

Ärende nr: Svk 2021/5426

Datum: 2024-09-16

Kraftparksmodul: Bilaga 3

Anläggningsdata

Svenska Kraftnät

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

Version 2.0

Org. Nr 202 100-4284

Svenska kraftnät
Box 1200
172 24 Sundbyberg
Sturegatan 1

Tel: 010-475 80 00
Fax: 010-475 89 50
www.svk.se

Innehåll

1	Inledning	5
2	Kapabilitet	6
2.1	Kontinuerlig produktion och konsumtion av reaktiv effekt	6
2.2	Minskning av aktiv effekt vid sjunkande frekvens	7
3	Skydd och begränsare	8
3.1	Skyddsprinciper och inställningar	8
3.2	Prioritering av skydds- och regleranordningar	9
3.3	Tålighet vid effektpendlingar	9
3.4	Förlust av fasvinkelstabilitet eller reglering	10
3.5	Automatisk bortkoppling vid spänningsvariationer	11
3.6	Tålighet mot snabba frekvensvariationer	11
3.7	Tålighet mot spänningsvariationer	13
3.8	Tålighet mot frekvensvariationer	14
3.9	Tålighet mot frekvensvariationer och spänningsvariationer	15
3.10	Feltålighet och återhämtning av aktiv effekt efter fel	17
4	Synkronisering och återinkoppling	19
4.1	Tillstånd för återinkoppling	19
4.2	Snabb återsynkronisering	19
4.3	Synkroniseringsanordningar	20
4.4	Anordningar för systemdrift och systemsäkerhet	21
5	Reglerprinciper och regleranordningar	23
5.1	Reglering av aktiv effekt	23
5.2	Reglerprinciper och inställningar	24
5.3	Lokal aktiv effektregering	25
6	Driftövervakning och fjärrkontroll	26
6.1	Informationsutbyte	26
6.2	Övervakning i realtid av FSM och LFSM-O/U	26
6.3	Övervakning och felregistrering	31
6.4	Fjärrstyrning av reaktiv effekt	32

1 Inledning

Den här bilagan är en del av instruktionen som beskriver processen för kravverifiering för en kraftparksmodul ansluten till överföringssystemet. I den här bilagan listas den anläggningsdokumentation som ska tillhandahållas inför tillfälligt driftsmeddelande som en del av kravverifieringen enligt RfG och EIFS 2018:2. Inför slutligt driftsmeddelande ska uppdaterad dokumentation tillhandahållas där så är aktuellt.

En del av kraven är projektspecifika där specifikation av kraven tillhandahålls av berörd systemansvarig och/eller berörd systemansvarig för överföringssystemet. De projektspecifika krav som skall specificeras enligt RfG framgår av bilaga 1.

För de krav som behandlas i den här bilagan är det generellt anläggningsdokumentation och beräkningar som ska tillhandahållas för att påvisa kravuppfyllnad. Dock är en del krav, och även specifikation av kravverifiering, projektspecifik enligt bilaga 1 varvid både simuleringar och tester kan efterfrågas i verifieringen av kraven i den här bilagan. Detta ska ske enligt överenskommelse med berörd systemansvarig och/eller berörd systemansvarig för överföringssystemet.

2 Kapabilitet

2.1 Kontinuerlig produktion och konsumtion av reaktiv effekt

2.1.1 Hänvisning till krav

- > RfG: Avdelning 2, kapitel 3, artikel 21.3.a-c
- > EIFS 2018:2: 5 kap, 2-3 §

2.1.2 Syftet med redovisade data

Den redovisade anläggningsdatan syftar till att visa kraftparksmodulens förmåga att i anslutningspunkten kunna:

- > Producera reaktiv effekt motsvarande 1/3 av den momentana aktiva effekten vid 90-102 procent spänning i anslutningspunkten.
- > Förbruka reaktiv effekt motsvarande 1/3 av den momentana aktiva effekten vid 95-105 procent spänning i anslutningspunkten.

Notera att innehavaren av det nät till vilket anläggningen är ansluten har rätt att meddela en annan kravbild. Det är en del av de projektspecifika uppgifterna och kraven som är listade i bilaga 1, avsnitt 2.

2.1.3 Format för redovisning av data

Visa att kraftparksmodulen i anslutningspunkten kan producera respektive förbruka angivna reaktiva effekter inom de angivna spänningsintervallen utan att begränsas. Detta ska redovisas med följande profiler enligt RfG 21.3.b-c:

- > **U-Q/P_{max}-profil.** Profilen ska visa kraftparksmodulens kapabilitet för reaktiv effekt vid sin maximala kontinuerliga aktiva effekt (P_{max}).
- > **P-Q/P_{max}-profil.** Profilen eller profilerna ska visa kraftparksmodulens kapabilitet för reaktiv effekt som funktion av producerad aktiv effekt. Profiler för de kravställda spänningsnivåerna i anslutningspunkten kan med fördel presenteras i samma diagram.

2.1.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om:

- > Kraftproduktionsmodulen kan producera och förbruka angivna reaktiva effekter inom de angivna spänningsintervallen.

2.2 Minskning av aktiv effekt vid sjunkande frekvens

2.2.1 Hänvisning till krav

- > RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 13.4 och 13.5
- > EIFS 2018:2: 3 kap, 7 §

2.2.2 Syfte med redovisade data

Visa att den aktiv effektproduktionen för kraftproduktionsmodulen inte minskar mer än angivet krav vid sjunkande frekvens.

2.2.3 Format för redovisning av data

Beskriv kraftproduktionsmodulens förmåga till aktiv effektproduktion som en funktion av frekvensen för frekvenser mellan 47,5 Hz och 50 Hz. Frekvensregleringen ska inte vara aktiverad utan kraftproduktionsmodulen ska ha konstant effekt/pådrag.

2.2.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om:

- > Den maximala minskningen av den aktiva uteffekten till följd av sjunkande frekvens under 49,0 Hz är 3 procent för varje 1 Hz.

