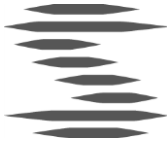


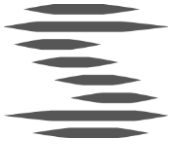
2024-04-18

# Svenska kraftnäts utkast till uppdatering av EIFS 2018:2



## Innehåll

<i>1 kap. Inledande bestämmelse</i>	<i>4</i>
<i>2 kap. Definitioner</i>	<i>4</i>
<i>3 kap. Tillämpning</i>	<i>5</i>
<i>4 kap. Allmänna krav för kraftproduktionsmoduler</i>	<i>7</i>
<i>5 kap. Krav för synkrona kraftproduktionsmoduler</i>	<i>23</i>
<i>6 kap. Krav för kraftparksmoduler</i>	<i>28</i>
<i>7 kap. Krav för havsbaserade kraftparksmoduler av typ A, B, C och D</i>	<i>34</i>
<i>8 kap. Krav batterilager</i>	<i>36</i>





## **Energimarknadsinspektionens föreskrifter om fastställande av generellt tillämpliga krav för nätanslutning av generatorer och batterilager;**

Beslutade den XX-XX-XX.

Energimarknadsinspektionen föreskriver följande med stöd av 17 st 1 och 19 §§ förordning (2023:241) om det nationella elsystemet.

### **1 kap. Inledande bestämmelse**

**1 §** Dessa föreskrifter kompletterar Europeiska kommissionens förordning (EU) nr 2016/631 av den 14 april 2016 om fastställande av nätföreskrifter med krav för nätanslutning av generatorer.

Termer och uttryck som används i dessa föreskrifter har samma betydelse som i Europeiska kommissionens förordning (EU) nr 2016/631.

### **2 kap. Definitioner**

**1 §** Fasvinkelstabilitet: med begreppet fasvinkelstabilitet i RfG Artikel 15.6 a och 19.3 ska för synkrona kraftproduktionsmoduler avses begreppet rotorvinkelstabilitet.

**2 §** Återsynkronisering: möjlighet för en kraftproduktionsmodul att kunna synkronisera till nätet efter en störning.

**3 §** Referenseffekt: den aktiva effekt som skulle producerats av en kraftproduktionsmodul om ingen aktiv effekt som frekvenssvar i form av LFSM, FSM eller annan frekvensreglering hade aktiverats.

**4 §** Batterilager av typ A, B, C och D: definieras på samma sätt som motsvarande kraftproduktionsmoduler av typ A, B, C och D i enligt med deras betydelse i Rfg Artikel 5, undantaget att effektgränsen för respektive typ A, B, C, och D ska baseras på det största absolutbeloppet av maximal produktion,  $P_{\max, \text{prod.}}$ , och maximal förbrukning,  $P_{\max, \text{förbr.}}$ , för respektive batterilager.



### 3 kap. Tillämpning

**1 §** Dessa föreskrifter omfattar nya kraftproduktionsmoduler som avses i kommissionens förordning (EU) nr 2016/631 artikel 3 och befintliga kraftproduktionsmoduler och kraftproduktionsanläggningar som avses i artikel 4 i kommissionens förordning (EU) nr 2016/631 samt batterilager.

Enligt artikel 5 i kommissionens förordning (EU) nr 2016/631 indelas kraftproduktionsmoduler i fyra kategorier (typ A, B, C och D).

**2 §** De förmågor som avses i artikel 4-6, artikel 13-37, artikel 40-57 samt artikel 66-68 i kommissionens förordning (EU) nr 2016/631 eller tillhörande nationellt tillägg EIFS 2018:2 4 kap 1-54 §§, 5 kap 1-14 §§, 6 kap 1-16 §§, 7 kap 1-3 §§ samt 8 kap 1-7 §§ får inte åsidosättas genom att anslutningspunkten flyttas till en godtycklig punkt. Flera anslutna enheter för kraftproduktion som ligger nära varandra och därmed har en gemensam påverkan på systemet får inte delas upp i skilda anslutningspunkter om det innebär att ovan nämnda förmågor åsidosätts.

**3 §** För nät med en spänningsnivå understigande 400 kV ska den berörda systemansvarige, för varje anslutningspunkt, specificera referensvärdet för relativtal 1 (100 procent spänning).

#### *Allmänna råd*

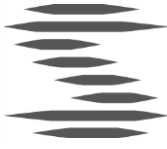
Endast ett referensvärde för spänning per spänningsnivå för kraftproduktionsmoduler i en station bör förekomma för systemspänningar från och med 70 kV till och med 220 kV. Det rekommenderas, så långt det är möjligt, att i respektive geografiskt sammanhängande system ha ett och samma relativtal i elektriskt förbundna stationer på samma spänningsnivå.

#### **Tillämpning för anslutning på och till elnät på Gotland**

**4 §** Kraftproduktionsmoduler som ansluter till elnät på Gotland ska omfattas av samma krav som följer av kommissionens förordning (EU) nr 2016/631 samt denna föreskrift för anslutningspunkter som drivs synkront med det nationella överföringssystemet.

**5 §** Batterilager som ansluter till elnät på Gotland ska omfattas av samma krav som följer av denna föreskrift för anslutningspunkter som drivs synkront med det nationella överföringssystemet.

**6 §** Ägaren av kraftproduktionsmodulen eller ägaren av batterilagret, de berörda systemansvariga på Gotland och den berörde systemansvarige för överföringssystemet får i samråd komma överens om särskilda inställningar för reglerfunktioner och skydd som ska tillämpas under perioder då Gotland inte drivs synkront med övriga delar av det nationella elsystemet. Inställningarna ska syfta



till att upprätthålla driftsäkerheten på Gotland med beaktande av driftsäkerheten i det övriga nationella elsystemet.



## 4 kap. Allmänna krav för kraftproduktionsmoduler

### Allmänna krav för kraftproduktionsmodul av typ A, B, C och D

**1 §** Den kortaste tidsperiod som kraftproduktionsmoduler av typ A, B, C och D ska kunna fungera inom frekvenser som avviker från nominellt värde utan att kopplas bort från nätet är:

- 30 minuter inom frekvensområde 47,5–49,0 Hz
- obegränsad inom frekvensområde 49,0–51,0 Hz
- 30 minuter inom frekvensområde 51,0–51,5 Hz
- 30 sekunder inom frekvensområdet 51,5–52,5 Hz

Inställningar för eventuella över- och underfrekvensskydd för typ C och D ska överenskommas med berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet.

