta en mycket begränsad kostnad.

5.1.5.5 Befintlig kravställning störningstålighet

RfG och EIFS 2018:2 anger flera generella krav som gäller störningstålighet. Till exempel är tålighet mot underspänning reglerat. Däremot finns inte krav för överspänning. Krav gällande överspänning föreslås i den reviderade versionen av RfG³³.

Enligt RfG har den berörda systemansvarige i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet rätt att fastställa att en kraftparksmodul ska kunna tillhandahålla snabb felström vid anslutningspunkten i händelse av fel. Den berörda systemansvarige ska också i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet fastställa bland annat egenskaperna hos den snabba felströmmen.

När det gäller frekvensstabilitet anger RfG exempelvis att den berörda systemansvarige för överföringssystemet ska ha rätt att fastställa att kraftparksmoduler ska kunna tillhandahålla syntetisk tröghet under mycket snabba frekvensavvikelse.

5.1.6 Återsynkronisering

I en sådan situation där en delvis eller fullständig nätkollaps uppstår måste elsystemet snabbt kunna återuppbyggas, genom att återansluta anläggningar, elproduktion och elanvändning, och med bibehållen stabilitet återställa elsystemet till normaldrift.

Återuppbyggnad kräver särskilda förmågor som dödnätsstart och frekvensreglering med anpassad inställning för att fungera i olika faser av uppbyggnaden. Återuppbyggnad baseras idag på produktion som är planerbar och särskilt den som är reglerbar. Även egenskaper hos

³³ [ACER proposes amendments to the electricity grid connection network codes | www.acer.europa.eu](http://www.acer.europa.eu)

intermittent och kraftelektronikansluten produktion är dock viktig för förmågan när återuppbyggnaden pågår. Om dessa anläggningar har förmåga att snabbt återsynkronisera till elsystemet och producera som innan störning underlättas återgången till normal drift.

5.1.6.1 Befintliga ekonomiska incitament återsynkronisering

Visst ekonomiskt incitament finns då en anläggning som saknar möjlighet att relativt snabbt ansluta till systemet riskerar inkomstbortfall under en relativt lång tid.

5.1.6.2 Befintlig kravställning återsynkronisering

RfG ställer generella krav på att kraftelektronikansluten produktion ska ha teknisk förmåga att återsynkronisera till elsystemet inom 15 minuter, eller kunna övergå till husturbindrift. Det finns dock inget krav på att denna förmåga ska vara aktiverad, det vill säga att anläggningen ska återsynkronisera efter störning.

6 Svenska kraftnät ser behov av uppdaterat nationellt regelverk inom driftsäkerhet

I detta kapitel redogör Svenska kraftnät för sin syn på behovet av ett uppdaterat nationellt regelverk för att säkerställa att kraftelektronikansluten elproduktion och batterilager på ett långsiktigt hållbart sätt kan bidra till driftsäkerheten. Kapitlet redogör också för Svenska kraftnäts syn på vilka frågor som myndigheterna tillsammans behöver tydliggöra för att underlätta processen för nationell kravställning.

Regeringen har givit Svenska kraftnät, Ei och Energimyndigheten i uppdrag att gemensamt analysera hur det nationella regelverket för integrering och nätanslutning av elproduktionsanläggningar bör uppdateras så att kraftelektronikansluten elproduktion såsom vind- och solkraft och batterilager på ett långsiktigt hållbart sätt kan bidra till driftsäkerheten i elsystemet. I skälen till uppdraget konstateras att med en större mängd vind- och solkraft i elsystemet ökar behovet av att kraftslagen i högre grad än i dag bidrar till leveranssäkerhet och försörjningstrygghet i Sverige. Svenska kraftnät instämmer i detta konstaterande. För att kraftelektronikansluten elproduktion ska bidra till driftsäkerheten på ett långsiktigt hållbart sätt bedömer Svenska kraftnät

att det är motiverat och nödvändigt att förändra kravställningen på dessa anläggningar.

Svenska kraftnät bedömer att en förutsättning för att ett system med stor andel kraftelektronikansluten produktion ska fungera effektivt är att den kraftelektronikanslutna produktionen och batterilager bidrar till systemets driftsäkerhet på motsvarande sätt som traditionellt synkron kraftproduktion gör.

Det är till viss del möjligt att ersätta förmågor från anslutna produktionskällor med att nätägaren investerar i egen utrustning. Redan idag hanteras driftsäkerheten i överföringssystemet med en kombination av förmågor från nätbolagens egen utrustning och bidrag från anslutna anläggningar. Svenska kraftnät genomför också omfattande investeringar för att ytterligare förstärka överföringssystemet. Att flytta en större del av förmågan till elnätsföretagets anläggningar kräver dock förutom elektriska apparater också ett starkare, mer maskat nät. Det riskerar att bli samhällsekonomiskt kostsamt och därmed resultera i höga nättariffer och balansansvarsavgifter. Att lösa systemets driftsäkerhet genom en kraftigt utbyggd nätinfrastuktur kommer också att ta mycket lång tid jämfört med att nyttja de förmågor som redan finns eller kan finnas i anslutna anläggningar. Svenska kraftnät anser det därför positivt att intermittenta och variabla kraftslag ska ges förutsättningar att bidra med förmågor för ett leveranssäkert elsystem i högre grad än idag, vilket regeringen ger uttryck för i uppdraget.

6.1 Möjligt att besluta om reglering som är mer långtgående än gemensam europeisk rätt

En viktig del i att säkerställa ett driftsäkert elsystem även i framtiden är det uppdaterade europeiska regelverk i form av ny nätkod för anslutning, RfG, som är under framtagande. Tidpunkten för när europeiska kommissionen kan fatta beslut om nytt regelverk är dock mycket osäker. Kommissionen har kommunicerat att processen är pausad och inget beslut väntas tas under 2025. När ett nytt regelverk väl har beslutats väntas också en införandetid på tre år. Det innebär att ett nytt gällande regelverk för anslutning ligger många år bort i tiden. De anläggningar som krävställs och ansluts till elsystemet under de år som passerar innan det nya regelverket träder i kraft kommer att lyda under de gamla, otillräckliga kraven under hela sin livslängd, eller till dess stora ombyggnationer av anläggningen sker.

För anslutning av batterilager finns i nuläget ingen europeisk eller nationell reglering.

Svenska kraftnät gör bedömningen att det är möjligt för medlemsstater att besluta om reglering som är mer långtgående än gemensam europeisk rätt givet att vissa förutsättningar är uppfyllda.

Bedömningen baseras bland annat på att det i artikel 4.2 i) i fördraget om Europeiska unionens funktionssätt framgår att unionen och medlemsstaterna har delade befogenheter på energiområdet och av artikel 5.2 fördraget om Europeiska unionen framgår att utifrån principen om tilldelade befogenheter ska unionen endast handla inom ramen för de befogenheter som medlemsstaterna har tilldelat den i fördragen för att nå de mål som fastställs där. Varje befogenhet som inte har tilldelats unionen i fördragen ska tillhöra medlemsstaterna.

Vidare framgår av artikel 58.2 i elmarknadsförordningen att nätverkskoder och riktlinjer

a) ska säkerställa att de föreskriver den grad av harmonisering som minst behövs för att uppnå elmarknadsförordningens syften,

b) ska beakta regionala särdrag, om så är lämpligt,

c) får inte gå utöver vad som är nödvändigt med avseende på tillämpningen av led a, och

d) får inte påverka medlemsstaternas rätt att fastställa nationella nätföreskrifter som inte har någon inverkan på handeln mellan elområden.

Av detta följer att medlemsstaterna behåller befogenheten att anta regler och krav som rör anslutning till överföringsnät, förutsatt att dessa nationella regler inte påverkar handeln mellan elområden och inte strider mot gällande EU-rätt. Eftersom nätföreskrifterna fastställer minimikrav för harmonisering behåller medlemsstaterna därmed befogenheten att anta strängare eller ytterligare krav som syftar till mål av allmänintresse (såsom överföringssystemets stabilitet och tillförlitlighet). "Strängare" krav avser att höja nivån på befintliga krav. "Ytterligare" krav kan antingen vara andra väsentliga krav eller krav som omfattar andra typer av anläggningar.

Det kan också noteras att det i RfG ingresspunkt 7 konstateras att "Olika synkrona elsystem i unionen har olika egenskaper som måste beaktas vid fastställandet av kraven för generatorer. Det är därför lämpligt att beakta regionala särdrag vid fastställandet av regler för nätanslutning enligt

kraven i artikel 8.6 i förordning (EG) nr 714/2009". I nu gällande RfG och i förslag till kommande RfG tas hänsyn till regionala särdrag inom synkronområdena. Detta tyder på en medvetenhet även när kommissionsförordningar tas fram att det finns regionala särdrag. I den mån dessa särdrag inte regleras eller inte regleras tillräckligt i kommissionsförordningar finns det således ett behov av kompletterade nationell lagstiftning.

6.2 Syftet med en uppdaterad nationell reglering av kraftelektronikansluten produktion och batterilager

RfG trädde i kraft 17 maj 2016 och tillämpas från och med april 2019. Under de år som passerat sedan införande har viktiga erfarenheter gjorts kring kravställningen. Samtidigt har elsystemet utvecklats och behovet av reglering förändrats. Sammantaget ser Svenska kraftnät därför ett behov av att uppdatera det nationella regelverket för anslutning av kraftelektronikansluten produktion och batterilager. Syftet med en uppdaterad nationell reglering är främst att tidigarelägga ändringar som väntas komma i uppdaterad RfG, tydliggöra platsspecifika krav, flytta ansvar för kravställning från DSO till TSO för vissa krav samt att säkerställa en grundläggande kravställning för batterilager.

6.2.1 Tidigarelägga ändringar som väntas komma i uppdaterad RfG

I en uppdaterad nationell reglering är det möjligt att tidigarelägga några av de ändringar som väntas komma med i den planerade uppdateringen av RfG. Detta är förändringar som på europeisk nivå har bedömts vara nödvändiga för ett välfungerande elsystem. Svenska kraftnäts bedömning är att flera av dessa förändringar är så viktiga att man inte bör vänta på en beslutad RfG och sedan en införandetid om tre år. Detta särskilt i ljuset av att det i nuläget inte finns en tidplan för när Europeiska kommissionen ska besluta om en uppdaterad RfG och att tidigare kommunicerad tidplan vid flera tillfällen förskjutits framåt i tid.