3 Skydd och begränsare

3.1 Skyddsprinciper och inställningar

3.1.1 Hänvisning till krav

- > RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 14.5.b och 15.4.c

3.1.2 Syfte med redovisade data

Att redovisa skyddsprinciper och inställningar som har utformats i samråd med berörd systemansvarig.

3.1.3 Format för redovisning av data

Detta är ett projektspecifikt krav där skyddsprinciper och inställningar ska utformas i samråd med berörd systemansvarig. Det är en del av de projektspecifika uppgifterna och kraven som är listade i bilaga 1, avsnitt 4.

Formatet för redovisningen av skyddsprinciper bestäms i samråd med berörd systemansvarig och kan innefatta:

- > Reläskyddsschema och inställningar för transformatorskydd.
- > Skyddsprinciper.
- > Koordinering mellan interna skydd i kraftparksmodulen, transformatorskydd och överliggande skydd.
- > Tålighet mot automatisk inkoppling i maskade nät.

3.1.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om:

- > Skyddsprinciperna och inställningarna följer de projektspecifika kraven bestämda i samråd med berörd systemansvarig.
- > Redovisningen av inställningarna följer det format som är överenskommet med berörd systemansvarig.

3.2 Prioritering av skydds- och regleranordningar

3.2.1 Hänvisning till krav

> RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 14.5.c

3.2.2 Syfte med redovisade data

Att visa att skydds- och regleranordningarna är organiserade enligt prioriteringar givna i RfG.

3.2.3 Format för redovisning av data

Redovisa prioriteringar av skydds- och regleranordningar.

3.2.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om:

Skydds- och regleranordningarna är organiserade i enlighet med följande prioriteringsordning från RfG artikel 14.5.c (från högsta till lägsta):

- i. Skydd av nät och kraftproduktionsmodul.
- ii. Syntetisk tröghet, i förekommande fall.
- iii. Frekvensreglering (justering av aktiv effekt).
- iv. Effektbegränsningar.
- v. Begränsning av effektgradient.

3.3 Tålighet vid effektpendlingar

3.3.1 Hänvisning till krav

> RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 15.4.a

3.3.2 Syfte med redovisade data

Visa att kraftproduktionsmodulen i händelse av effektpendlingar kan bibehålla stationär systemstabilitet under drift, oavsett arbetspunkt i P-Q-diagrammet. Kraftproduktionens beteende vid effektpendlingar ska utformas i samråd med berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet.

3.3.3 Format för redovisning av data

Redovisa kraftproduktionsmodulens beteende vid effektpendlingar samt vilka åtgärder som vidtagits för att bibehålla stationär systemstabilitet under effektpendlingar.

3.3.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om:

Kraftproduktionsmodulens förmåga att bibehålla stationär systemstabilitet under effektpendlingar har redovisats och har utformats i samråd med berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet.

3.4 Förlust av fasvinkelstabilitet eller reglering

3.4.1 Hänvisning till krav

> RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 15.6.a

3.4.2 Syfte med redovisade data

Att visa att kraftproduktionsmodulen kopplas bort vid förlust av fasvinkelstabilitet eller förlust av reglering enligt överenskommelse med berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet.

3.4.3 Format för redovisning av data

Detta är ett projektspecifikt krav där kriterierna för bortkoppling vid förlust av fasvinkelstabilitet eller förlust av reglering ska utformas i samråd med berörd systemansvarig. Det är en del av de projektspecifika uppgifterna och kraven som är listade i bilaga 1, avsnitt 4.

Formatet för redovisning av dessa kriterier bestäms i samråd med berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet och innefattar:

- > Kriterier för bortkoppling vid förlust av fasvinkelstabilitet.
- > Kriterier för bortkoppling vid förlust av reglering.

3.4.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om:

- > Kriterierna för bortkoppling är utformade enligt överenskommelse med berörd systemansvarig.
- > Redovisningen av kriterierna följer det format som är överenskommet med berörd systemansvarig.

3.5 Automatisk bortkoppling vid spänningsvariationer

3.5.1 Hänvisning till krav

- > RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 16.2.c

3.5.2 Syfte med redovisade data

I förekommande fall visa att automatisk bortkoppling vid spänningsvariationer sker enligt överenskommelse med berörd systemansvarig.

3.5.3 Format för redovisning av data

Detta är ett projektspecifikt krav där villkoren och inställningarna för automatisk bortkoppling vid spänningsvariationer utformas i samråd med berörd systemansvarig. Det är en del av de projektspecifika uppgifterna och kraven som är listade i bilaga 1, avsnitt 4.

Formatet för redovisning av dessa kriterier bestäms i samråd med berörd systemansvarig.

3.5.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om:

- > Villkoren och inställningarna för automatisk bortkoppling vid spänningsvariationer har utformats i samråd med berörd systemansvarig.

3.6 Tålighet mot snabba frekvensvariationer

3.6.1 Hänvisning till krav

- > RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 13.1.b
- > EIFS 2018:2: 3 kap, 2 §

3.6.2 Syfte med redovisade data

Frekvensändringshastigheten/frekvensderivatan i det nordiska kraftsystemet är normalt väldigt låg. Vid bortfall av exempelvis en stor produktionskälla eller HVDC länk kan dock frekvensderivatan bli $\pm 0,1-0,2$ Hz/s. I situationer med låg rotationsenergi kan den i extremfall bli upp till $\pm 0,3$ Hz/s. Höga frekvensderivator innebär att något mycket allvarligt inträffat i kraftsystemet och det är då viktigt att kraftproduktionsmoduler inte kopplas bort eftersom detta kommer innebära en ytterligare försvagning av kraftsystemet med risk för en total kollaps.

Redovisad information syftar till att visa att kraftproduktionsmodulen förblir ansluten vid de frekvensändringshastigheter som är angivna i RfG.