#### *Allmänna råd*

En kraftproduktionsmodul bör bibehålla anslutning till nätet även vid frekvens över 52,5 Hz om det inte medför risk för skada på kraftproduktionsmodulen.

**2 §** Kraftproduktionsmoduler av typ A, B, C och D ska förbli ansluten till nätet och fungera vid frekvensändringshastigheter upp till  $\pm 2,0$  Hz/s. Värdet på frekvensändringshastigheten ska vara uppmätt i anslutningspunkten och beräknas över en tidsperiod på 500 ms.

Inställningar för eventuella frekvensderivataskydd för typ C och D ska överenskommas med berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet.

#### *Allmänna råd*

En kraftproduktionsmodul bör bibehålla anslutning till nätet även vid större frekvensändringshastigheter om det inte medför risk för skada på kraftproduktionsmodulen. Om kraftproduktionsmodulen behöver frekvensderivataskydd i området över 2 Hz/s så bör inställningar för dessa ta hänsyn till kraftproduktionsmodulens tekniska förmåga i detta område, särskilt förmåga att klara positiv derivata vid underfrekvens respektive negativ derivata vid överfrekvens.

**3 §** Kraftproduktionsmoduler av typ A, B, C och D ska kunna tillhandahålla reduktion av aktiv effekt som frekvenssvar vid begränsat frekvenskänslighetsläge – överfrekvens (LFSM-O), vid en frekvenströskel på 50,5 Hz. Drift i LFSM-O ska vara aktiverad om inte annat meddelas av berörd systemansvarig för



överföringssystemet. Automatisk bortkoppling av kraftproduktionsmodulen får inte användas som alternativ till en reduktion av aktiv effekt vid överfrekvens.

För kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska drift i LFSM-O kunna aktiveras och deaktiveras vid instruktion från berörd systemansvarig för överföringssystemet i enlighet med 4 kap 43 §.

**4 §** Statikfaktorn för LFSM-O för kraftproduktionsmoduler av typ A ska ha det primära inställningsvärdet 8 %. Statikfaktorn för LFSM-O för kraftproduktionsmoduler av typ B, C och D ska vara änderingsbar inom intervallet 2 till 12 procent. För kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska inställningsvärdet kunna ändras vid instruktion från berörd systemansvarig för överföringssystemet i enlighet med 4 kap 43 §.

**5 §** Om kraftproduktionsmoduler av typ A, B, C och D vid drift i begränsat frekvenskänslighetsläge – överfrekvens (LFSM-O), når sin lägsta nivå med reglerförmåga så ska kraftproduktionsmodulen kunna fortsätta att fungera på denna nivå.

#### *Allmänna råd*

Lägsta nivå med reglerförmåga är i allmänhet samma nivå som lägsta nivå för stabil drift.

**6 §** LFSM-O ska ha sådana dynamiska egenskaper att den bidrar till stabilisering och dämpning av oscillationer i systemfrekvensen. LFSM-O ska kunna följa frekvensvariationer genom aktivering och deaktivering av aktiv effekt som frekvenssvar. Responsten ska vara så snabb som möjligt inom ramen för teknisk förmåga, intern anläggningsstabilitet och kraftsystemstabilitet.

**7 §** För kraftproduktionsmoduler av typ A, B, C och D ska referensvärdet för aktiv effekt till vilket  $\Delta P$  är kopplat, enligt kommissionens förordning (EU) nr 2016/631 Artikel 13.2, Figur 1 vid begränsat frekvenskänslighetsläge – överfrekvens (LFSM-O), utgöras av den maximala kontinuerliga effekten ( $P_{max}$ ).

**8 §** Den maximala minskningen av den aktiva effekten till följd av sjunkande frekvens under 49,0 Hz ska vara 3 procent för varje 1 Hz för kraftproduktionsmoduler av typ A, B, C och D.

**9 §** Kraftproduktionsmoduler av typ A, B och C får anslutas automatiskt till nätet när nätfrekvensen i anslutningspunkten är inom intervallet 47,5– 50,1 Hz. Nätfrekvensen i anslutningspunkten ska ha befunnit sig inom detta frekvensintervall under minst tre sammanhängande minuter innan anslutning får ske.





Kraftproduktionsmoduler av typ D får inte anslutas automatiskt till nätet om inte annat överenskommit med berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet.

För kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet ha rätt att kräva att automatisk anslutning ska kunna blockeras vid instruktion från berörd systemansvarig eller berörd systemansvarig för överföringssystemet i enlighet med 4 kap 43 §.

**10 §** Vid automatisk anslutning till nätet av kraftproduktionsmodul av typ A, B och C och D gäller följande krav för ökningen av aktiv uteffekt beroende på nätfrekvensen i anslutningspunkten.

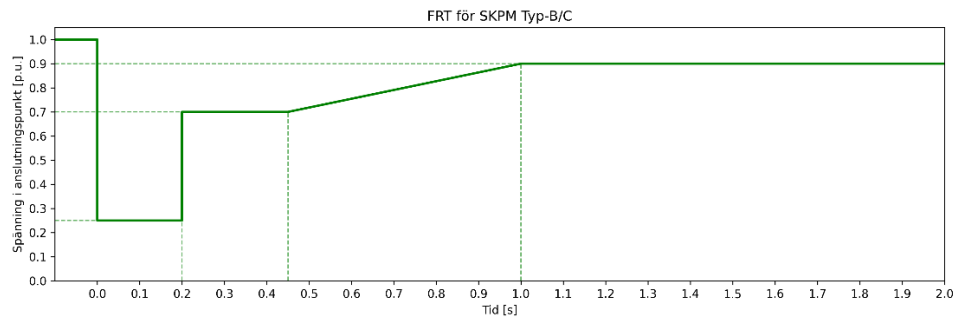
< 49,9 Hz	Ökning med maximalt 5 procent av den maximala kontinuerliga effekten per sekund
49,9–50,1 Hz	Ökning med maximalt 10 procent av den maximala kontinuerliga effekten per minut
> 50,1 Hz	Ökning av uteffekten ej tillåten

### Allmänna krav för kraftproduktionsmodul av typ B och C

**11 §** De krav som anges i 12 och 13 §§ gäller oavsett om felet är symmetriskt eller inte.

**12 §** Synkrona kraftproduktionsmoduler av typ B och C ska förbli anslutna till nätet med fortsatt stabil funktion vid en spänningstidsprofil i anslutningspunkten med följande spänningsparametrar.