6.2.2 Tydliggöra platsspecifika krav

RfG omfattar vissa krav som inte är generella utan platsspecifika. Det innebär att villkoren ska samordnas mellan olika parter så som anslutande part, berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet. För vissa av dessa platsspecifika krav bedömer Svenska kraftnät att samma kravbild alltid bör appliceras. Genom att i

förför tydliggöra Svenska kraftnäs förslag på tillämpning av dessa krav kan samordningsprocessen förenklas och tiden fram till driftmeddelande³⁴ kortas.

6.2.3 Flytta ansvar från DSO till TSO för vissa krav

Vissa krav ska enligt RfG beslutas av anslutande DSO trots att de påverkar hela systemets driftsäkerhet. Detta är ett problem som är specifik för svenska förhållanden. I övriga Europa ansluter en stor andel av större produktionsanläggningar direkt till berörd TSO som därmed blir kravställande. Så ser det inte ut i Sverige där ägarstrukturen för elnät på olika spänningsnivåer samt skrivningen i Ellagen 4 kap §3 om att produktion i första hand ska ansluta till lokalnätet, leder till att i stort sett all ny produktion ansluter till en DSO. Svenska kraftnät anser att det därför med stöd av artikel 7.9 i RfG ska utredas om ansvaret för att fastställa projektspecifika krav, för vissa artiklar och paragrafer, ska flyttas från berörd DSO till TSO.

6.2.4 Behov av nationell reglering av batterilager

En uppdaterad nationell reglering bör också tillse en grundläggande kravställning på batterilager. Eftersom batterilager är en relativt ny företeelse omfattas det i dagsläget inte av någon kravställning i någon nätkod. Svenska kraftnät anser att bristen på grundläggande kravställning för batterilager riskerar Svenska kraftnäs möjlighet att säkerställa driftsäkerhet i det svenska överföringssystemet. Summan av den redan installerade och planerade batterikapaciteten överstiger idag den totala installerade kapaciteten kärnkraft i Sverige. Att det trots detta inte finns någon grundläggande kravställning för denna omfattande batterikapacitet utgör en stor risk för säkerställandet av den systemsäkerhet som Svenska kraftnät har att ansvara för i det svenska elsystemet.

Den snabba utvecklingen medför att det finns ett behov av att inkludera batterilager i nätkoder och den naturliga platsen är i RfG. I det förslag på reviderad RfG som nu ligger hos kommissionen är batterilager också inkluderat. Eftersom det kommer att dröja innan en ny reviderad version av RfG börjar gälla finns det behov av en nationell kravställning på batterilager som kan börja gälla snabbare. Det krävs dock ytterligare

³⁴ Ett driftmeddelande är ett formellt godkännande från nätägaren att en kraftparksmodul får spänningsättas, vilket är en föregångare till att få börja producera el. Detta meddelande regleras av RfG,

analys för att ta fram ett färdigt förslag på kravställning samt underlag som motiverar denna.

Svenska kraftnät bedömer att bemyndigandet i 19 § förordning (2023:241) ger Ei möjlighet att fastställa de krav på batterilager som är nödvändiga för driftsäkerheten i det nationella elsystemet. Om Ei inte delar den bedömningen och därmed inte anser att bemyndigandet i 19 § förordning (2023:241) ger dem utrymme att fastställa en kravställning på batterilager anser Svenska kraftnät att det föreligger behov av att säkerställa att en generell kravställning på batterier regleras genom lagstiftning.

En kravställning för nätanslutning av batterilager finns redan framtagen i delar av det nordiska synkronområdet. Den finska systemoperatören Fingrid har tagit fram och publicerat en kravställning på batterilager³⁵. De krav som Fingrid har tagit fram och publiceras har godkänts av den finska tillsynsmyndigheten.

6.3 Identifierade behov av kravställning kopplat till driftsäkerhet

Svenska kraftnät har utifrån de förmågor som beskrivs i Kapitel 5 identifierat ett antal områden där det finns behov av förändringar i generell kravställning eller i hanteringen av platsspecifika krav. I arbetet med regeringsuppdraget har myndigheterna dessutom gemensamt kommit till slutsatsen att för att det ska vara möjligt att fatta beslut om ny reglering behöver ett antal frågeställningar och processer tydliggöras.

För var och en av förmågorna nedan behöver det därmed, innan en föreskrift tas fram, tydliggöras vad som ska regleras genom generell kravställning och vad som ska regleras genom platsspecifika krav. Det behöver också tydliggöras om kravställningen sker med stöd i RfG eller i nationell lagstiftning, samt hur kraven förhåller sig till nuvarande och planerade stödtjänster. Detta är ett arbete som pågår i samordning med Ei.

³⁵ [sjv2024---unofficial-english-translation.pdf](#) (Fingrid 2024)

6.3.1 Aktiv effekt

Svenska kraftnät ser behov av att justera kravställningen för frekvensreglerande funktioner för att harmonisera dessa krav mellan Sverige och kontinenten, samt förbättra samverkan mellan den kravställda frekvensregleringen och den marknadsbaserade frekvensregleringen. Utöver detta ser Svenska kraftnät behov av vissa förtydliganden för att förenkla anslutandet av ny produktion.

6.3.2 Reaktiv effekt

Svenska kraftnät ser behov av en kravbild för reaktiv effekt som i huvudsak syftar till att harmonisera och ange miniminivåer för förmågor nationellt. De största nätägarna har tillsammans med Svenska kraftnät kommit överens om att reglermod spänningsreglering är att föredra över alternativa reglermoder. Genom att införa det överenskomna i reglering säkerställs att förmågan görs tillgänglig i större delen av elsystemet.

6.3.3 Störningstålighet

Svenska kraftnät ser behov av att kraven på frekvens- och spänningstålighetsförmågor i anslutna anläggningar utökas något. Många anläggningar har inneboende förmågor utöver det som idag kravställs. Däremot ställs skydden i många kraftproduktionsanläggningar till de kravställda minimigränserna, och inte till de gränser som anläggningen fysiskt har förmågan att genomrida utan risk för anläggningen. Detta medför ökade och onödiga risker för driftsäkerheten.

Svenska kraftnät ser även behov av att ändra de nätförutsättningar som används för beräkning av feltåligheten till att bättre efterlikna verkliga förutsättningar. Förslaget syftar till att förbättra förutsättningarna för elsystemet att genomrida en större störning som inte kopplas bort. En sådan ändring leder också till förutsättningar som tydligare harmoniserar med övriga Norden och Europa. Svenska kraftnät föreslår därmed inte en generell skärpning av kraven men däremot en skärpning av kraven på större anläggningar anslutna på högre spänningsnivåer. Svenska kraftnät föreslår att feltåligheten i dessa anläggningar ska utgå från ett permanent fel istället för tillfälligt fel vilket är i linje med N-1-kriteriet.

6.3.4 Dämpning

Dämpning av effektpendlingar ses som en nödvändighet i det framtida elnätet. Funktionaliteten kravställs i sin mest grundläggande form redan i RfG med tillhörande EIFS 2018:2. Utan tydlig reglering riskerar dock

funktionen utvecklas och implementeras på ett sätt som inte är robust och i värsta fall kan medföra förstärkning av pendlingar istället för dämpning. Svenska kraftnät ser därför behov av att den krävda funktionaliteten förtydligas i nationell reglering.

Med robust och pålitlig dämpning av pendlingar kan nätets överföringsförmåga förbättras, vilket kan underlätta integrering av mer förnybar produktion.

6.3.5 Snabb återsynkronisering

Svenska kraftnät ser behov av en kravställning som förtydligar vad det betyder att ha blivit bortkopplad på grund av ett fel, hur och när förmågan till återsynkronisering ska vara tillgänglig, och att en kraftproduktionsmodul antingen ska kunna gå i husturbindrift eller vara snabbstartad. Om förmågan till återsynkronisering inte är tydligt reglerad förlängs tiden för återgång till planerad drift, även efter ett mindre fel, längre än nödvändigt och förvärrar elsystemets förmåga att genomrida fel.

6.4 Beredning av uppdaterad kravställning

De behov av justerad kravställning som Svenska kraftnät har identifierat berör både kravställning med stöd i RfG och kravställning med stöd i nationell lagstiftning³⁶. Flertalet av de förändringar som Svenska kraftnät anser behövs, bland annat kravställning på batterilager och ändringar som innebär att tidigare lägga de krav som väntas beslutas i en uppdaterad RfG, sker med stöd i nationell lagstiftning.

När det gäller krav med stöd i RfG styr RfG artikel 7 *Regleringsaspekter* hur en uppdatering ska beredas av Svenska kraftnät. När det gäller krav med stöd i nationell lagstiftning finns ingen motsvarande reglering av vilken typ av utredning eller motivering som Svenska kraftnät ska lämna till Ei för att Ei ska utvärdera en uppdatering enligt Svenska kraftnäts förslag. Förordning (2024:183) om konsekvensutredningar³⁷ reglerar att en konsekvensutredning ska tas fram och dokumenteras inför att en förvaltningsmyndighet ska besluta om föreskrifter eller allmänna råd.

³⁶ 19 § Förordning (2023:241) om det nationella elsystemet | Sveriges riksdag

³⁷ Förordning (2024:183) om konsekvensutredningar | Sveriges riksdag

Förordning reglerar dock bara skyldigheten för den myndigheten som ger ut föreskriften, i detta fall Ei.

Svenska kraftnät anser liksom övriga myndigheter att det är viktigt att förändringar i kravställningen motiveras väl. De förmågor som Svenska kraftnät önskar reglera genom kravställning är sådana som generellt lämpar sig dåligt för marknadslösningar. Det gäller typiskt förmågor där frånvaro av bidrag från en anläggning inte kan kompenseras av ett ytterligare bidrag från en annan anläggning.