3.6.3 Format för redovisning av data

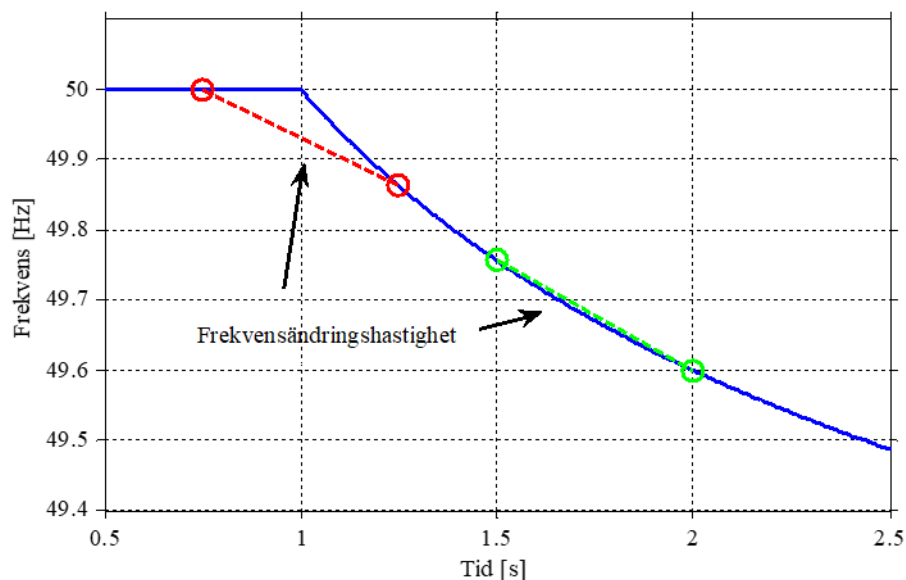
Redovisa de relevanta skyddsinställningarna som visar att kraftproduktionsmodulen förblir ansluten vid de frekvensändringshastigheter som är angivna i RfG.

3.6.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om:

- > Kraftproduktionsmodulen förblir ansluten till nätet och fungerar vid frekvensändringshastigheter upp till 2,0 Hz/s. Värdet på frekvensändringshastigheten ska vara uppmätt i anslutningspunkten och beräknas över en tidsperiod på 500 ms. Se exempel på beräkning av

frekvensändringshastighet i Figur 1.



Figur 1 Exempel för frekvensändringshastighet (röd och grön) beräknad över en tidsperiod på 500 ms

3.7 Tålighet mot spänningsvariationer

3.7.1 Hänvisning till krav

- > RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 15.4.b och 16.2.a och b
- > EIFS 2018:2: 3 kap, 18 §, 33 §

3.7.2 Syfte med redovisade data

Visa att inställningarna av skydd och begränsare tillåter efterfrågad tålighet mot spänningsvariationer:

- > Kraftproduktionsmodulen ska kunna upprätthålla kontinuerlig utmatning av aktiv effekt inom spänningsintervallet 90–105 procent spänning i anslutningspunkten.
- > För en kraftproduktionsmodul av typ D med en spänning i anslutningspunkten över 300 kV ska drift inom intervallet 105–110 procent spänning i anslutningspunkten klaras under minst 60 sekunder. För spänningsnivåerna 110 - 300 kV gäller 60 minuter.

3.7.3 Format för redovisning av data

Visa att inställningarna av skydd och begränsare tillåter efterfrågad tålighet mot spänningsvariationer.

3.7.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om:

- > Kraftproduktionsmodulen kan upprätthålla utmatning av aktiv effekt inom spänningsintervallet 90–105 procent spänning i anslutningspunkten.
- > En kraftproduktionsmodul av typ D med en spänning i anslutningspunkten över 300 kV kan upprätthålla drift inom spänningsintervallet 105–110 procent spänning i anslutningspunkten under minst 60 sekunder. För spänningsnivåerna 110 - 300 kV gäller 60 minuter.

3.8 Tålighet mot frekvensvariationer

3.8.1 Hänvisning till krav

- > RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 13.1.a
- > EIFS 2018:2: 3 kap, 1 §

3.8.2 Syfte med redovisade data

Frekvensen i det nordiska kraftsystemet hålls normalt inom 49,9-50,1 Hz men kan vid bortfall av exempelvis en stor produktionskälla eller HVDC länk i dimensionerande fall kortvarigt avvika upp till 1 Hz. Att frekvensen överskrider 51,0 Hz eller underskrider 49,0 Hz händer dock extremt sällan och har endast skett i samband med de störstörningar som inträffat för flera decennier sedan. Vid frekvensnivåer utanför 49,0-51,0 Hz har således något mycket allvarligt inträffat i kraftsystemet och det är viktigt att alla kraftproduktionsmoduler kan fortsätta att vara anslutna till kraftsystemet eftersom en bortkoppling av kraftproduktionsmoduler kan resultera i en kollaps av kraftsystemet.

Syftet med den information som ska redovisas är att visa att kraftproduktionsmodulen kan fortsätta att fungera utan att kopplas bort från nätet för de frekvensvariationer som är angivna i EIFS 2018:2 Kapitel 3 § 1.

3.8.3 Format för redovisning av data

Visa att inställningarna av skydd och begränsare tillåter efterfrågad tålighet mot frekvensvariationer enligt EIFS 2018:2 3 kap, 1 §.

3.8.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om kraftproduktionsmodulen kan fungera inom följande frekvenser:

- > 30 minuter inom frekvensområde 47,5–48,5 Hz
- > 30 minuter inom frekvensområde 48,5–49,0 Hz
- > obegränsad inom frekvensområde 49,0–51,0 Hz
- > 30 minuter inom frekvensområde 51,0–51,5 Hz