$U_{ret} = 0,25$	$t_{clear} = 0,20$ sekunder
$U_{clear} = 0,70$	$t_{rec1} = 0,20$ sekunder
$U_{rec1} = 0,70$	$t_{rec2} = 0,45$ sekunder
$U_{rec2} = 0,90$	$t_{rec3} = 1,00$ sekunder

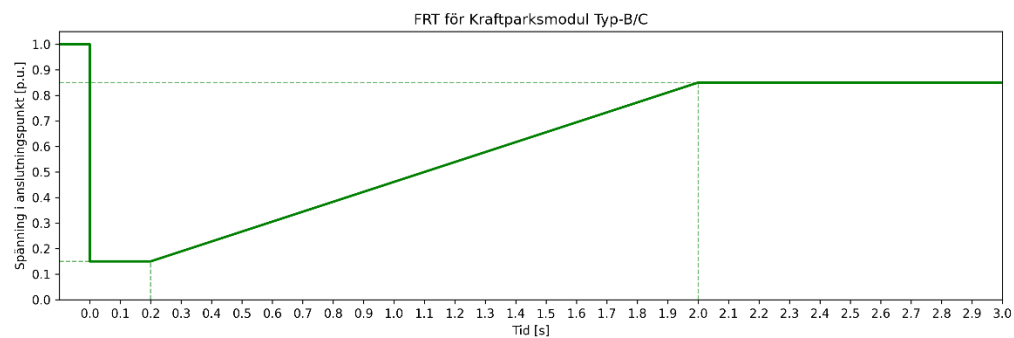


Figur 1. Spänningsprofil i anslutningspunkten för synkrona kraftproduktionsmoduler Typ B och C.

**13 §** Kraftparksmoduler av typ B och C ska förbli ansluten till nätet med fortsatt stabil funktion vid en spänningstidsprofil i anslutningspunkten med följande spänningsparametrar.

$U_{ret} = 0,15$	$t_{clear} = 0,20$ sekunder
$U_{clear} = 0,15$	$t_{rec1} = 0,20$ sekunder
$U_{rec1} = 0,15$	$t_{rec2} = 0,20$ sekunder
$U_{rec2} = 0,85$	$t_{rec3} = 2,0$ sekunder

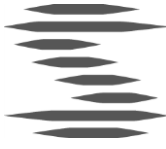
Tio sekunder efter felets inträffande ska spänningen i anslutningspunkten antas återgå till 90 procent.



Figur 2. Spänningsprofil i anslutningspunkten för kraftparksmoduler Typ B och C.

**14 §** Vid beräkning av förmåga till feltålighet ska arbetspunkten för kraftproduktionsmoduler typ B och C innan fel motsvara den maximala kontinuerliga effekten ( $P_{max}$ ) och det reaktiva utbytet i anslutningspunkten är noll. Spänningen i anslutningspunkten ska vara spänningens referensvärde med relativt 1.

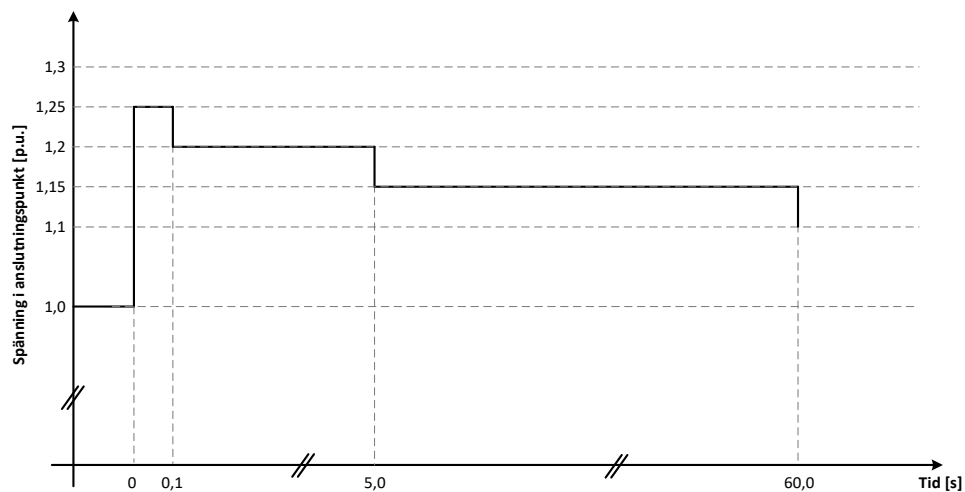
**15 §** Vid beräkning av förmåga till feltålighet för kraftproduktionsmoduler typ B och C ska berörd systemansvarig i samordning med berörd systemansvarig för överföringssystemet tillhandahålla en nätmodell i anslutningspunkten som



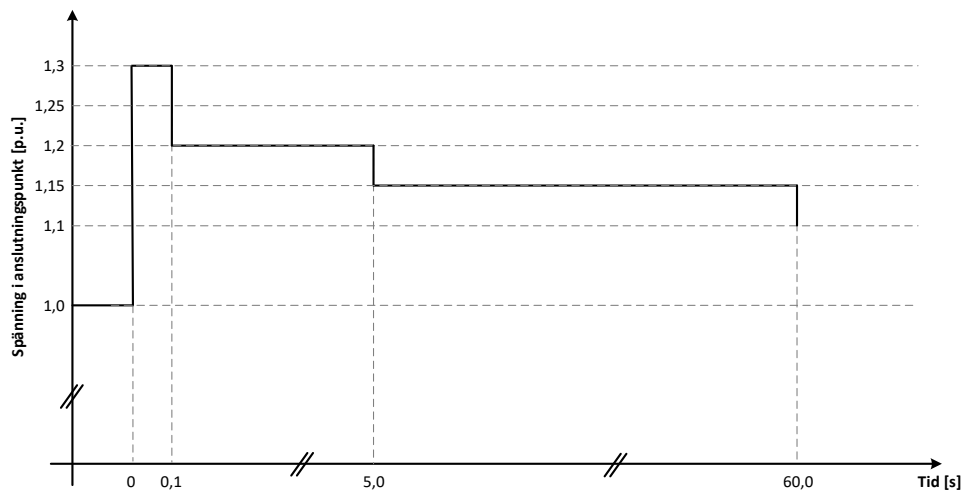
representerar ett dimensionerande lastfall och fullt drifftagen nätstruktur som råder både innan och efter fel. Såvida inte berörd systemansvarig eller berörd systemansvarig för överföringssystemet meddelar annat ska övriga kraftproduktionsmoduler anslutna via samma transformator till anslutningspunkten bortkopplas vid beräkning av förmåga till feltålighet.