Flera av de identifierade områdena rör förmågor som redan idag är reglerade genom kravställning, eller som förväntas inkluderas i kommande uppdaterade RfG. Det har därmed redan utretts, på gemensam europeisk nivå, att kravställning är det mest ändamålsenliga och effektiva verktyget för att säkerställa dessa nödvändiga förmågor.

Processen för att ta fram nationella regelverk är utmanande och Svenska kraftnät ser ett behov av att tillsammans med Ei tydliggöra och effektivisera denna, inklusive samordning mellan myndigheterna vid framtagning av den konsekvensanalys som krävs för uppdateringar av föreskrifter.

Innan en kravställning kan fastställas behöver även frågan om lämplig införandetid klargöras samt huruvida det ska utgå någon ekonomisk ersättning till anläggningsägare för att de uppfyller de krav som ställs.

7 Energimyndighetens syn på uppdaterat regelverk

Enligt RfG ska vissa krav specificeras genom nationella kravnivåer. I Sverige sker detta genom att Svenska kraftnät fastställer krav, som Ei godkänner genom att besluta om krav i föreskrifter. Energimyndigheten har ingen roll i processen att ta fram förslag eller besluta om nationella kravnivåer, däremot är det myndighetens roll att synliggöra elsystemets behov.

Energimyndigheten konstaterar i olika scenarier och analyser att det som mest kostnadseffektivt tillgodoser elsystemet behov utifrån samhällets elektrifiering på kort sikt är idag en ökad utbyggnad av vind- och solkraft (kraftelektronikansluten kraftproduktion). Den utbyggnaden kommer leda till en högre grad av decentraliserad elproduktion. Sårbarheten för störningar på det överliggande nätet minskar genom att beroendet

gentemot enskilda storskaliga och kritiska anläggningar minskar. Ett elsystem med mer geografiskt utspridd elproduktion, energilager och flexibilitet kan öppna upp för större möjligheter till ö-drift och liknande tekniska lösningar vilka är viktiga i krissituationer, omfattande störningar och nätsammanbrott. En sådan utveckling kan minska effekten av enskilda händelser i elsystemet.

Energimyndigheten delar bedömningen att risken för effektbrist åtminstone i perioder kan komma att öka i framtiden. Som grund för den bedömningen ligger de stora förändringar som elsystemet står inför och utmaningen i att användning och utbyggnad av produktion och elnät kommer att behöva utvecklas i takt, både ur ett tidsmässigt och geografiskt perspektiv, utifrån transmissionsnätets överföringsbegränsningar. Samtidigt behöver produktion och användning kunna balanseras på alla nivåer (stam-, region och lokalnät) för att bibehålla driftsäkerheten.

En förutsättning för att klara en storskalig utbyggnad av elproduktion och tillhörande infrastruktur på relativt kort tid, är att det finns regelverk och processer som är ändamålsenliga i en tid av snabb förändring. Det är också viktigt att undvika specialbestämmelser som kan hindra specifika kraftslag, samt utveckla processer och lagstiftning där det finns stora behov, så som för havsbaserad vindkraft och kärnkraft.

Svenska kraftnät framhåller behovet av en uppdaterad nationell reglering av produktionsanläggningar för att säkerställa att kraftelektronikansluten produktion bidrar med de förmågor som krävs för ett driftsäkert elsystem. Ei har i sin granskning och bedömning funnit att det inte är möjligt att i nuläget besluta om de krav som Svenska kraftnät föreslagit.

Energimyndigheten anser att det är viktigt att elnäten ges möjlighet att utvecklas på det sätt som krävs för att möta utmaningarna som kommer av ett elsystem med mer väderberoende elproduktion, ändrad elanvändning och ökad elektrifiering i olika delar av samhället. För att kraftelektronikansluten elproduktion ska användas effektivt och bidra med rätt förmågor kan det behövas ställas krav. Vid kravställning behöver dock långsiktig kostnadseffektivitet eftersträvas och att regleringen inte i onödan missgynnar nödvändiga investeringar i elnäten.

Energimyndigheten är därför av ståndpunkten att införandet av ytterligare nationella regler åtminstone bör föregås av en konsekvensutredning samt följas upp kontinuerligt vid ett införande.

8 Ei:s bedömning av behoven av ett uppdaterat regelverk

I det här avsnittet redogör Ei för sin syn på hur nationella krav bör utformas för att säkerställa ett kostnadseffektivt och robust energisystem.

8.1 Krav i föreskrifter ska ändras för att bättre stötta de energipolitiska målen

Regeringen har givit Svenska kraftnät, Ei och Energimyndigheten i uppdrag att gemensamt analysera hur det nationella regelverket för integrering och nätanslutning av elproduktionsanläggningar bör uppdateras så att kraftelektronikansluten elproduktion såsom vind- och solkraft och batterilager på ett långsiktigt hållbart sätt kan bidra till driftsäkerheten i elsystemet. Det ska ses i ljuset av att Sverige ska ha en kostnadseffektiv energiförsörjning med låg negativ påverkan på hälsa, miljö och klimat samt att omställningen till ett ekologiskt hållbart samhälle ska underlättas³⁸. Sverige behöver öka sin elproduktion kraftigt de kommande åren för att möta ett växande behov av el, särskilt inom industrin och transportsektorn. Regeringens planeringsmål³⁹ innebär att elsystemet ska klara att leverera 300 TWh till 2045, vilket är en fördubbling jämfört med dagens elanvändning. Att realisera den målsättningen blir onödigt dyr om regelverken inte är kostnadseffektiva och tydliga.

Krav på produktionsanläggningar kan bidra till driftsäkra elnät på ett kostnadseffektivt och långsiktigt hållbart sätt om kraven reglerar funktioner som behövs för stödtjänster. Utöver det ska krav ställas på anläggningar så att de har tillräcklig robusthet att motstå vissa störningar i elnäten som inte elnätsföretag kan undvika.

Det är viktigt att krav utformas med beaktande av hur kravställda funktioner och förmågor ska nyttjas i form av stödtjänster. Ei anser att nätföretag behöver fortsätta att utveckla de stödtjänster som krävs för driften av elnäten på grund av omställningen till ett hållbart samhälle. Ei

³⁸ Mål för energipolitiken - Regeringen.se

³⁹ Prop. 2023/24:105 Energipolitikens långsiktiga inriktning

noterar att det finns en stor och outnyttjad potential för nätföretagen att genom stödtjänster nyttja de funktioner och förmågor som redan anslutna anläggningar har, eller med ganska enkla medel kan skaffa. Det skulle, på ett kostnadseffektivt sätt och på kort sikt, möjliggöra att nätföretagen säkerställer att nödvändiga förmågor som krävs för elnätens drift finns. Det krävs inga regeländringar för denna utveckling av stödtjänster, se mer i avsnitt 8.2.1.

Ei har hittills inte kunnat nå slutsatsen att det är motiverat att göra ändringar i de nationella kraven när det gäller produktionsanläggningars tekniska funktioner eller förmågor. Regeländringar är en långsiktig åtgärd, bland annat eftersom nya krav på kort sikt endast påverkar en liten del av alla till elnätet anslutna anläggningarnas förmågor. Om krav som driver höga kostnader införs kan det medföra att det byggs färre produktionsanläggningar, det innebär att förmågorna ändå inte finns att anskaffa. Det måste beaktas när nyttorna med kraven utreds. Ei har också funnit att de systemansvarigas möjligheter att fastställa krav, med stöd av RfG, inte nyttjas fullt ut ännu. Kopplingen mellan krav och stödtjänster är inte tillräckligt utredd, och inte heller vad det skulle innebära om RfG kan nyttjas bättre.

Ei noterar också att ändringar av nationella metoder för hur krav ska verifieras inte får medföra omotiverade skärpningar av kravnivåer. Om metoder ändras för att vara i linje med andra EU-länder kan kravnivåer därför behöva justeras, bland annat feltålighet är ett exempel där Ei ser behov av ytterligare utredning innan metoden kan ändras. Det är viktigt att kravställningen i Sverige så långt som möjligt är harmoniserad med övriga EU, och att krav endast väsentligt avviker från övriga EU om det är nödvändigt, se mer i avsnitt 8.2.4.

Mot bakgrunden ovan har Svenska kraftnät och Ei enats om att förslagen till krav som tidigare lämnats in till Ei av Svenska kraftnät behöver utredas vidare. Det är därmed inte längre aktuellt att fatta beslut om dessa krav. I avsnitt 8.2.2 beskrivs hur arbetet med att nyttja RfG bättre genom att i föreskrifter reglera hur platsspecifika krav ska fastställas.

I översynen av krav i EIFS 2018:2 har Ei funnit behov av att göra ändringar av kraven för att säkerställa att kraven är tydliga, ändamålsenliga och stöttar utvecklingen av stödtjänstemarknaderna. Ei har funnit att det finns

krav i föreskrifterna som, enligt kommissionsförordningarna RfG eller ER⁴⁰, ska fastställas som platsspecifika krav eller ska regleras genom systemskyddsplanen. Dessa krav bör tas bort från föreskrifterna. Det innebär inte i praktiken att kravställningen tas bort, endast att regleringen görs tillämplig på det sätt som anges i kommissionsförordningarna RfG och ER, och att det blir lättare att göra justeringar i kravställningen.

Ei arbetar med att anpassa kraven i EIFS 2018:2 utifrån följande principer:

- Det finns krav i föreskrifterna som begränsar den flexibilitet i kravställning som RfG medger. Sådana krav i föreskrifter ska tas bort eller anpassas för att bibehålla principerna för tillämpning och utformning av krav enligt RfG.
- Krav i föreskrifter bör reglera hur elmarknadens aktörer ska samordna sig inför fastställande av platsspecifika krav, enligt RfG. Ei utreder detta närmare tillsammans med en extern referensgrupp, där även Svenska kraftnät ingår.
- Kopplingar mellan RfG och krav i föreskrifter ska anges så att det är tydligt hur regelverken ska läsas gemensamt.

Dessa ändringar av föreskrifterna kommer att svara på flera av de behov av förändringar som Svenska kraftnät har identifierat i avsnitt 6.3.