3.9 Tålighet mot frekvensvariationer och spänningsvariationer

3.9.1 Hänvisning till krav

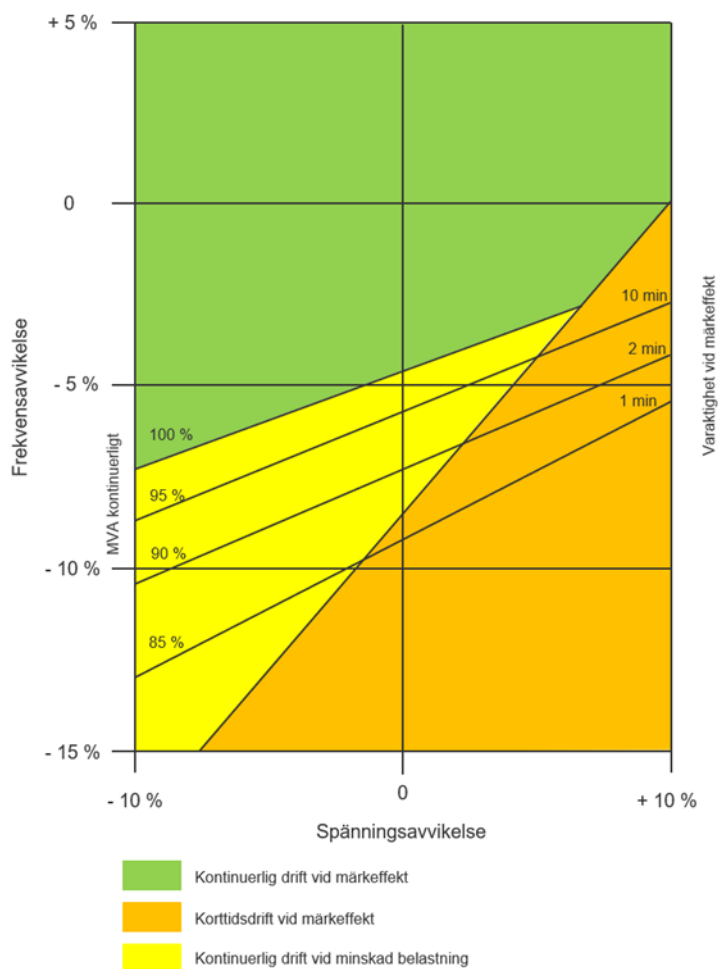
- > RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 13.1.a, 15.4.b och 16.2.a och b
- > EIFS 2018:2: 3 kap, 1 §, 7 §, 18 §, 33 §

3.9.2 Syfte med redovisade data

- > Visa att kraftproduktionsmodulen kan upprätthålla utmatning av aktiv effekt inom spänningsintervallet 90–105 procent spänning i anslutningspunkten under de frekvensvariationer som är listade i EIFS 2018:2 Kapitel 3 § 1.
- > Visa att för en kraftproduktionsmodul av typ D med en spänning i anslutningspunkten över 300 kV kan upprätthålla drift inom intervallet 105–110 procent spänning i anslutningspunkten klaras under minst 60 sekunder under de frekvensvariationer som är listade i EIFS 2018:2 Kapitel 3 § 1. För spänningsnivåer under 300 kV gäller 60 minuter.

3.9.3 Format för redovisning av data

Visa att inställningarna av skydd och begränsare tillåter efterfrågad tålighet mot samtida frekvensvariationer och spänningsvariationer. Ett exempel på kapabiliteten för en kraftproduktionsmodul som funktion av varierande spänning och frekvens visas i Figur 2.



Figur 2 Exempel på kapaciteten för en kraftproduktionsmodul som funktion av varierande spänning och frekvens.

3.9.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om kraftproduktionsmodulen kan fungera inom kombinationen av följande frekvenser och spänningsvariationer.

Frekvensvariationer:

- > 30 minuter inom frekvensområde 47,5–48,5 Hz
- > 30 minuter inom frekvensområde 48,5–49,0 Hz
- > obegränsad inom frekvensområde 49,0–51,0 Hz
- > 30 minuter inom frekvensområde 51,0–51,5 Hz

Spänningsvariationer:

- > Kraftproduktionsmodulen kan upprätthålla utmatning av aktiv effekt inom spänningsintervallet 90–105 procent spänning i anslutningspunkten.
- > Kraftproduktionsmodulen ska vara fortsatt ansluten inom spänningsintervallet 105–110 procent spänning i anslutningspunkten under minst 60 sekunder. För spänningsnivåer under 300 kV gäller 60 minuter.

De dimensionerande kombinationerna av spänning och frekvens är följande:

- > 105 % spänning och 47,5 Hz i 30 minuter med upprätthållen utmatning av aktiv effekt.
- > 105 % spänning och 49,0 Hz kontinuerligt med upprätthållen utmatning av aktiv effekt.
- > 110 % spänning och 47,5 Hz i 60 sekunder utan krav på utmatning av aktiv effekt. För spänningsnivåer under 300 kV gäller 60 minuter.

Med upprätthållen utmatning av aktiv effekt menas att den aktiva effektproduktionen inte ska begränsas utöver den angivna nivån enligt EIFS 2018:2: 3 kap, 7 §, d.v.s. mer än 3 procent för varje 1 Hz under 49 Hz.

3.10 Feltålighet och återhämtning av aktiv effekt efter fel

3.10.1 Hänvisning till krav

- > RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 14.3 och 16.3
RfG: Avdelning 2, kapitel 3, artikel 20.3
- > EIFS 2018:2: 3 kap, 36-40 §
EIFS 2018:2: 5 kap, 1 §

3.10.2 Syfte med redovisade data

Syftet är att visa hur kraftparksmodulen hanterar överskottet av primär energi vid ett fel i anslutningspunkten för att behålla stabil drift.

Detta redovisas sällan i de RMS-modeller som accepteras för överensstämmelsesimuleringarna för dessa krav i Bilaga 5, där istället styrningen av kraftparksmodulen mot nätet utvärderas.

3.10.3 Format för redovisning av data

Beskriv/redovisa hur kraftparksmodulen hanterar en 3-fasig kortslutning på 200 ms i anslutningspunkten.

I de fall som feltåligheten hanteras i varje enskild elproduktionsenhet (tex. i varje vindkraftverk) kan certifikat accepteras om det överenskommits med berörd systemansvarig.

3.10.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om kraftparksmodulens hantering av primär energi under en 200 ms kortslutning i anslutningspunkten och återgången till den ursprungliga arbetspunkten redovisas.

4 Synkronisering och återkoppling

4.1 Tillstånd för återkoppling

4.1.1 Hänvisning till krav

- > RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 14.4

4.1.2 Syfte med redovisade data

Visa att återkoppling av kraftproduktionsmodulen sker vid de tillstånd som har överenskommit med berörd systemansvarig för överföringssystemet. Eventuell automatisk återkoppling ska godkännas av berörd systemansvarig.