### Allmänna krav för kraftproduktionsmodul av typ B, C och D

**16 §** Kraftproduktionsmoduler av typ B, C och D ska förbli anslutna till nätet med fortsatt stabil funktion vid överspänningar i anslutningspunkten om ingen av huvudspänningarna överskrider spänningsprofilen i Figur 3 för typ B eller Figur 4 för Typ C och Typ D.



Figur 3. Feltålighetsprofil i anslutningspunkten vid överspänningar för kraftproduktionsmoduler typ B.



Figur 4. Feltålighetsprofil i anslutningspunkten vid överspänningar för kraftproduktionsmoduler typ C och D

**17 §** Kraftproduktionsmoduler av typ B, C och D ska kunna tillhandahålla utmatning av maximal aktiv effekt, dock ej överstigande maximal termisk förmåga, inom spänningsintervallet 90–105 procent spänning i anslutningspunkten.

**18 §** Kraftproduktionsmoduler av typ B, C och D ska kunna utbyta data med den berörda systemansvarige och den berörda systemansvarige för överföringssystemet i realtid på det sätt och med det innehåll som specificeras av den berörda systemansvarige och den berörde systemansvarige för överföringssystemet.

### Allmänna krav för kraftproduktionsmodul av typ C och D

**19 §** För kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska det vara möjligt att ändra börvärdet för aktiv effekt i enlighet med instruktioner från den berörda systemansvarige eller den berörda systemansvarige för överföringssystemet i enlighet med 4 kap 43 §. Från det att en börvärdesändring görs ska effektändring påbörjas inom tio sekunder. Kraftproduktionsmodulen ska kunna reglera uteffekten från maximal uteffekt ned till 50 procent uteffekt inom 60 sekunder. Ny stabil effektnivå ska erhållas inom toleransen  $\pm 2$  procent av nominell effekt.

**20 §** Kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska kunna tillhandahålla ökning av aktiv effekt som frekvenssvar vid begränsat frekvenskänslighetsläge – underfrekvens (LFSM-U), vid en frekvenströskel på 49,5 Hz. Drift i LFSM-U ska vara aktiverad om inte annat meddelas av berörd systemansvarig för överföringssystemet. Drift i LFSM-U ska kunna aktiveras och deaktiveras vid instruktion från berörd systemansvarig för överföringssystemet i enlighet med 4 kap 43 §.



**21 §** Statikfaktorn för LFSM-U för kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska vara ändringsbar inom intervallet 2 till 12 procent. Inställningsvärdet ska kunna ändras av ägaren av kraftproduktionsmodulen vid instruktion från berörd systemansvarig för överföringssystemet i enlighet med 4 kap 43 §.

**22 §** LFSM-U ska ha sådana dynamiska egenskaper att den bidrar till stabilisering och dämpning av oscillationer i systemfrekvensen. LFSM-U ska kunna följa frekvensvariationer genom aktivering och deaktivering av aktiv effekt som frekvenssvar. Responsten ska vara så snabb som möjligt inom ramen för teknisk förmåga, intern anläggningsstabilitet och kraftsystemstabilitet.

**23 §** För kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska referensvärdet för aktiv effekt till vilket  $\Delta P$  är kopplat, enligt kommissionens förordning (EU) nr 2016/631 Artikel 15.2c, Figur 4 vid begränsat frekvenskänslighetsläge – underfrekvens (LFSM-U), utgöras av den maximala kontinuerliga effekten ( $P_{max}$ ).

**24 §** Kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska kunna aktivera och deaktivera drift i frekvenskänslighetsläge, FSM, vid instruktion från berörd systemansvarig för överföringssystemet i enlighet med 4 kap 43 §.

#### *Allmänna råd*

Om FCR-D ska levereras från kraftproduktionsmodulen bör detta ske genom aktivering av drift i FSM. FSM kan implementeras som flera parallella funktioner exempelvis för samtidig leverans av FCR-N och FCR-D.

Om FSM används vid ö-drift kan speciella ö-driftsparametrar behöva väljas in.

**25 §** Statikfaktorn för FSM för kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska vara ändringsbar inom intervallet 2 till 12 procent. Inställningsvärdet ska kunna ändras vid instruktion från berörd systemansvarig för överföringssystemet i enlighet med 4 kap 43 §.

**26 §** Kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska för drift i frekvenskänslighetsläge (FSM) arbeta med en okänslighet för frekvenssvar om maximalt 10 mHz utvärderat vid 4 procent statikfaktor.

**27 §** Frekvenskänslighetsläge (FSM) ska vara utrustad med ett dödband som ska vara ändringsbart inom intervallet 0 till  $\pm 500$  mHz.

**28 §** Kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska vid drift i frekvenskänslighetsläge (FSM) arbeta linjärt i frekvensbandet mellan LFSM:s dödband och FSM:s dödband.

**29 §** För kraftproduktionsmoduler av typ C och D kan FSM och LFSM antingen implementeras som separata funktioner eller som en sammanhållen funktion.



Om FSM och LFSM implementeras som separata funktioner så ska ändringen av aktiv effekt som frekvenssvar vara summan av FSM och LFSM.

Om FSM och LFSM implementeras som en sammanhållen funktion så ska inställningsvärdet för statikfaktorn för LFSM alltid ställas lika med eller lägre än statikfaktorn för FSM, och drift i FSM-läge ska kunna aktiveras och deaktiveras genom ändring av dödbandet vid instruktion från berörd systemansvarig för överföringssystemet i enlighet med 4 kap 43 §.