Ei anser dock inte att det är möjligt att besluta om sådana krav som ACER har föreslagit i version 2 av RfG eller nationella krav på batterier, ser mer i avsnitt 8.2.3 och 8.2.4.

8.2 Ei:s slutsatser gällande nya och ändrade krav i föreskrifter

I avsnitten nedan redovisas några av Ei:s principiella slutsatser om krav i föreskrifter.

8.2.1 Krav ska utformas så att kravställda förmågor nyttjas genom stödtjänster

Marknadsbaserade åtgärder är det primära verktyget för att uppnå önskade förändringar, exempelvis så att elsystemet erhåller nödvändiga förmågor, se mer i kapitel 5. Syftet med regelverkens krav, att

⁴⁰ KOMMISSIONENS FÖRORDNING (EU) 2017/2196 av den 24 november 2017 om fastställande av nätföreskrifter för nödsituationer och återuppbyggnad avseende elektricitet

elnätsföretag ska anskaffa stödtjänster på ett marknadsorienterat sätt, är att hålla samhällskostnaderna låga. En effektiv marknad medför att den marknadsaktören med lägst kostnader kan erbjuda förmågan i form av en stödtjänst till lägst pris. När krav fastställs i föreskrifter om vilka tekniska funktioner en anläggning ska ha, måste kraven således utformas utifrån vilka stödtjänster som ska utvecklas och hur kraven kopplar till utformningen av kommande stödtjänster.

Ei konstaterar att inte alla befintliga konstruktionskrav på produktionsanläggningar, i RfG och föreskrifter, har nyttjats i stödtjänster ännu. Det finns också många produktionsanläggningar med de förmågor som elnätsföretag behöver, men som inte nyttjas eftersom nätföretag inte har utformat stödtjänster för att anskaffa dessa förmågor. Det finns således en potential som inte har nyttjats när det gäller utveckling av stödtjänster för en kostnadseffektiv upphandling av förmågor som krävs för elnätets drift. Det här är särskilt viktigt eftersom tjänsterna kan nyttja sådana funktioner som redan anslutna produktionsanläggningar har. Dessa åtgärder kan vidtas utan att invänta en revidering av RfG eller nya/ändrade krav i föreskrifter och är därför en viktig åtgärd redan på kort sikt.

Ei anser också att nya krav inte är ett effektivt verktyg för att säkerställa driftsäkerheten på kort sikt. Nya krav på nya anläggningar kommer bara att utgöra en liten andel av alla anslutna anläggningar som producerar el vid olika tillfällen. De kommer därför inte att kunna säkerställa att systemet har de förmågor som behövs, när de behövs. Om kraven dessutom medför att färre nya produktionsanläggningar installeras och att anläggningar inte byggs om eftersom kraven då blir tillämpliga och orsakar väsentliga kostnader, försenas nyttorna ytterligare.

Ei anser att det är ändamålsenligt och kostnadseffektivt att elnätsföretag säkerställer förmågorna som behövs genom att fortsätta att utveckla teknikneutrala stödtjänster. Genom det kan elnätsföretag avropa förmågorna som stödtjänster även från befintliga anläggningar, och även säkerställa att anläggningarna är i drift vid tillfället då deras förmågor behövs. Det skulle även möjliggöra för synkront anslutna anläggningar, med inneboende förmågor, att bidra till systemets driftsäkerhet. Det är utifrån det perspektivet inte alltid motiverat eller kostnadseffektivt att alla produktionsslag ska ha alla funktioner.

Sammanfattningsvis måste det vara utrett om krav på funktioner och förmågor behövs för elnätsföretagens stödtjänster, och på vilket sätt de ska nyttjas, innan Ei kan fatta beslut om generella krav i föreskrifter. Det

är uppgifter som elnätsföretag måste tillhandahålla Ei med eftersom det är elnätsföretagen som ansvarar för utvecklingen av de stödtjänster som behövs för elnätens drift.

8.2.2 Nya krav i föreskrifter gällande fastställande av platsspecifika krav ska utredas

RfG harmoniserar kravställningen för produktionsanläggningar men innehåller en stor andel icke uttömmande krav⁴¹. En sammanställning genomförd av ENTSO-E⁴² visar att ca 75 % av kraven inte är fullständigt specificerade. Vissa krav ska fastställas som nationella krav av Svenska kraftnät, dessa krav ska granskas och godkännas av Ei. De nationella kraven beslutas av Ei genom att de anges som krav i Ei:s föreskrifter. Andra (platsspecifika) krav ska, eller får, fastställas av det distributionsnätsföretag som ansluter en anläggning (berörd systemansvarig). I många fall ska krav fastställas efter samordning med Svenska kraftnät och/eller anläggningsägaren. De platsspecifika kraven kan användas för att reglera förmågor som aktiv och reaktiv effektbalansering, spänningsreglering samt återsynkronisering.

Att behålla den flexibla kravställning som platsspecifika krav innebär och som RfG ger systemansvariga stöd att fastställa är viktigt. Att ta bort denna flexibilitet genom att fastställa kraven i föreskrifter riskerar bland annat att anslutningstiden förlängs, de administrativa kostnaderna ökar och därmed att kostnaderna ökar för anslutning och byggnation av produktionsanläggningar i Sverige. Ei:s möjlighet att pröva om kraven för anslutning är skäliga försämras också, det är särskilt relevant för platsspecifika krav som kan vara motiverade under vissa förutsättningar men inte andra. Processen att fastställa platsspecifika krav måste dock fungera väl om möjligheterna till kravställning av systemansvariga ska nyttjas fullt ut.

Ei har tagit emot klagomål från producenter och elnätsföretag som indikerar att platsspecifika krav ofta fastställs för sent och utformas på ett otydligt sätt. Denna bild bekräftas av de tillsynsinsatser som Ei just nu genomför⁴³. Ei kan utifrån detta konstatera att samordningen mellan elnätsföretag inte alltid fungerar väl. Problemen medför att platsspecifika

⁴¹ Icke uttömmande krav är inte fullständigt specificerade, de får fastställas nationellt eller av systemansvariga.

⁴² Parameters of Non-exhaustive requirements, ENTSO-E Guidance document for national implementation for network codes on grid connection

⁴³ <https://ei.se/om-oss/nyheter/2025/2025-10-24-brister-vid-anslutning-av-vindkraftparker>

krav som är relevanta för transmissionsnätets driftsäkerhet inte alltid fastställs. Kraven anges inte heller i anslutningsavtal och det uppstår därför frågor om de är bindande, och de ändras ibland under anslutningsprocessen. Utöver det utformas vissa krav på ett bristfälligt sätt. Det finns därför behov av att säkerställa att platsspecifika krav fastställs i rätt tid och att de anges i anslutningsavtal. Det skulle innebära att möjligheterna som RfG ger systemansvariga att kunna fastställa platsspecifika krav nyttjas bättre.

Ei har initierat en utredning med syftet att ta fram regler för hur platsspecifika krav enligt RfG, ska fastställas⁴⁴. Ei har initierat arbetet genom att tillsätta en referensgrupp bestående av representanter för producenter, distributionsnätsföretag, branschföreningar och Svenska kraftnät. Referensgruppen har enats om en övergripande process för hur samordningen av platsspecifika krav ska göras. Ei utreder om och hur krav ska utformas för att processen ska tillämpas. De platsspecifika kraven som får fastställas enligt RfG svarar till vissa delar mot de behov av kravställning på förmågor som Svenska kraftnät har identifierat i avsnitt 6.3. Genom att reglera hur samordningen inför fastställande av platsspecifika krav genomförs minskar behovet av att fastställa krav generellt genom krav i föreskrifter.

8.2.3 Inga nationella krav baserade på förslag på krav i nästa version av RfG

Svenska kraftnät framför, i avsnitt 6.2, att de krav som ACER har tagit fram och skickat in till EU-kommissionen bör beslutas som nationella krav i Sverige. Ei har bemyndigande att besluta om sådana krav men anser inte att det är möjligt. Ei redogör i det här avsnittet för myndighetens syn på möjligheten att besluta om kraven i föreskrifter.

ACER lämnade i december 2023 ett förslag till EU-kommissionen till ändringar av RfG. EU-kommissionen ska enligt elmarknadsförordningen utvärdera rekommendationerna från ACER och som ett sista steg anta kommissionsförordningen. Förslagen till krav som har lämnats in till EU-kommissionen kan således komma att ändras innan EU-kommissionen beslutar om kraven. Ei deltar i ACERs arbete med revideringen och kan konstatera att EU-kommissionen har påbörjat beredningen av de föreslagna ändringarna. Beslutsprocessen kan gå snabbt om EU-

⁴⁴ Nyhet publicerad på Ei:s webbplats, [Ei söker deltagare till referensgrupp gällande krav vid anslutning av produktionsanläggningar - Energimarknadsinspektionen](#)

kommissionen väljer att fokusera på att bereda förslaget klart. EU-kommissionen har uppmanats att skyndsamt fortsätta beredningen av bland annat DSO Entity och ENTSO-E.

ACER föreslår en övergångsperiod på tre år innan kraven träder i kraft, precis som när första versionen av RfG trädde i kraft. Syftet med övergångsperioden är att inte stoppa projekt som är långt framme i planeringen och att nationella kravnivåer ska hinna utredas och beslutas med en övergångsperiod. Det kan också noteras att övergångsperioden behövs eftersom vissa krav medför behov av teknikutveckling av leverantörer inom EU, eftersom EU-kraven förutsätter nya tekniska lösningar.

Ei anser att det är problematiskt att arbetet i EU med att revidera kraven i RfG har dragit ut på tiden och har framfört det till ACER. Ei har övervägt om det skulle kunna vara möjligt att besluta om vissa enstaka krav. Men det kräver en gedigen konsekvensanalys, resurserna för en sådan utredning måste vägas mot andra prioriterade insatser. Prioriteringen kommer att påverkas av den relativt höga sannolikheten att en ny version av RfG beslutas under tiden konsekvenser utreds eller beslutsprocessen för krav i föreskrifter pågår. Det skulle medföra att arbetet blir obsolet, eftersom RfG reglerar hur tidigareläggande av krav ska gå till (i artikel 4.1b)⁴⁵.