4.1.3 Format för redovisning av data

Detta är ett projektspecifikt krav där tillstånd för återkoppling utformas i samråd med berörd systemansvarig. Det är en del av de projektspecifika uppgifterna och kraven som är listade i bilaga 1, avsnitt 3.

Formatet för redovisning av dessa kriterier bestäms i samråd med berörd systemansvarig och innefattar bland annat:

- > De tillstånd där återkoppling får ske.
- > Beskrivning av eventuell automatisk återkoppling.

4.1.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om:

- > Tillstånden för återkoppling är utformade enligt överenskommelse med systemansvarig för överföringssystemet.
- > Eventuell automatisk återkoppling är godkänd i förhand av berörd systemansvarig och följer ovan nämnda kriterier.

4.2 Snabb återsynkronisering

4.2.1 Hänvisning till krav

- > RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 15.5.c.i

4.2.2 Syfte med redovisade data

Redovisa kraftproduktionsmodulens förmåga för snabb återsynkronisering i enlighet med den skyddsstrategi som överenskommit mellan den berörda systemansvarige i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet och kraftproduktionsanläggningen.

4.2.3 Format för redovisning av data

Detta är ett projektspecifikt krav där kraftproduktionsmodulens förmåga för snabb återsynkronisering redovisas i samråd med berörd systemansvarig. Det är en del av de projektspecifika uppgifterna och kraven som är listade i bilaga 1, avsnitt 3. Skyddsstrategin kan antingen innebära snabb återsynkronisering inom 15 minuter eller återsynkronisering från husturbindrift enligt artikel 15.5.c.

Formatet för redovisning av dessa kriterier bestäms i samråd med berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet.

4.2.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om:

- > Kraftproduktionens förmåga för snabb återsynkronisering redovisas enligt överenskommelse.
- > Återsynkronisering följer den skyddsstrategi som överenskommit

4.3 Synkroniseringsanordningar

4.3.1 Hänvisning till krav

- > RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 16.4

4.3.2 Syfte med redovisade data

Beskriva synkroniseringsanordningarna för kraftproduktionsmodulen.

4.3.3 Format för redovisning av data

Detta är ett projektspecifikt krav där kraftproduktionsmodulens förmåga för snabb återsynkronisering redovisas i samråd med berörd systemansvarig. Det är en del av de projektspecifika uppgifterna och kraven som är listade i bilaga 1, avsnitt 3.

Formatet för redovisning av dessa kriterier bestäms i samråd med berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet och innefattar:

- > Överenskommelse om tillstånd för synkronisering från berörd systemansvarig.
- > Beskrivning av synkroniseringsanordningarna för kraftproduktionsmodulen.
- > Verifiering av att synkronisering är möjlig vid angivna frekvenser.
- > Inställningarna av synkroniseringsanordningarna enligt överenskommelse med berörd systemansvarig.

4.3.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om:

- > Ovanstående beskrivning tillhandahålls för kraftproduktionsmodulens synkroniseringsanordning och att inställningarna är gjorda enligt överenskommelse med berörd systemansvarig.

4.4 Anordningar för systemdrift och systemsäkerhet

4.4.1 Hänvisning till krav

- > RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 15.6.d

4.4.2 Syfte med redovisade data

Redovisa anordningar för systemdrift och systemsäkerhet om det är aktuellt.

4.4.3 Format för redovisning av data

Detta är ett projektspecifikt krav där den berörda systemansvarige eller den berörda systemansvarige för överföringssystemet har rätt att specificera installation av anordningar för systemdrift respektive anordningar för systemsäkerhet. Det är en del av de projektspecifika uppgifterna och kraven som är listade i bilaga 1, avsnitt 3.

Formatet för redovisning av dessa kriterier bestäms i samråd med berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet.

4.4.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om:

- > Beskrivning av installation av anordningar för systemdrift och anordningar för systemsäkerhet har tillhandahållits.

5 Reglerprinciper och regleranordningar

5.1 Reglering av aktiv effekt

5.1.1 Hänvisning till krav

- > RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 15.2 a, 15.4.b och 15.6.e
- > EIFS 2018:2: Kapitel 3, 19 §, 31 §, 32 §

5.1.2 Syfte med redovisade data

Ändringshastigheten för aktiv effekt vid en förändring av referensvärdet beror på de begränsningar som finns för kraftproduktionsmodulen. Syftet med att tillhandahålla anläggningsdatan för begränsningar i förändringshastigheten är att påvisa att effektförändringen följer hastigheter angivna i ovannämnda paragrafer i RfG och EIFS 2018:2. Vidare är ett syfte att visa kraftproduktionsmodulen förmåga till konstant aktiv effekt inom angivna gränsvärden.

5.1.3 Format för redovisning av data

Begränsningar av förändringshastigheten för aktiv effekt ska redovisas. Detta inkluderar, men är inte begränsat till, tidsfördröjningar och maximala förändringshastigheter för kraftparksmodulens komponenter.

En uppskattning ska göras av den maximala ändringshastigheten för aktiv effekt efter ett steg i referensvärdet på aktiv effekt. Även fördröjningen innan den uppmätta aktiva effekten börjar ändras efter en förändring av referensvärdet ska anges.

Kraftproduktionsmodulens förmåga att upprätthålla aktiv effektproduktion mellan 49,5 Hz och 50,5 Hz (där funktionerna LFSM-O och LFSM-U ej är aktiva) ska redovisas.