Aktivering av FSM och LFSM, uttryckt i ekvationer:

Vid överfrekvens ovanför LFSM-O:s tröskelvärde, då  
 $f_n + f_{db,LFSM} \leq f$  :

Om FSM och LFSM implementeras som separata funktioner:
$$\Delta P/P_{max} = \frac{f_n + f_{db,LFSM} - f}{s_{LFSM} \cdot f_n} - \frac{f_{db,LFSM} - f_{db,FSM}}{s_{FSM} \cdot f_n}$$

Om FSM och LFSM implementeras som en sammanhållen funktion:
$$\Delta P/P_{max} = \frac{f_n + f_{db,FSM} - f}{s_{LFSM} \cdot f_n}$$

Vid överfrekvens mellan LFSM-O:s och FSM:s tröskelvärde, då  
 $f_n + f_{db,FSM} \leq f \leq f_n + f_{db,LFSM}$  :

$$\Delta P/P_{max} = \frac{f_n + f_{db,FSM} - f}{s_{FSM} \cdot f_n}$$

Vid frekvens innanför FSM:s tröskelvärden, då  
 $f_n - f_{db,FSM} \leq f \leq f_n + f_{db,FSM}$  :  
 $\Delta P/P_{max} = 0$

Vid underfrekvens mellan FSM:s och LFSM-U:s tröskelvärden, då  
 $f_n - f_{db,LFSM} \leq f \leq f_n - f_{db,FSM}$  :

$$\Delta P/P_{max} = \frac{f_n - f_{db,FSM} - f}{s_{FSM} \cdot f_n}$$

Vid underfrekvens under LFSM-U:s tröskelvärde, då  
 $f \leq f_n - f_{db,LFSM}$  :

Om FSM och LFSM implementeras som separata funktioner:

$$\Delta P/P_{max} = \frac{f_n - f_{db,LFSM} - f}{s_{LFSM} \cdot f_n} + \frac{f_{db,LFSM} - f_{db,FSM}}{s_{FSM} \cdot f_n}$$

Om FSM och LFSM implementeras som en sammanhållen funktion:

$$\Delta P/P_{max} = \frac{f_n - f_{db,FSM} - f}{s_{LFSM} \cdot f_n}$$



Där

$\Delta P/P_{max}$  är utreglerad effekt förhållande till maximal kontinuerlig effekt

$f_n$  är den nominella frekvensen, 50 Hz

$f_{db,FSM}$  är dödbandet för FSM

$f$  är den aktuella frekvensen

$s_{FSM}$  är statikfaktorn för FSM

$s_{LFSM}$  är statikfaktorn för LFSM

**30 §** Vid drift i frekvenskänslighetsläge (FSM) ska kraftproduktionsmoduler av typ C och D kunna tillhandahålla fullt aktivt frekvenssvar under minst 20 minuter.

**31 §** För kraftproduktionsmoduler av typ C och D utan tröghet vid drift i frekvenskänslighetsläge (FSM) ska den inledande fördröjningen vid frekvenssvar vara mindre än 1 sekund.

**32 §** FSM ska ha sådana dynamiska egenskaper att den bidrar till stabilisering och dämpning av oscillationer i systemfrekvensen. FSM ska kunna följa frekvensvariationer genom aktivering och deaktivering av aktiv effekt som frekvenssvar. Responsen ska vara så snabb som möjligt inom ramen för teknisk förmåga, intern anläggningsstabilitet och kraftsystemstabilitet. Om effektändringen är långsammare än den profil som anges i det allmänna rådet nedan ska ägaren av kraftproduktionsanläggningen tillhandahålla styrkande teknisk information som visar varför en längre tid behövs.

#### Allmänna råd

Vid en frekvensändring från 49,9 Hz till 49,0 Hz eller från 50,1 Hz till 51,0 Hz med ändringshastighet 0,24 Hz/s bör effektändringen under de första 7,5 sekunderna minst vara:

$$\frac{|\Delta P_{7.5s}|}{P_{max}} \geq 0.86 \cdot \frac{|f_{db,FSM} - f_{db,LFSM}|}{s \cdot f_n}$$

$$\frac{|E_{7.5s}|}{P_{max}} \geq 3.2s \cdot \frac{|f_{db,FSM} - f_{db,LFSM}|}{s \cdot f_n}$$

Där

$\Delta P_{7.5s}/P_{max}$  är utreglerad effekt 7,5 sekunder efter att frekvensändringen påbörjats, i förhållande till maximal kontinuerlig effekt

$E_{7.5s}/P_{max}$  är utreglerad energi under de första 7,5 sekunderna efter det att frekvensändringen påbörjats, i förhållande till maximal kontinuerlig effekt

$f_n$  är den nominella frekvensen, 50 Hz

$f_{db,FSM}$  är dödbandet för FSM

$f_{db,LFSM}$  är dödbandet för LFSM

$s$  är statiken



**33 §** Kraftproduktionsmoduler av typ C och D, för vilka målvärdet för den aktiva effekten kan styras till att följa en varierande tillgänglig primär energikälla, ska kunna beräkna sin tillgängliga effekt och styra den aktiva effekten till en konstant avvikelse från den tillgängliga effekten. LFSM-U, LFSM-O och FSM ska kunna aktivera aktiv effekt som frekvenssvar genom en justering av denna avvikelse mot tillgänglig effekt. Beräkningen av den tillgängliga effekten ska vara väntevärdesriktig och oberoende av huruvida aktiv effekt som frekvenssvar har aktiverats eller inte.

#### *Allmänna råd*

Kraftproduktionsmoduler av typ C och D, för vilka målvärdet för den aktiva effekten kan styras till att följa en varierande tillgänglig primär energikälla, bör ha åtminstone följande reglerlagen:

- Aktiv effekt följer en referenseffekt som är lika med den tillgängliga effekten. LFSM-O och FSM kan reglera ner effekten så att statikfaktorn bestämmer avvikelsen från referenseffekten.
- Aktiv effekt följer en referenseffekt som är en konstant avvikelse från tillgänglig effekt. LFSM och FSM kan reglera effekten både uppåt och nedåt så att statikfaktorn bestämmer avvikelsen från referenseffekten.
- Aktiv effekt följer en referenseffekt som är ett konstant värde. LFSM och FSM kan reglera effekten både uppåt och nedåt så att statikfaktorn bestämmer avvikelsen från referenseffekten.