Tiden för ikraftträdande av nationella krav får inte heller riskera att skapa hinder för projekt som redan är långt framme i planeringsstadiet. Det är sannolikt inte möjligt att tiden för nya krav ska vara kortare än ca tre år, det finns i så fall inte så mycket tid att vinna på att införa nationella krav i förväg.

Att företag ska förhålla sig till kraven i olika versioner av RfG och dessutom nationella krav inom samma område skulle innebära ett onödigt komplext regelverk som väsentligt skulle avvika från kraven för producenter i övriga EU. Sammantaget är det därför inte lämpligt eller motiverat att nu besluta om sådana krav som föreslås ingå i nästa version av RfG. Ei har utifrån detta funnit att det mest ändamålsenliga tillvägagångssättet är att Svenska kraftnät ansöker om att utvidga nästa version av RfG till befintliga anläggningar i enlighet med artikel 4.1 b i RfG.

⁴⁵ Det är i så fall Ei som ska pröva om krav kan tidigareläggas och Svenska kraftnät som ska inkomma med konsekvensanalyser utförda på det sätt som RfG anger.

Det är möjligt att göra när nästa version av RfG har godkänts av EU-kommissionen.

Liknande resonemang som enligt ovan gäller för batterianläggningar som kommer att regleras i version 2 av RfG. Ei vill också framhålla att flera elnätsföretag, med stöd av ellagen, redan idag anger krav (baserat på kraven i nuvarande version av RfG) vid anslutning av batterianläggningar. Kraven anges som villkor vid anslutning, med stöd i ellagens krav på att elnäten ska vara säkra och tillförlitliga. Ei har prövat tvister gällande kravställningen för batterianläggningar och har funnit att det är skäligt att nätföretag anger lämpliga krav i RfG som villkor för anslutning för batterianläggningar. I samband med prekvalificering av batterier säkerställs också att batterierna klarar av grundläggande förmågor relevanta för elnätens driftsäkerhet så att batterierna kan tillhandahålla tjänsterna. När nästa version av RfG har trätt i kraft blir artikel 4.1 b) i tillämplig för dessa krav. Artikel 4.1 b) anger krav för hur Svenska kraftnät ska gå tillväga för att ansöka om hos Ei om att göra kraven i RfG tillämpliga för befintliga anläggningar. Dessa aspekter måste beaktas när behovet av nationella krav bedöms, Ei har än så länge funnit att generella krav inte bör fastställas innan nästa version av RfG har beslutats.

8.2.4 Inga väsentligt avvikande nationella krav

Det är viktigt att Sverige inte har väsentligt avvikande krav⁴⁶ från resten av EU, om det inte är motiverat och nödvändigt. Producenter har framfört att väsentligt avvikande krav från kravbilderna i övriga EU skulle medföra väsentliga kostnader. Det måste också vara möjligt att uppfylla kraven med den teknik som finns tillgänglig på marknaden. Aktörer framför att sådana krav som avviker väsentligt från övriga EU kan innebära att investeringar i ny eller utökad produktionskapacitet i Sverige skulle utebli.

Sverige behöver öka sin elproduktion kraftigt de kommande åren för att möta ett växande behov, särskilt inom industrin och transportsektorn. Regeringens planeringsmål⁴⁷ innebär att elsystemet ska klara att leverera 300 TWh till 2045, vilket är en fördubbling jämfört med dagens elanvändning. Att realisera den målsättningen kan bli onödigt dyrt om regelverken inte är kostnadseffektiva och tydliga. Ei konstaterar att en

⁴⁶ Alla krav i RfG är inte fullständigt uttömmande, och mer detaljerade krav får fastställas nationellt.

⁴⁷ Prop. 2023/24:105 Energipolitikens långsiktiga inriktning

konsekvensutredning av sådana krav måste innehålla analyser av dessa aspekter.

Ei anser sammantaget att Sverige ska ha proportionerliga krav som går i takt med den tekniska utvecklingen och som är i linje med de krav som ställs i våra grannländer. Sverige är en liten marknad, nationella krav blir lätt kostsamma. Ökade kostnaderna för anslutningar kan leda till färre investeringar i ny, eller utökad produktionskapacitet i Sverige. Det skulle i förlängningen riskera att leda till högre elpriser vilket kan påverka elektrifieringen av samhället och konkurrenskraften i Sverige negativt. Det här måste beaktas till exempel när förslag på att införa krav i version 2 av RfG i förtid, övervägs.

Väsentligt avvikande nationella krav ska således inte godkännas av Ei, om de inte är motiverade utifrån att de medför en väsentlig nytta i förhållande till kravens negativa konsekvenser och kraven måste vara möjliga att uppfylla till rimliga kostnader. Nationella krav får inte heller medföra en dubblerad kravställning, dvs om krav anges i EU-regelverk ska de inte också anges i nationella krav. Även om inte kraven är väsentligt avvikande kan dubbelregleringen orsaka problem vid tillämpningen och onödiga administrativa kostnader.

9 Förslag på åtgärder för att öka bidraget till driftsäkerheten

9.1 Förslag på åtgärder

Myndigheterna har gemensamt analyserat hur det nationella regelverket för integrering och nätanslutning av elproduktionsanläggningar bör uppdateras för att säkerställa att kraftelektronikansluten elproduktion såsom vind- och solkraft och batterilager på ett långsiktigt hållbart sätt ska kunna bidra till driftsäkerheten i elsystemet. Myndigheterna bedömer att ett antal åtgärder bör vidtas. De identifierade åtgärderna faller till största del under Eis och Svenska kraftnäts ordinarie myndighetsansvar. Ei och Svenska kraftnät avser vidta dessa åtgärder och genom ett fortsatt gemensamt arbete säkerställa en ändamålsenlig och väl motiverad nationell kravställning på anslutande elproduktionsanläggningar.

Myndigheterna har inte identifierat något behov av författningsändringar på nationell lag- och förordningsnivå för att säkerställa att kraftelektronikansluten elproduktion såsom vind- och solkraft och batterilager på ett långsiktigt hållbart sätt kan bidra till driftsäkerheten och effekttillräckligheten i elsystemet.

9.1.1 Ei bör besluta om krav på hur elmarknadens aktörer ska genomföra samordning inför fastställandet av platsspecifika krav enligt RfG

Systemansvariga får enligt RfG fastställa platsspecifika krav på förmågor som aktiv och reaktiv effektbalansering samt återsynkronisering. Det finns idag brister när det gäller fastställandet av platsspecifika krav. De samråd som enligt RfG ska, eller ibland bör, genomföras mellan systemansvariga och anläggningsägare, inleds ibland sent i anslutningsprocessen. Det medför att vissa krav som är relevanta för transmissionsnätets driftsäkerhet inte alltid fastställs eftersom anläggningen redan har köpts och installerats när samråd genomförs. När kraven kommer sent uppstår tvister där parterna enas om krav som utgår från den redan inköpta anläggningens förmågor.

Ei bör därför reglera hur och när samordningen inför att platsspecifika krav enligt RfG fastställs ska gå till. Det bör också säkerställas att de platsspecifika kraven anges i anslutningsavtal mellan elnätsföretag och anläggningsägare så att de är bindande och fastställda i rätt tid. Ei har inlett en utredning och tillsatt en referensgrupp för att utforma regler för fastställandet av platsspecifika krav och revidering av krav och allmänna råd.

Ei:s föreskrifter bör också utformas på ett sådant sätt att det finns tydliga kopplingar mellan kraven i Ei:s föreskrifter och kraven i RfG. Genom det undviks att RfG och föreskrifter tolkas separat från varandra. Detta underlättar hanteringen och eventuella rättsliga processer för så väl myndigheter som marknadens aktörer.

Myndigheternas bedömning är att detta kommer att förbättra Svenska kraftnäts möjligheter att utforma platsspecifika krav relevanta för överföringssystemets driftsäkerhet.

9.1.2 Ei och Svenska kraftnät bör tillsammans klargöra processerna för underlag till konsekvensanalyser som krävs för uppdateringar av regelverket

Ei och Svenska kraftnät avser fortsätta att utveckla processer för enklare och smidigare samordning mellan myndigheterna vid framtagning av de konsekvensanalyser som krävs för uppdateringar av föreskrifter. Det gäller när Svenska kraftnät inkommer med förslag på krav till Ei och både när krav ska beslutas med stöd i RfG, och sådana krav som får beslutas med stöd i nationell lagstiftning.

9.1.3 Svenska kraftnät ska publicera förslag på platsspecifika krav

RfG innehåller många platsspecifika krav som ska fastställas av systemansvariga efter samordning. Det är inte möjligt att i föreskrift reglera det som enligt RfG ska samordnas och fastställas av en systemansvarig. Det skulle dock underlätta för samtliga aktörer om utgångspunkten för vilka krav Svenska kraftnät avser ställa i samordningen är kända i förväg. Det innebär i praktiken att krav inte kan missas samt att Ei kan granska om kraven har fastställts och tillämpas. Det säkerställer också att Svenska kraftnät utformar en tydlig beskrivning av kravställningen.

9.1.4 Det bör utredas om Svenska kraftnät ska fastställa krav med stöd av artikel 7.9 i RfG

Det bör utredas att införa bestämmelser med stöd i artikel 7.9 RfG som innebär att Svenska kraftnät blir ansvarigt för att fastställa de platsspecifika krav som är av betydelse för driftsäkerheten i transmissionsnätet även i de fall kraven ska fastställas av en berörd systemansvarig som inte är en systemansvarig för överföringssystem. Distributionsnätsföretag har behov av att kunna fastställa vissa typer av krav, men inte inom samtliga områden där RfG anger att berörd systemansvarig ska eller får fastställa platsspecifika krav.

Förslaget syftar till att säkerställa att rätt part är ansvarig för att kravställa på de förmågor som är nödvändiga för att säkerställa driftsäkerheten i det nationella överföringssystemet.

9.1.5 Tydliggöra förhållande mellan stödtjänster och kravställning

Svenska kraftnät bör tydliggöra hur föreslagen kravställning ska samverka med befintliga och planerade balanserings- och stödtjänster.