5.1.4 Kravuppfyllnad

Kraftproduktionsmodulen uppskattas ha tillräcklig förmåga för reglering av aktiv effekt om följande krav efterlevs:

- > Kraftproduktionsmodulen ska kunna reglera ner den aktiva effekten från maximal aktiv effekt, P_{\max} , ned till 50 % av P_{\max} inom 60 s, d.v.s. en minsta förändringshastighet på 0,83 % per sekund (utan initial fördröjning).
- > En förändring av det aktiva effektbövärdet från maximal aktiv effekt, P_{\max} , ned till 50 % av P_{\max} ska ge en initial respons i den aktiva effekten inom 10 s.
- > Kraftproduktionsmodulen ska klara de ändringshastigheter som föreskrivs i EIFS 2018:2 Kapitel 3 § 31:
 - Ändringshastighet: 100 % / minut
 - Reglerområde: 85 % av nominell effekt
 - Effektområde: 15-100 % effekt
- > Kraftproduktionsmodulen ska klara av givna effektsteg inom en viss tid för intervall i aktiv effekt specificerade i EIFS 2018:2 Kapitel 3 § 32:
 - Effektsteg: 30 %
 - Inom tid: 15 s
 - Effektområde: 50-100 % effekt
- > Kraftproduktionsmodulen kan upprätthålla den aktiva effektutmatningen i frekvensintervallet 49.5 Hz till 50.5 Hz.

5.2 Reglerprinciper och inställningar

5.2.1 Hänvisning till krav

- > RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 14.5.a

5.2.2 Syfte med redovisade data

Redovisa att kraftproduktionsmodulen följer de reglerprinciper och inställningar som krävs för överföringssystemets stabilitet och för att vidta nödåtgärder.

5.2.3 Format för redovisade data

Detta är ett projektspecifikt krav där den berörda systemansvarige för överföringssystemet, den berörda systemansvarige och ägaren av kraftproduktionsanläggningen ska samordna och komma överens om de principer och inställningar för kraftproduktionsmodulens olika

regleranordningar som krävs för överföringssystemets stabilitet och för att vidta nödåtgärder. Det är en del av de projektspecifika uppgifterna och kraven som är listade i bilaga 1, avsnitt 2.

Formatet för redovisning av dessa kriterier bestäms i samråd med berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet.

5.2.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om:

- > Beskrivning av implementering av de reglerprinciper och inställningar som krävs för överföringssystemets stabilitet och för att vidta nödåtgärder har tillhandahållits.

5.3 Lokal aktiv effekterreglering

5.3.1 Hänvisning till krav

- > RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 15.2.b

5.3.2 Syfte med redovisade data

Redovisa manuella, lokala åtgärder för aktiv effekterreglering för kraftproduktionsmodulen i fall där de automatiska anordningarna för fjärrstyrning inte fungerar.

5.3.3 Format för redovisning av data

Detta är ett projektspecifikt krav där de manuella, lokala åtgärderna i fall där de automatiska anordningarna för fjärrstyrning inte fungerar specificeras. Det är en del av de projektspecifika uppgifterna och kraven som är listade i bilaga 1, avsnitt 2.

Formatet för redovisning av dessa kriterier bestäms i samråd med berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet.

5.3.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om:

- > De manuella, lokala åtgärderna i fall där de automatiska anordningarna för fjärrstyrning inte fungerar specificeras tillsammans med dess prestanda.

6 Driftövervakning och fjärrkontroll

6.1 Informationsutbyte

6.1.1 Hänvisning till krav

- > RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 14.5.d

6.1.2 Syfte med redovisade data

Redovisa informationsutbytet med den berörda systemansvarige eller den berörda systemansvarige för överföringssystemet.

6.1.3 Format för redovisning av data

Detta är ett projektspecifikt krav där informationsutbytet i realtid specificeras. Det är en del av de projektspecifika uppgifterna och kraven som är listade i bilaga 1, avsnitt 5.

Formatet för redovisning av dessa kriterier bestäms i samråd med berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet och kan innefatta:

- > Specifikation av innehållet i den information som utbyts.
- > Specifikation av system för informationsutbyte, alternativt praktiskt prov av systemet för informationsutbyte.
- > Provning av överensstämmelse.

6.1.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om:

- > Innehållet i informationsutbytet sker enligt överenskommelse.
- > Systemet provas enligt överenskommelse.

6.2 Övervakning i realtid av FSM och LFSM-O/U

6.2.1 Hänvisning till krav

- > RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 15.2.g

6.2.2 Syfte med redovisade data

Redovisa övervakning i realtid av FSM och LFSM-O/U.

6.2.3 Format för redovisning av data

Detta är ett projektspecifikt krav där övervakning i realtid av FSM och LFSM-O/U specificeras. Det är en del av de projektspecifika uppgifterna och kraven som är listade i bilaga 1, avsnitt 5.

Formatet för redovisning av dessa kriterier bestäms i samråd med berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet och kan innefatta:

- > Specifikation av innehållet i den information som utbyts, utöver det som specificeras i nedanstående lista (avsnitt 6.2.4)..
- > Specifikation av system för informationsutbyte, alternativt praktiskt prov av systemet för informationsutbyte.
- > Provning av överensstämmelse.

6.2.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om:

- > Följande signaler övervakas:
 - *Referenseffekt* (MW), på engelska ofta benämnt som baseline. Den effekt som kraftproduktionsmodulen skulle ha producerat om frekvensen varit 50,0 Hz och ingen aktivering av effekt från någon stödtjänst eller avhjälpande åtgärd inträffat.
 - *Maxeffekt* (MW). Den högsta aktiva effekt till vilken kraftproduktionsmodulen för närvarande skulle kunna reglera den aktiva effekten. För en kraftparksmodul är maxeffekten typiskt lika med den tillgängliga effekten.
 - *Mineffekt* (MW). Den lägsta aktiva effekt till vilken kraftproduktionsmodulen för närvarande kan reglera den aktiva effekten.
 - *Uppmätt aktiv effekt* (MW). Den momentana uppmätta aktiva effekten från kraftproduktionsmodulen.
 - *Status för FSM i frekvensbandet 49,9-50,1 Hz (på/av)*. Om dödbandet för FSM är 49,9-50,1 Hz så är status för FSM i detta frekvensband ”av”.

För kraftproduktionsmoduler som levererar FCR-N används denna signal för att indikera om FCR-N är på eller av.