**34 §** Kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska snabbt kunna återsynkronisera till nätet efter en störning i yttre nät. Snabb återsynkronisering kan antingen ske genom att kraftproduktionsmodulen är snabbstartad och kan återsynkronisera inom 15 minuter, eller att kraftproduktionsmodulen är utformad för att i samband med störningen övergå i husturbindrift, och att återsynkroniseringen därefter sker ifrån husturbindrift. Det räcker att kraftproduktionsmodulen uppfyller ett av kraven för snabb återsynkronisering, dvs. antingen är snabbstartad eller är utformad för att övergå i husturbindrift.

**35 §** Kraftproduktionsmoduler av typ C och D som uppfyller kravet på snabb återsynkronisering inom 15 minuter efter det att spänningen i anslutningspunkten är återställd ska ha förmågan till snabb återsynkronisering inom 15 minuter i minst 12 timmar efter det att störningen i yttre nät inträffade. Utformning och inställningar av skyddsutrustningar och reglersystem ska vara designade för att möjliggöra snabb återsynkronisering inom 15 min.





**36 §** Kraftproduktionsmoduler av typ C och D som omfattas av kravet på husturbindrift ska kunna upprätthålla husturbindrift i minst 12 timmar. Kraftproduktionsmoduler som har en förmåga till längre husturbindrift än 12 timmar ska inte begränsa husturbindriften till 12 timmar utan kvarstå i husturbindrift så länge anläggningsägaren inte bedömer att det finns några tekniska eller driftmässiga begränsningar alternativt tills annat meddelas från berörd systemansvarig eller berörd systemansvarig för överföringssystemet. Under husturbindrift ska kraftproduktionsmodulen vara oberoende av extern elförsörjning samt elförsörjning från andra kraftproduktionsmoduler.

**37 §** Kraftproduktionsmoduler av typ C och D som är i husturbindrift ska kunna återsynkronisera till nätet inom 15 minuter efter det att spänningen i anslutningspunkten är återställd.

**38 §** Förmåga till återsynkronisering inom 15 min alternativt övergång till husturbindrift ska för kraftproduktionsmoduler av typ C och D uppfyllas från dimensionerande gränsvärden och händelser, refererande till yttre gränser för frekvens, spänning samt krav på feltålighet som fastställts i Rfg samt i denna föreskrift vilka påverkat kraftproduktionsmodulen innan den bortkopplats från nätet. Störningen ska även inkludera att kraftsystemet blivit spänningslöst samt att all extern spänningsmatning av kraftproduktionsmodulen och dess hjälpsystem försvunnit.

**39 §** Kravet på snabb återsynkronisering från en snabbstartad kraftproduktionsmodul eller en kraftproduktionsmodul som övergår till husturbindrift gäller inte för de driftsituationer då anläggningsägaren kan visa att de nukleära, hydrologiska, hydrodynamiska, meteorologiska eller miljömässiga omständigheterna väsentligen omöjliggör ett kravuppfyllande. Exempel på detta kan vara nukleära säkerhetssystem, sol-, vind- och vattentillgång.

**40 §** Kraftproduktionsmoduler av typ C och D som antingen är snabbstartade eller som befinner sig i husturbindrift ska när spänningen i anslutningspunkten är återställd vid återsynkronisering kunna göra detta inom vida områden för frekvens, spänningsamplitud och fasvinkelintervall. Områdena för dessa ska för respektive kraftproduktionsmodul överenskommas med den berörda systemansvarige i samordning med berörd systemansvarig för överföringssystemet med beaktande av relevanta gränser för respektive kraftproduktionsanläggning.

**41 §** Kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska vara försedd med utrustning för kontinuerlig övervakning av kraftproduktionsmodulens dynamik. Följande parametrar ska registreras med minst 50 Hz samplingsfrekvens: Frekvens, plusföljdspänning (fasvinkel och amplitud), aktiv effekt, reaktiv effekt. Data ska sparas minst 1 år och på förfrågan tillgängliggöras för berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet.



### Allmänna råd

Utrustningen bör uppfylla standarderna IEEE STANDARD C37.118.1-2011, C37.118.1a-2014 och C37.118.2 eller motsvarande.

**42 §** Kraftproduktionsmoduler av typ B, C och D, och av följande teknik, ska vid en justering av börvärde för aktiv effekt klara följande ramphastigheter. Ny stabil effektnivå ska erhållas inom toleransen  $\pm 2$  procent av den maximala kontinuerliga effekten.

Anläggningstyp	Ramphastighet [procent av Pmax per minut]	Effektområde [procent av Pmax]
Vattenkraft (kaplan)	40	40–100
Vattenkraft (francis)	40	50–100
Kolkondens	4	60–90
Oljekondens	8	40–90
Kraftvärmeverk	4	60–90
Kärnkraftverk (tryck)	5	60–90
Kärnkraftverk (kok)	10	60–90
Kärnkraft (övrig)	Meddelas av systemansvarige för överföringssystemet efter samordning med ägaren av kraftproduktionsmodulen och berörd systemansvarig	
Gasturbin jettyp	40	40–100
Gasturbin industrityp	40	40–100
Kraftparksmodul vind	100	15–100
Kraftparksmodul sol	100	0–100
Övriga	Meddelas av systemansvarige för överföringssystemet efter samordning med ägaren av kraftproduktionsmodulen och berörd systemansvarig	

Det ska vara möjligt att tillämpa en långsammare ramphastighet vid justering av börvärde för aktiv effekt än den som anges i tabellen om den systemansvarige för överföringssystemet meddelar en maximal ramphastighet eller rampperiod.

Kraven i denna paragraf gäller både vid fjärrstyrning och vid manuella, lokala åtgärder.

Inom effektområdet för respektive anläggningstyp kan anläggningsspecifika egenskaper medföra att vissa effektnivåer ej lämpar sig som driftpunkt.

**43 §** Ägaren av en kraftproduktionsmodul av typ C och D ska tillse att en dygnet-runt-bemannad driftcentral inom det nordiska synkronområdet har möjlighet till övervakning och styrning av kraftproduktionsmodulen. Driftcentralen ska inom 15 minuter, i enlighet med instruktioner via klart fastställda kommunikationsvägar från den berörda systemansvarige eller den berörda systemansvarige för överföringssystemet, kunna ändra börvärde för aktiv effekt inklusive snabb nedstyrning av aktiv effekt, ändra börvärde och byta mellan tillämpliga reglerlägen för spänning, reaktiv effekt och effektfaktor, aktivera och deaktivera LFSM och FSM, ändra statiken för FSM och LFSM samt aktivera och deaktivera PSS eller



POD. Om berörd systemansvarig eller berörd systemansvarig för överföringssystemet så kräver ska driftcentralen även kunna blockera automatisk anslutning av kraftproduktionsmodulen.