10 Resurstillräckligheten i ett förändrat elsystem

Resurstillräcklighet handlar i grunden om att elsystemet har tillräckliga produktionsresurser och överföringsförmåga för att möta efterfrågan på el.

Den svenska elmarknaden är en del av de integrerade europeiska marknaderna för energi. Utformningen av marknadsdesignen i EU och Sverige förväntas leda till resurstillräcklighet. Det bygger på principen om att på en välfungerande elmarknad är det priset på el (prissignalerna) som informerar marknadsaktörerna om var de nya investeringarna i elnät och produktionsslag behövs som mest.

10.1 Resurstillräcklighet på nationell nivå

Trots att den installerade effekten elproduktion har ökat med cirka 10 000 MW under de senaste tio åren har den statiska effektbalansen för en normalvinter försämrats.⁴⁸ Detta beror främst på nedläggningen av planerbar produktion. Även, ökade interna nätbegränsningar (antalet flaskhalstimmar) och minskad importtillgänglighet har bidragit till försämringen.

10.1.1 Resurstillräcklighetsbedömningar

Enligt Svenska kraftnäts Kraftbalansrapport våren 2025⁴⁹ och Kraftbalansrapport hösten 2025⁵⁰ förväntas effektbalansen under topplasttimmen vara positiv nästkommande vinter för att sedan försämras från vintern 2027/2028 fram till 2029/2030. Den förväntade försämringen är mindre än i föregående års Kraftbalansrapport, vilket beror på nya bedömningar om en långsammare ökning av elkonsumtionen. Den förväntade ökningen i elanvändningen beror i huvudsak på ökat elbehov från elektrifiering av industri. Metoden för topplastprognos som används i Kraftbalansrapporten bygger på traditionell förbrukning som har morgon- och kvällstoppar, vilken den tillkommande förbrukningen inte har. Därför

⁴⁸ Svenska kraftnät (2015). Kraftbalansen på den svenska elmarknaden vintrarna 2014/2015 och 2015/2016. Svenska kraftnät (2025). [Kraftbalansen på den svenska elmarknaden, rapport 2025](#)

⁴⁹ [Kraftbalansen på den svenska elmarknaden, rapport 2025](#)

⁵⁰ [Kraftbalansen på den svenska elmarknaden, rapport hösten 2025](#)

är försämringen av effektbalans sannolikt inte fullt lika kraftig som den ser ut i utförda beräkningar, vilket också kommenteras i kraftbalansrapporten våren 2025.

I kraftbalansrapporterna från 2025 redovisas den statiska effektbalansen, vilken indikerar behovet av import vid topplasttimmen. Behovet av import vid topplasttimmen blir dock allt mindre relevant i ett elsystem med mer intermittent kraftproduktion, lagringskapacitet och förbrukningsflexibilitet. Det behöver inte längre vara topplasttimmen som är den mest ansträngda timmen under året. Det kan istället vara en annan timme på vintern när elproduktionen är låg.

En probabilistisk analys bedömer istället risken för effektbrist sett över alla årets timmar, och med hänsyn tagen till tillgänglig import. Analysen beräknar förväntad förlorad last (på engelska *Loss of Load Expectation*, LOLE) och förväntad icke-levererad energi per elområde (på engelska *Expected Energy not Served*, EENS). LOLE anger antalet timmar per år med estimerad risk för effektbrist, medan EENS mäts i GWh.

Resultaten från den probabilistiska analysen i Kraftbalansrapporten 2024 (senast utförda probabilistiska analysen) indikerar att det finns en risk att import och inhemsk produktion är otillräckliga för Sveriges effektbehov vid vissa tidpunkter. För vintrarna 2025/2026 och 2026/27 ökar risken för effektbrist påtagligt med ett LOLE på 3,40 och 3,70 timmar per år. Under vintern 2027/2028 minskar risken för effektbrist till ett LOLE på 2,95 timmar per år, vilket beror på att kapaciteten över snitt 2 bedöms öka till följd av nätförstärkningar.

Den europeiska resurstillräcklighetsbedömningen för 2024 (ERAA 2024⁵¹) beräknar också LOLE och EENS. Tillförlitlighetsnormen anger den nödvändiga nivån för en EU-medlemsstats försörjningstrygghet och kan ses som ett referensvärde till bedömningar av resurstillräckligheten i EERA.⁵²

För Sverige som helhet överstiger LOLE den beslutade tillförlitlighetsnormen, som är på 1 timme per år⁵³. Detta resultat står sig för samtliga analyserade år på upp till tio års sikt. I SE3 och SE4 är LOLE större än tillförlitlighetsnormen under samtliga analyserade år. I SE1 är

⁵¹ <https://www.entsoe.eu/eraa/2024/>.

⁵² Årlig uppdatering av tillförlitlighetsnormen för Sverige

⁵³ Årlig uppdatering av tillförlitlighetsnormen för Sverige.

LOLE större än tillförlitlighetsnormen åren 2030 och 2035, medan LOLE för SE2 understiger tillförlitlighetsnormen under samtliga år.

Analyserna i ERAA 2024 utgår från scenariot elektrifiering förnybart (EF) i Svenska kraftnäts långsiktiga marknadsanalys från 2024.⁵⁴ Detta scenario innehåller en hög elektrifiering och en produktionsmix som på sikt består av mycket mer vind- och solkraft än idag.

Som ett komplement till ERAA får EU-medlemsstater utföra nationella bedömningar av resurstillräcklighet (NRAA). En NRAA ska baseras på samma metod som använts för ERAA. Svenska kraftnäts NRAA från 2024⁵⁵ visar på liknande resultat som ERAA 2024, men är begränsad till att fokusera på perioden 2024–2028 och uppfyller endast på en övergripande nivå de metodologiska kraven som finns för en NRAA. Enligt Svenska kraftnäts NRAA utgör hög förbrukning, låg vindkraftsproduktion, begränsad importkapacitet och otillgänglig kärnkraft de huvudsakliga riskfaktorerna för effektbrist, särskilt under vintermånaderna. Den ökade andelen intermittent kraftproduktion påverkar riskbedömningen genom en förändring i planerbarhet och ett ökat behov av flexibilitetsresurser i elsystemet.

Det bör dock poängteras att ovan nämnda bedömningar bygger på antaganden från deltagande systemoperatörer, och att bedömningarna av resurstillräckligheten är känsliga för flera av dessa antaganden. Bland annat påverkas resultaten av antaganden kring efterfrågefleksibilitet och energilager, där osäkerheterna kring teknikens utveckling är stora. På sikt finns också stora osäkerheter kring såväl elanvändningens utveckling samt politiska och ekonomiska faktorer. Osäkerheterna blir dessutom större ju längre tidshorisonten är, vilket medför svårigheter när bedömningar av resurstillräckligheten ska göras på lång sikt.

10.1.2 Flexibilitet viktig del av resurstillräcklighet

I ett system med en större andel intermittent produktion blir möjligheter till flexibilitet, t.ex. förbrukningsflexibilitet, allt viktigare.

Förbrukningsflexibilitet innebär en kortvarig förändring av elförbrukning som sker till följd av högre (eller lägre) elpriser eller genom aktivt deltagande i balansmarknaden.⁵⁶

⁵⁴ ENTSO-E, European Resource Adequacy Assessment 2024 Annex 5: Country comments.

⁵⁵ En bedömning av resurstillräckligheten för svensk elförsörjning

⁵⁶ Kraftbalansen på den svenska elmarknaden, rapport 2025

Enligt Svenska kraftnäts senaste långsiktiga marknadsanalys förväntas flexibilitet vara nödvändig redan år 2035 för att uppnå tillförlitlighetsnormen.⁵⁷

Behovet av flexibilitet, både vad gäller en ökning och minskning av effekt, ökar kraftigt fram till 2030, i alla svenska elområden. Myndigheterna har identifierat att storskaliga batterier och efterfrågefexibilitet i form av värmepumpar har störst potential på kort sikt medan vätgas och flexibel elbilsaddning har potential på längre sikt (efter 2030).⁵⁸

Som tillägg till detta kan olika flexibilitetsresurser ha olika prisnivåer för nedreglering. Det innebär att förbrukning som är billigast att reglera ner kommer göra så först medan förbrukning som är mer kritisk är dyrare att reglera ner och kommer göra det senare.⁵⁹

För att flexibilitet ska kunna realiserat krävs dock att signalerna går fram om att det finns ett behov, och att den som har rådighet agerar på signalen. Dessa möjliggörare kan handla om produkter på marknaden, aggregatorer, effektiv styrning och mätning, och allmän kunskap om flexibilitet.⁶⁰

10.1.3 Behov av åtgärder för att säkerställa nationell effekttillräcklighet

Regeringen har utifrån bedömningarna av resurstillräcklighet bedömt att det i det korta perspektivet bör finnas en kapacitetsmekanism för elmarknaden i Sverige även efter den 15 mars 2025, när lagen om Effektreserven upphörde och att kapacitetsmekanismen åtminstone under en övergångstid bör vara en strategisk reserv⁶¹. Även Elmarknadsutredningens SOU 2025:47 bedömning är att en strategisk reserv fortsatt kommer att vara en ändamålsenlig mekanism för att säkerställa tillräckliga resurser, i enlighet med Sveriges tillförlitlighetsnorm, under den kommande tioårsperioden.

Det är mycket svårt att avgöra hur effekttillräckligheten kommer att utvecklas över tid. En utökning av tillgänglig flexibilitet och batterilager sker redan idag baserat på nuvarande marknadssignaler.