- *Reglerstyrka för FSM i frekvensbandet 49,9-50,1 Hz (MW/Hz).*
Exempel: Om en frekvensändring från 50,0 Hz till 50,1 Hz skulle resultera i en effektändring på 5 MW så är reglerstyrkan $5/0,1=50$ MW/Hz. För kraftproduktionsmoduler som levererar FCR-N används denna signal för att indikera reglerstyrka för FCR-N.
- *Status för FSM i frekvensbandet 49,5-49,9 Hz (på/av).* Anger om FSM-funktionen är aktiverad eller deaktiverad i frekvensbandet 49,5-49,9 Hz. För kraftproduktionsmoduler som levererar FCR-D upp används denna signal för att indikera om FCR-D upp är på eller av.
- *Reglerstyrka för FSM i frekvensbandet 49,5-49,9 Hz (MW/Hz).*
Exempel: Om en frekvensändring från 49,9 till 49,5 Hz skulle resultera i en effektändring på 5 MW så är reglerstyrkan $5/0,4=12,5$ MW/Hz. För kraftproduktionsmoduler som levererar FCR-D upp används denna signal för att indikera reglerstyrka för FCR-D upp.
- *Status för FSM i frekvensbandet 50,1-50,5 Hz (på/av).* Anger om FSM-funktionen är aktiverad eller deaktiverad i frekvensbandet 50,1-50,5 Hz. För kraftproduktionsmoduler som levererar FCR-D ned används denna signal för att indikera om FCR-D ned är på eller av.
- *Reglerstyrka för FSM i frekvensbandet 50,1-50,5 Hz (MW/Hz).*
Exempel: Om en frekvensändring från 50,1 till 50,5 Hz skulle resultera i en effektändring på 5 MW så är reglerstyrkan $5/0,4=12,5$ MW/Hz. För kraftproduktionsmoduler som levererar FCR-D ned används denna signal för att indikera reglerstyrka för FCR-D ned.
- *Status för LFSM-U (på/av).* Anger om LFSM-U-funktionen är aktiverad eller deaktiverad. LFSM-U betraktas som "av" om kraftproduktionsmodulen inte är ansluten till nätet eller om aktiv effekt som frekvenssvar av annan anledning inte kan aktiveras.
- *Reglerstyrka för LFSM-U (MW/Hz).* Exempel: Om en frekvensändring från 49,5 till 49,0 Hz skulle resultera i en effektändring på 5 MW så är reglerstyrkan $5/0,5=10$ MW/Hz.
- *Status för LFSU-O (på/av).* Anger om LFSM-O-funktionen är aktiverad eller deaktiverad. LFSM-O betraktas som "av" om kraftproduktionsmodulen inte är ansluten till nätet eller om aktiv effekt som frekvenssvar av annan anledning inte kan aktiveras.

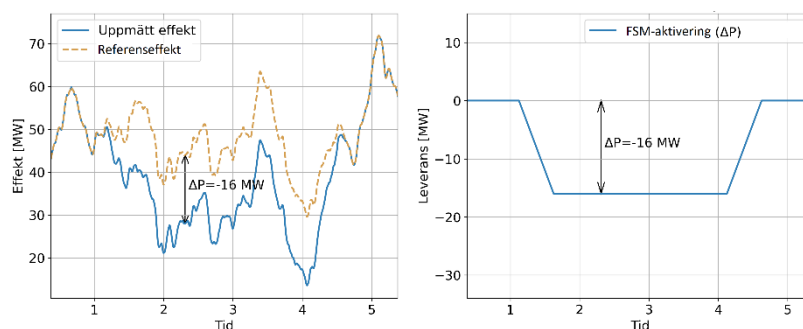
- *Reglerstyrka för LFSM-O (MW/Hz)*. Exempel: Om en frekvensändring från 50,5 till 51,0 Hz skulle resultera i en effektändring på 5 MW så är reglerstyrkan $5/0,5=10$ MW/Hz.

Reglerstyrka definieras som effektändring per frekvensändring i steady state inom det relevanta frekvensbandet. Relationen mellan reglerstyrka och statik är i det ideala fallet: $\text{Reglerstyrka} = P_{\text{max}}/(\text{statik} \cdot 50)$, där P_{max} är den installerade effekten. Observera att P_{max} inte är det samma som den momentana maxeffekten i listan ovan. Reglerstyrkan behöver inte ta hänsyn till mättning som sker på grund av att kraftproduktionsmodulen når sin max- eller mineffekt, utan beskriver regleringens karakteristik innan mättning.

- > Ytterligare signaler ska övervakas om detta överenskommit med den berörda systemansvarige och den berörda systemansvarige för överföringssystemet.
- > Systemet för övervakning provas enligt överenskommelse.

Exempel

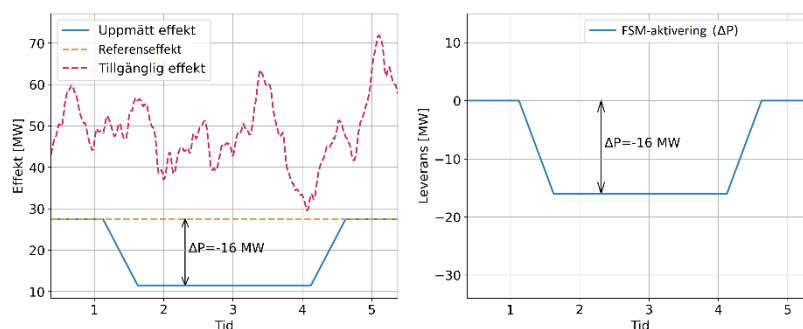
I Figur 3 visas ett exempel där kraftproduktionsmodulens produktion följer den tillgängliga effekten. I detta fall är referenseffekt = tillgänglig effekt = maxeffekt. FSM-aktivering nedåt kan göras genom att den aktiva effekten minskas relativt referenseffekten så att den aktiva effekten är lika med referenseffekten minus FSM-aktiveringen.



Figur 3. Exempel på FSM nedreglering när referenseffekten är lika med den tillgängliga effekten (maxeffekten).