#### Allmänna råd

Driftcentralen kan vara ett kontrollrum på anläggningen eller ett kontrollrum som styr flera anläggningar via fjärrstyrning.

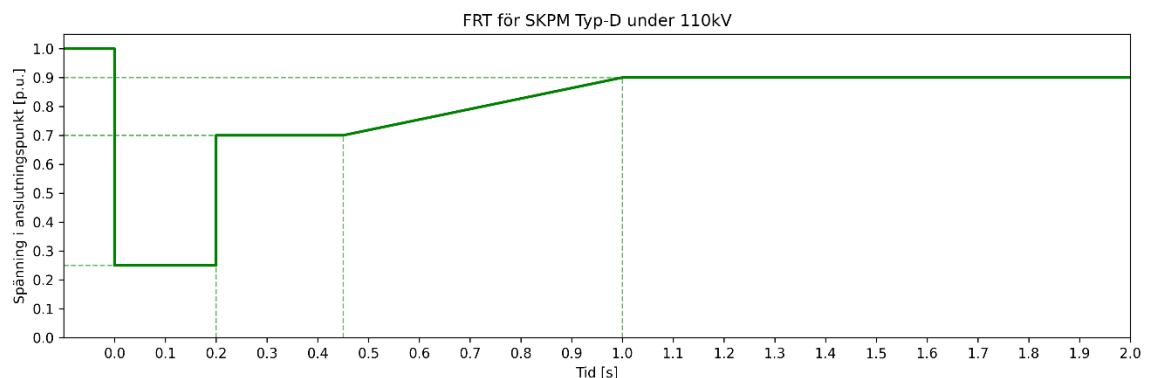
### Allmänna krav för kraftproduktionsmodul av typ D

**44 §** För kraftproduktionsmoduler av typ D med spänning i anslutningspunkt över 300 kV ska tidsperioden för drift inom intervallet 105–110 procent spänning i anslutningspunkten vara minst 60 minuter.

**45 §** De krav som anges i 46, 47, 48 och 49 §§ gäller oavsett om felet är symmetriskt eller inte.

**46 §** Synkrona kraftproduktionsmoduler av typ-D anslutna under 110 kV systemspänningsnivå ska förbli anslutna till nätet med fortsatt stabil funktion vid en spänningstidsprofil i anslutningspunkten med följande spänningsparametrar.

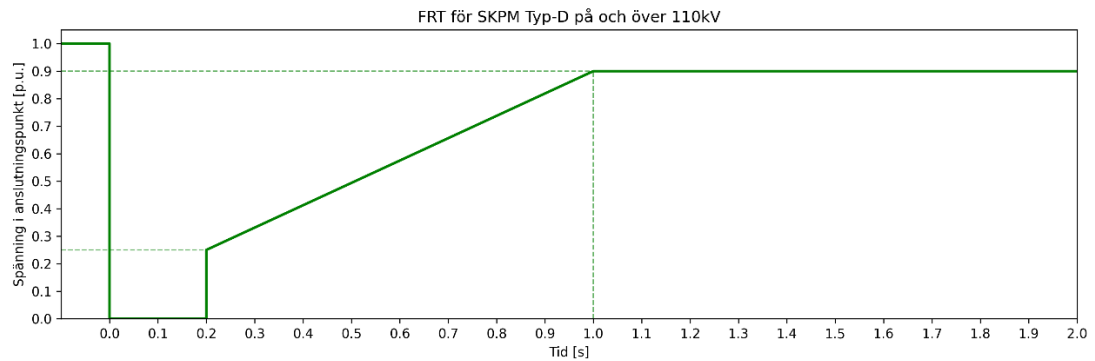
$U_{ret} = 0,25$	$t_{clear} = 0,20$ sekunder
$U_{clear} = 0,70$	$t_{rec1} = 0,20$ sekunder
$U_{rec1} = 0,70$	$t_{rec2} = 0,45$ sekunder
$U_{rec2} = 0,90$	$t_{rec3} = 1,00$ sekunder



Figur 5. Spänningsprofil i anslutningspunkten för synkrona kraftproduktionsmoduler Typ D anslutna under 110 kV.

**47 §** Synkrona kraftproduktionsmoduler av typ D ansluten på eller över 110k V systemspänningsnivå ska förbli ansluten till nätet med fortsatt stabil funktion vid en spänningstidsprofil i anslutningspunkten med följande spänningsparametrar.

$U_{ret} = 0,0$	$t_{clear} = 0,20$ sekunder
$U_{clear} = 0,25$	$t_{rec1} = 0,45$ sekunder
$U_{rec1} = 0,453$	$t_{rec2} = 0,45$ sekunder
$U_{rec2} = 0,90$	$t_{rec3} = 1,00$ sekunder

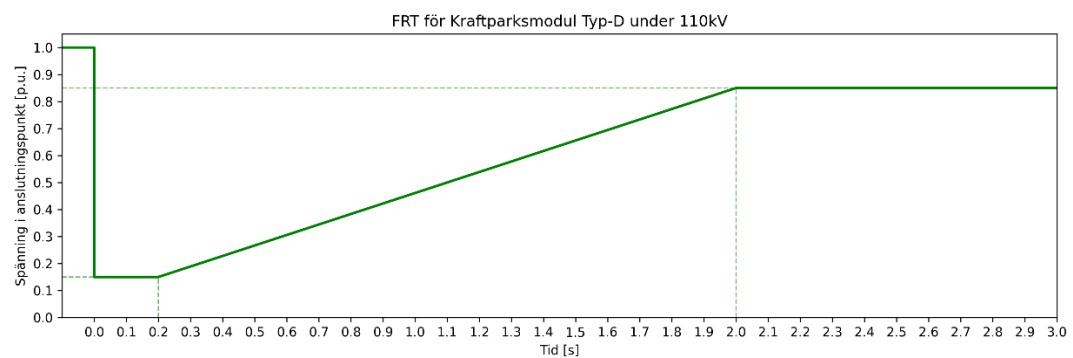


Figur 6. Spänningsprofil i anslutningspunkten för synkrona kraftproduktionsmoduler Typ D anslutna på och över 110 kV.