⁵⁷ [Långsiktig marknadsanalys \(SVK 2024\)](#)

⁵⁸ [Främjande av ett mer flexibelt elsystem \(Ei 2023\)](#)

⁵⁹ [En bedömning av resurstillräckligheten för svensk elförsörjning \(SVK 2024\)](#)

⁶⁰ [Främjande av ett mer flexibelt elsystem \(Ei 2023\)](#)

⁶¹ [Prop. 2024/25:48 En kapacitetsmekanism för elmarknaden](#)

Det finns ett antal åtgärder som kan användas för att hantera långsiktig effektbalans. Dessa åtgärder kommer alla med vissa för- och nackdelar. Det grundläggande behovet av hantering påverkas av väderberoende kraftslags lokalisering. Produktionsanläggningar som är geografiskt spridda skapar sammanlagringseffekter och ökar leveranssäkerheten genom att lokala väderförhållanden får mindre påverkan på elsystemet. Åtgärder som har utretts i olika sammanhang är en marknadsomfattande kapacitetsmekanism, en strategisk reserv, eller att vidta riktade åtgärder. Detta ska vägas mot alternativet att avvakta utvecklingen och följa hur nuvarande elmarknad löser effektutmaningen. Vilken eller vilka av dessa åtgärder som bedöms lämplig beror på hur utbud och efterfrågescenarier utvecklas samt av uppskattad kostnad för avbrott. Samtliga åtgärder listade ovan faller dock under uppdrag KN2024/02494 och undersöks inte närmare i detta uppdrag.

Myndigheterna har i uppdraget övervägt att reglera effektbidraget från enskilda kraftproduktionsanläggningar. Bedömningen är att denna typ av reglering riskerar att leda till högre kostnader och mindre effektiv användning av resurser jämfört med marknadsbaserade eller systemövergripande lösningar för effekttillräcklighet. Sammanlagd flexibilitet och strategisk reserv i ett större, integrerat system är ofta billigare än att sprida krav på många små aktörer. Istället för att använda resurser där de gör mest nytta, binder man kapital i redundanta reserver spridda på många små enheter. Reglering av effektbidrag från enskilda kraftproduktionsanläggningar riskerar också försvåra för aktörer att specialisera sig eller hitta kostnadseffektiva lösningar.

10.2 Effekttillräcklighet på lokal nivå

Lokal effekttillräcklighet är viktigt bland annat för att möjliggöra nya anslutningar och ökade effektuttag utan att riskera stora överlaster eller behov av omfattande nätutbyggnad. Svenska kraftnät har gjort bedömningen⁶² att den planerade elektrifiering inte kan lösas utan att produktions- och förbrukningsanläggningar i viss utsträckning lokaliseras i närheten av varandra och att dessa kan mötas genom flexibilitet i produktion, förbrukning och energilager.

⁶² Planering för ökad elanvändning (SVK 2025)

10.2.1 Befintligt incitament

Visst incitament finns redan idag på plats för att aktörer ska ansluta till elnätet där det passar elsystemet bäst. Dels går det oftast fortare att få tillträde till elnätet där det redan finns ledig kapacitet och därför inte behöver byggas ny nätinfrastuktur. Dels finns visst ekonomiskt incitament på plats genom exempelvis stamnätstariffens geografiska differentiering.

För region- och lokalnätssnivå pågår ett utvecklingsarbete genom den nya elnätsregleringen⁶³ vilken förväntas ge större möjlighet och incitament för lokaliseringssignal i nättariffen.

Ett antal åtgärder har också vidtagits för att ytterligare underlätta för lokal och regional effekttillräcklighet. Svenska kraftnät har i den instruktion som trädde i kraft 1 augusti 2025 tilldelats ansvar att analysera, bedöma och offentliggöra information om var anläggningar för produktion av el och lagring av el samt stora elanvändare bör anslutas för att en effektiv, hållbar och trygg elförsörjning ska uppnås⁶⁴.

Svenska kraftnät har också initierat en ny kapacitetsåtgärd⁶⁵ med syfte att möjliggöra ytterligare anslutningar i områden där det är brist på anslutningskapacitet.

10.2.2 Anslutning på strategiska platser

Ur ett långsiktigt perspektiv kan staten bidra till att öka effekttillräckligheten på regional och lokal nivå genom att införa ett auktionssystem för anvisade platser, exempelvis där bidraget till den regionala effektbalansen är stor. Svenska kraftnät har i tidigare regeringsuppdrag rapporterat att konceptet med långsiktiga regionala nätutvecklingsplaner som pekar ut var anslutningar bör ske är en god utgångspunkt.⁶⁶

10.2.3 Ytterligare reglering bedöms inte ändamålsenlig i nuläget

Myndigheterna gör inte bedömningen att det i dagsläget är ändamålsenligt med någon ytterligare reglering vad gäller lokal effekttillräcklighet i elsystemet. Däremot bör frågan fortsätta att följas och

⁶³ Ei presenterar förslag till ändrad elnätsreglering - Energiföretagen Sverige

⁶⁴ Förordning (2025:782) med instruktion för Affärsverket svenska kraftnät | Sveriges riksdag

⁶⁵ Kapacitetsåtgärd (SVK 2025)

⁶⁶ Planering för ökad elanvändning (SVK 2025)

effekterna av den nya elnätsregleringen liksom av Svenska kraftnäts utökade ansvar analyseras.

Även frågan om nätföretagens möjlighet att hantera driftsäkerhetsrisker kopplade till att tillåta att högre installerad effekt ansluts utan större nätförstärkningar bör följas.

10.3 Hantering av stora effektöverskott

Antalet tillfällen med effektöverskott i elsystemet ökar. Detta är en utveckling som förväntas fortsätta oavsett vilken typ av produktionsresurser som tillkommer i det svenska elsystemet. Det beror till stor del på elsystemets sammankoppling med övriga Europa, där en betydande andel av elproduktionen utgörs av sol- och vindkraft. Situationen medför dels tillfällen med negativa elpriser, vilket kräver att marknadsaktörer har verktyg för att hantera dessa, dels ökade driftsäkerhetsrisker. Driftsäkerhetsriskerna uppstår framför allt när effektöverskotten ger upphov till stora obalanser i systemet, vilka behöver hanteras med reglerkraft. Det finns en risk att den tillgängliga reglerkraften vid dessa tillfällen tar slut.

10.3.1 Åtgärder är vidtagna

Det har vidtagits ett antal åtgärder, både för att minska obalanserna i elsystemet och för att öka tillgången på reglerkraft. Svenska kraftnät har genomfört riktade informationskampanjer för att öka medvetenheten om behovet av lastföljning och reglerbud från den intermittenta kraften. Idag bidrar också denna typ av anläggningar till såväl lastföljning som reglering i en betydligt större utsträckning än vad som var fallet några år tillbaka i tiden.

Svenska kraftnät arbetar också aktivt med att öka antalet bud på reglerkraftmarknaden och har bland annat tillsammans med övriga nordiska systemoperatörer infört en kapacitetsmarknad för mFRR⁶⁷.

Det är dock av central betydelse att intermittent kraftproduktion, såsom sol- och vindkraft, i grunden besitter funktionalitet för nedreglering. Utan tillräcklig funktionalitet räcker det inte med utvecklade marknadslösningar och information. Nuvarande regelverk ställer krav på nedregleringsförmåga för större anläggningar, men mindre anläggningar

⁶⁷ Manuell frekvensåterställningsreserv (mFRR) | Svenska kraftnät

saknar ibland denna funktionalitet. I takt med att dessa anläggningar åldras och ersätts eller moderniseras, kommer reglerförmågan i anläggningarna att förbättras.

Sammanfattningsvis är myndigheternas bedömning att under förutsättning att anläggningarna har erforderlig funktionalitet, att prissignalerna får verka fritt och att stödsystem som kan motverka marknadens signaler undviks, finns goda möjligheter att hantera effektöverskottet utan ytterligare reglering.

10.4 Inga ändringar i regelverket föreslås

Myndigheterna ser inte ett behov av uppdateringar i nationella regelverket för integrering och nätanslutning av kraftelektronikanslutna anläggningar i syfte att öka dess bidrag till effekttillräcklighet. Bedömningen är att reglering av enskilda anläggningar riskerar att leda till högre kostnader och mindre effektiv användning av resurser jämfört med marknadsbaserade eller systemövergripande lösningar för effekttillräcklighet.

Vi ser redan i nuläget att utveckling av olika lösningar för att öka bidraget sker baserat på marknadens signaler. I Regeringsuppdrag KN2024/02494 återfinns myndigheternas bedömning av om befintliga incitament är tillräckliga samt av vilka åtgärder som är lämpliga att vidta om hittills varande utveckling inte anses vara tillräcklig.

11 Anläggningsutformning för att i större utsträckning bidra till effekttillräcklighet

I uppdraget ingår att myndigheterna ska beskriva hur anläggningar för intermittent elproduktion kan utformas eller kombineras med annan typ av kraftproduktion, flexibel elanvändning eller lagringsteknik för att i större utsträckning bidra till effekttillräckligheten.

För att intermittent produktion ska bidra mer till effekttillräckligheten kan anläggningarna dels utformas på sätt så att inmatningseffekten maximeras givet väderförutsättningarna, dels kombineras med energilagring, annan kraftproduktion eller efterfrågefleksibilitet. Intermittent produktion kan också i ett mer långsiktigt perspektiv anslutas

på, för elsystemet, strategiska platser, vilket kräver samverkan med nätföretag på olika spänningsnivåer.

11.1 Utformning för att maximera inmatningseffekten

Effektbidraget från en och samma anläggning, givet samma installerad effekt och vindstyrka eller solinstrålning, kan ökas genom dess utformning.

De parametrar som påverkar vindkraftverkens effektproduktion är startvinden, märkvinden, märkeffekten, och stoppvind/urkopplingsvind. Startvinden är den vind som behövs för att turbinen ska kunna börja producera effekt. Märkvind är det intervall på vindhastigheten som genererar märkeffekten. Märkeffekten är den maximala effekt som turbinen kan producera. Stoppvind är den vindhastighet som tvingar vindkraftverket att stanna för att skydda utrustningen. Märkeffekten kan höjas genom exempelvis högre torn och större area på rotorbladen, eftersom turbinerna då kan tillgodogöra sig vindstyrkan på högre höjd.