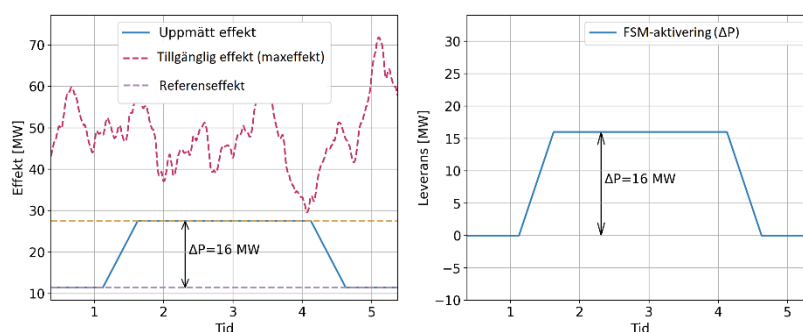
I Figur 4 visas ett exempel där kraftproduktionsmodulen är nedreglerad till en konstant effektnivå om 28 MW. I detta fall är referenseffekten 28 MW medan den tillgängliga effekten (= maxeffekten) varierar mellan 30 och 72 MW. FSM-aktivering nedåt kan göras genom att den aktiva effekten minskas relativt

referenseffekten så att den aktiva effekten (12 MW) är lika med referenseffekten (28 MW) minus FSM-aktiveringen (16 MW).



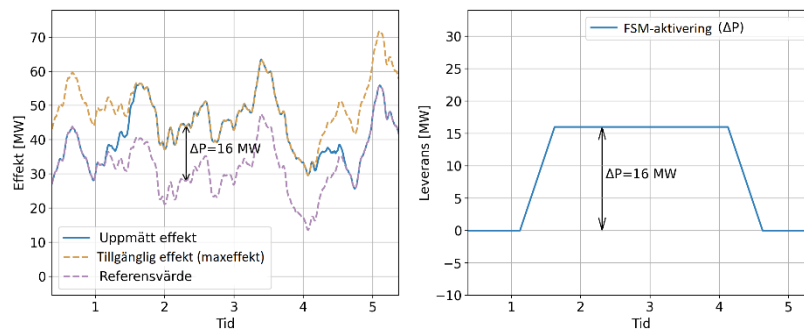
Figur 4. Exempel på FSM nedreglering när kraftproduktionsmodulen är nedreglerad till ett konstant värde.

I Figur 5 visas också ett exempel där kraftproduktionsmodulen är nedreglerad till en konstant effektnivå om 12 MW. I detta fall är referenseffekten 12 MW medan den tillgängliga effekten (= maxeffekten) varierar mellan 30 och 72 MW. FSM-aktivering uppåt kan göras genom att den aktiva effekten ökas relativt referenseffekten så att den aktiva effekten (28 MW) är lika med referenseffekten (12 MW) plus FSM-aktiveringen (16 MW).



Figur 5. Exempel på FSM uppreglering när kraftparksmodulen är nedreglerad till ett konstant värde.

I Figur 6 visas ett exempel där kraftproduktionsmodulens produktion följer en konstant avvikelse från den tillgängliga effekten. I detta fall är referenseffekten lika med den tillgängliga effekten minus 16 MW. FSM-aktivering uppåt kan göras genom att den aktiva effekten ökas relativt referenseffekten så att den aktiva effekten är lika med referenseffekten plus FSM-aktiveringen. En FSM-aktivering på 16 MW kan göras när referenseffekten är nedreglerad till tillgänglig effekt minus 16 MW.



Figur 6. Exempel på FSM nedreglering när kraftparksmodulen är nedreglerad med en konstant differens mot den tillgängliga effekten.

6.3 Övervakning och felregistrering

6.3.1 Hänvisning till krav

- > RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 15.6.b

6.3.2 Syfte med redovisade data

Redovisa övervakning och felregistrering.

6.3.3 Format för redovisning av data

Detta är ett projektspecifikt krav där övervakning och felregistrering specificeras. Det är en del av de projektspecifika uppgifterna och kraven som är listade i bilaga 1, avsnitt 5.

Formatet för redovisning av dessa kriterier bestäms i samråd med berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet och kan innefatta:

- > Specifikation av parametrar som ska registreras.
- > Inställning av felregistreringsutrustning, inklusive kriterier för utlösning och avläsningsfrekvens.
- > Beskrivning av övervakning av systempendlingar.
- > Fjärråtkomst av registrerade uppgifter.
- > Provning av överensstämmelse.

6.3.4 Kravuppfyllning

Kravet anses uppfyllt om:

- > De överenskomna parametrarna registreras. Registreringar innehåller åtminstone följande parametrar:
 - Spänning.
 - Aktiv effekt.
 - Reaktiv effekt.
 - Frekvens.
 - Statussignal för FSM (på/av).
 - Brytarlägen.
- > Inställningarna för felregistreringsutrustning redovisas och följer överenskommelse med den berörda systemansvarige för överföringssystemet.
- > Övervakningen av systempendlingar redovisas och följer överenskommelse med den berörda systemansvarige för överföringssystemet.
- > Systemet för fjärråtkomst av övervakning av leverans kvalitet och systemdynamik beskrivs och följer överenskommelse med den berörda systemansvarige för överföringssystemet.
- > Systemet för övervakning provas enligt överenskommelse.

6.4 Fjärrstyrning av reaktiv effekt

6.4.1 Hänvisning till krav

- > RfG: Avdelning 2, kapitel 1, artikel 21.3.d.vii

6.4.2 Syfte med redovisade data

Redovisa fjärrstyrning av reaktiv effekt.

6.4.3 Format för redovisning av data

Detta är ett projektspecifikt krav där den ytterligare utrustning som behövs för att det berörda börvärdet för reaktiv effektstyrning ska kunna justeras via

fjärrstyrning. Det är en del av de projektspecifika uppgifterna och kraven som är listade i bilaga 1, avsnitt 5.

Formatet för redovisning av dessa kriterier bestäms i samråd med berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet.

6.4.4 Kravuppfyllnad

Kravet anses uppfyllt om:

- > Utrustningen för fjärrstyrning av det berörda börvärdet för reaktiv effekt är utformad enligt överenskommelse med berörda systemansvarige i samordning med den berörda systemansvarige för överföringssystemet.

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

SVENSKA KRAFTNÄT
Box 1200
172 24 Sundbyberg
Sturegatan 1

Tel: 010-475 80 00
Fax: 010-475 89 50
www.svk.se