Placeringen av enskilda turbiner i samma vindpark bör beakta vakeffekter, dvs turbulens i vinden som kan uppstå bakom vindturbiner. För att alla turbiner ska kunna tillgodogöra sig vinden och optimera produktionen bör de därför placeras med lämpligt avstånd från varandra.⁶⁸

För solcellsanläggningar gäller att produktion av elektrisk energi är proportionell mot den solinstrålning som träffar solpanelens yta, vilket avgörs av hur mycket solinstrålning som når solpanelen samt vinkeln mellan denna och solpanelen. På liknande sätt som vindturbiner följer vinden kan solpaneler följa solen för att förbättra sina produktionsförutsättningar över dagen, då solinstrålningens vinkel ändras.

11.2 Kombination av vind, sol, batterilager och efterfrågefleksibilitet

Hybridparker (kombination av vind, sol och batterilagring) kan maximera utnyttjandet av infrastruktur och jämna ut produktionen.

⁶⁸ PM tillgänglighetsfaktor (Sweco 2024)

11.2.1 Vind och sol

Solkraftproduktion och vindkraftsproduktion kompletterar ofta varandra tidsmässigt. Solkraftproduktion producerar på dagtid och på sommaren, medan vind tenderar att producera mer nattetid och under vinterhalvåret. Genom att kombinera dem, i så kallade hybridparker, kan man nyttja samma fysiska elnätsanslutning och markyta mer effektivt.

Svenska kraftnät har tidigare noterat att det är möjligt att tillåta anslutning av nominellt mer effekt än vad anslutningspunkten tillåter eftersom elproduktion från solkraft och vindkraft har en negativ korrelation.⁶⁹ Detta innebär att anläggningen behöver spilla energi när produktionen överstiger abonnemangets. Svenska kraftnät undersöker möjligheter till denna typ av överinstallation.

11.2.2 Vind, sol och batterilager

Batterilager kan lagra överskottsel vid hög produktion och sedan leverera el när produktionen är låg eller efterfrågan hög. Detta ökar värdet av elproduktionen och kan minska belastningen på nätet eftersom inmatningen i anslutningspunkten är mer jämn. Batterilager avhjälper dock bara kortvarigt p.g.a. begränsad lagringskapacitet.

För att hybridlösningar ska fungera effektivt krävs tydliga och harmoniserade riktlinjer för nätanslutning så att hybridparker kan utnyttja befintliga anslutningspunkter. Svenska kraftnät och de svenska regionnätbolagen håller tillsammans på att ta fram en riktlinje om hur nätbolagen kan tilldela kapacitet till solkraft med och utan batterilager, samt hur kapacitet kan tilldelas när också vindkraft ingår.

Det krävs också effektiva prognoser från nätföretag för att optimera användningen av hybridlösningar. För att minska framtida osäkerhet kring lönsamhet och bredda basen av investerare i exempelvis batterilager kan Svenska kraftnät bidra med prognoser kring vilka stödtjänster som planeras framöver. Detta görs i Svenska kraftnäts rapport *Balancing market outlook 2030*⁷⁰.

⁶⁹ Planering för ökad elanvändning (SVK 2025)

⁷⁰ Balancing market outlook 2030

11.2.3 Gasturbiner, kraftvärme och vätgas

Komplettering med gasturbiner, kraftvärme och vätgas kan bidra till effekt när sol och vind inte producerar tillräckligt och importmöjligheter är begränsade.

Gasturbiner är snabba att starta upp och kan användas som reservkapacitet vid effektbrist. De kan även köras på biogas eller vätgas i framtiden. Gasturbiner är också användbara för ö-drift.

Kraftvärme producerar både el och värme. Kraftvärmegeneratorer kan vara flexibla och startas när elpriserna är höga. Värde av kraftvärmen avser inte bara elproduktionen i form av energi utan också produktionskapaciteten i form av effekt och nätnyttja genom den avlastning av överliggande elnät som kraftvärme bidrar med. Kraftvärmen erbjuder också lokal planerbar och reglerbar elproduktion som är värdefull för att minska utmaningarna på platser med lokal kapacitetsbrist i elnätet. Även om el- och effektbidraget nationellt är relativt begränsat är det ekonomiska värdet av kraftvärmen stort då planerbarheten innebär en möjlighet att producera värme och el då elsystemet är som mest ansträngt. I kombination med värmepumpar anslutna i fjärrvärmenätet så kan systemet nyttjas för balansering vid negativa elpriser. Genom att ha lagring av värme kan utnyttjandet av både elproduktions- och elanvändningskapacitet ökas genom att man med hjälp av värmelager minskar kopplingen mellan fjärrvärmeproduktionen och användning. Värmelager gör att produktionen och användningen kan flyttas i tid⁷¹.

När det är överflöd av effekt från t.ex. vindkraft kan överskottet användas i elektrolysörer för att producera vätgas. Svenska kraftnät har som svar på regeringsuppdrag lämnat ett förslag till hur el- och vätgasinfrastruktur kan samplaneras i Norrbottens och Västerbottens län⁷².

11.2.4 Efterfrågefleksibilitet

Efterfrågefleksibilitet anpassar elförbrukningen efter produktionen av el från sol och vind. Fördelen med att anpassa förbrukningen efter produktionen är att belastning på elnätet minskar och kan ge lägre systemkostnader. Detta kräver att prissignalerna går fram till förbrukarna eller att andra incitament skapas.

⁷¹ Förslag till en fjärrvärme och kraftvärmestrategi - Slutleverans

⁷² Förslag till hur el- och vätgasinfrastruktur kan samplaneras i Norrbottens och Västerbottens län

Laddning av elbilar kan förskjutas till tider med hög och billig elproduktion (t.ex. mitt på dagen vid mycket solkraft i systemet). Med andra ord kan elbilar laddas när det finns ett överskott av vind- och solkraft, vilket kan bidra till att balansera elsystemet. Genom att använda smarta laddningslösningar kan elbilar också fungera som energilagring och bidra till stabilitet i nätet.

Batterilager i exempelvis hushåll eller andra fastigheter kan lagra el lokalt och använda egenproducerad el t.ex. från solceller vid behov. Även hushållens och andra fastigheters uppvärmningssystem kan ofta nyttjas på ett sådant sätt att de kan vara flexibla.

12 Pilotprojekt

I uppdraget ska myndigheterna identifiera och beskriva lämpliga pilotprojekt för utvärdering av den kraftelektronikanslutna elproduktionens möjlighet att bidra till driftsäkerhet och effekttillräcklighet.

12.1 Förslag på pilotprojekt

Pilotprojekt är ett möjligt verktyg för att utvärdera nya tekniska specifikationer. Nedan listas exempel på lämpliga pilotprojekt utifrån uppdragets syfte.

12.1.1 Teknik för effektpendlingsdämpning (POD – Power Oscillation Damping)

Pendlingsdämpning är en funktion för att antingen inte bidra till, eller dämpa, effektpendlingar i nätet. Odämpade pendlingar riskerar att leda till omfattande störningar i nätet som kan få hela geografiska områden att tappa synkronism och därefter kopplas bort från nätet.

Den POD-funktion som implementeras i elproduktionsanläggningar är fortfarande under utveckling.

12.1.2 Nätformande egenskaper

Nätformande egenskaper kan komma att bli en nödvändighet i det framtida elsystemet. Dessa egenskaper kan innebära förbättrade spänningsförhållanden lokalt, snabbare svar på frekvensavvikelser, och möjliggöra för kraftelektronikansluten produktion att bidra med återuppbyggnadsförmågor så som dödnätstart och ö-drift.

Projektet bör utföras under sådana förutsättningar att relevanta förmågor kan undersökas utan att riskera åverkan på elektriskt närliggande anläggningar.

13 Slutsatser

13.1 Slutsats driftsäkerhet

Myndigheterna har gemensamt analyserat hur det nationella regelverket för integrering och nätanslutning av elproduktionsanläggningar bör uppdateras. Myndigheterna bedömer att ett antal åtgärder bör vidtas för att säkerställa att kraftelektronikansluten elproduktion och batterilager på ett långsiktigt hållbart sätt kan bidra till driftsäkerheten i det svenska elsystemet. De identifierade åtgärderna faller till största del under Ei och Svenska kraftnäts ordinarie myndighetsansvar. Ei och Svenska kraftnät avser vidta dessa åtgärder och genom fortsatt gemensamt arbete säkerställa en ändamålsenlig och väl motiverad nationell kravställning på anslutande elproduktionsanläggningar. Myndigheterna har inte identifierat något behov av författningsändringar på nationell lag- och förordningsnivå.

Identifierade åtgärder:

- Ei bör besluta om regler för hur samordningen vid fastställandet av platsspecifika krav ska ske. Krav i föreskrifter ska förtydligas och förenklas där det är möjligt.
- Tydliggöra kopplingen mellan relevanta artiklar i RfG och paragrafer genom ändringar i föreskrifter.
- Ei och Svenska kraftnät avser tillsammans ta fram processer för hur myndigheterna ska samordna sig om konsekvensanalyser för sådana förslag till krav som Svenska kraftnät inkommer med till Ei.
- För att underlätta fastställande av platsspecifika krav avser Svenska kraftnät publicera förslag på platsspecifika krav och kriterier för när dessa kan tillämpas.

- Det bör utredas om Svenska kraftnät ska fastställa krav med stöd av artikel 7.9⁷³ i RfG. Regeringen bör besluta om en sådan utredning.
- Svenska kraftnät avser tydliggöra hur föreslagen kravställning ska samverka med befintliga och planerade balanserings- och stödtjänster.

13.2 Slutsatser tillräcklighet

Myndigheterna ser inget behov av uppdateringar i nationella regelverket för integrering och nätanslutning av kraftelektronikanslutna anläggningar i syfte att öka dess bidrag till effekttillräcklighet. Bedömningen är att reglering av enskilda anläggningar riskerar att leda till högre kostnader och mindre effektiv användning av resurser jämfört med marknadsbaserade eller systemövergripande lösningar för effekttillräcklighet. Sammanlagd flexibilitet och strategisk reserv i ett större, integrerat system är ofta billigare än att sprida krav på många små aktörer.

⁷³ Om kraven enligt RfG ska fastställas av en berörd systemansvarig som inte är en systemansvarig för överföringssystem får medlemsstater föreskriva att den systemansvarige för överföringssystemet i stället blir ansvarig för att fastställa de relevanta kraven.