**48 §** Kraftparksmoduler av typ-D anslutna under 110 kV systemspänningsnivå ska förbli anslutna till nätet med fortsatt stabil funktion vid en spänningstidsprofil i anslutningspunkten med följande spänningsparametrar.

$U_{ret} = 0,15$	$t_{clear} = 0,20$ sekunder
$U_{clear} = 0,15$	$t_{rec1} = 0,20$ sekunder
$U_{rec1} = 0,15$	$t_{rec2} = 0,20$ sekunder
$U_{rec2} = 0,85$	$t_{rec3} = 2,0$ sekunder

Tio sekunder efter felets inträffande ska spänningen i anslutningspunkten antas återgå till 90 procent.



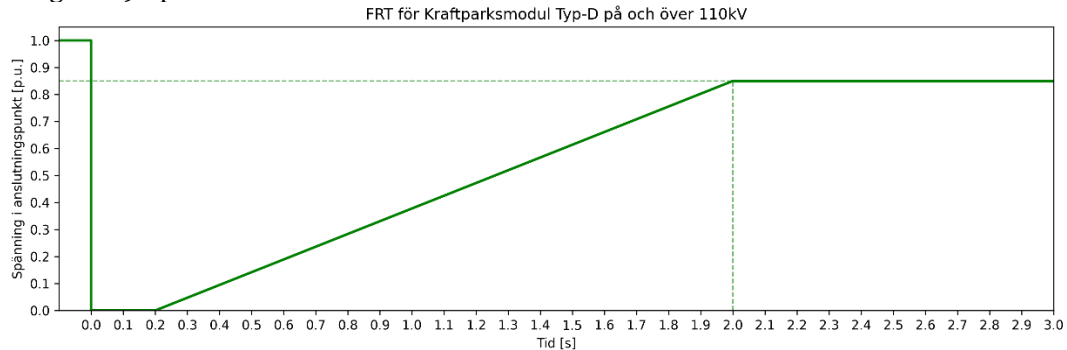
Figur 7. Spänningsprofil i anslutningspunkten för kraftparksmoduler Typ D anslutna under 110 kV.

**49 §** Kraftparksmoduler av typ D ansluten på eller över 110 kV systemspänningsnivå ska förbli ansluten till nätet med fortsatt stabil funktion vid en spänningstidsprofil i anslutningspunkten med följande spänningsparametrar.

$U_{ret} = 0,0$	$t_{clear} = 0,20$ sekunder
$U_{clear} = 0,0$	$t_{rec1} = 0,20$ sekunder
$U_{rec1} = 0,0$	$t_{rec2} = 0,20$ sekunder
$U_{rec2} = 0,85$	$t_{rec3} = 2,0$ sekunder



Tio sekunder efter felets inträffande ska spänningen i anslutningspunkten antas återgå till 90 procent.



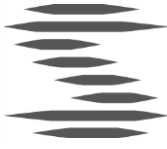
Figur 8. Spänningsprofil i anslutningspunkten för kraftparksmoduler Typ D anslutna på och över 110 kV.

**50 §** Vid beräkning av förmåga till feltålighet ska arbetspunkten för kraftproduktionsmoduler typ-D anslutna under 110 kV systemspänningsnivå innan fel motsvara den maximala kontinuerliga effekten ( $P_{max}$ ) och det reaktiva utbytet i anslutningspunkten ska vara noll. Spänningen i anslutningspunkten ska vara spänningens referensvärde med relativtal 1.

**51 §** Vid beräkning av förmåga till feltålighet ska arbetspunkten för kraftproduktionsmodul typ D ansluten på eller över 110kV innan fel motsvara den maximala kontinuerliga effekten ( $P_{max}$ ) och något övermagnetiserad så att det reaktiva utbytet i anslutningspunkten är noll. Spänningen i anslutningspunkten ska vara spänningens referensvärde med relativtal 1.

**52§** Vid beräkning av förmåga till feltålighet för kraftproduktionsmoduler typ-D anslutna under 110 kV systemspänningsnivå ska berörd systemansvarig i samordning med berörd systemansvarig för överföringssystemet tillhandahålla en nätmodell i anslutningspunkten som representerar ett dimensionerande lastfall och fullt drifttagen nätstruktur som råder både innan och efter fel. Såvida inte berörd systemansvarig eller berörd systemansvarig för överföringssystemet meddelar annat ska övriga kraftproduktionsmoduler anslutna via samma transformator till anslutningspunkten bortkopplas vid beräkning av förmåga till feltålighet.

**53 §** Vid beräkning av förmåga till feltålighet för kraftproduktionsmodul typ-D ansluten på eller över 110kV ska berörd systemansvarig i samordning med berörd systemansvarig för överföringssystemet tillhandahålla en nätmodell i anslutningspunkten som representerar ett dimensionerande lastfall och fullt drifttagen nätstruktur innan fel och en nätstruktur med en bortkopplad ledning eller systemtransformator som ger störst felströmsbidrag i närmaste maskade station efter fel. Såvida inte berörd systemansvarig eller berörd systemansvarig för överföringssystemet meddelar annat ska övriga kraftproduktionsmoduler anslutna



via samma transformator till anslutningspunkten bortkopplas vid beräkning av förmåga till feltålighet.

**54 §** Ägaren till en kraftproduktionsmodul av typ A, B, C eller D har rätt att utföra driftprov av kraftproduktionsmodulen under simulerade driftsvillkor och under begränsad tid i enlighet med artikel 56 KOMMISSIONENS FÖRORDNING (EU) 2017/1485 av den 2 augusti 2017 om fastställande av riktlinjer för driften av elöverföringssystem. Under driftprov får avsteg göras från krav i 4 kap 3 § om att LFSM-O ska vara aktiverad, krav i 4 kap 20 § om att LFSM-U ska vara aktiverad samt krav i 6 kap 16 § om att POD ska vara aktiverad.



## 5 kap. Krav för synkrona kraftproduktionsmoduler

### **Krav för synkrona kraftproduktionsmoduler av typ A, B, C och D**

**1 §** Regleringen av synkrona kraftproduktionsmoduler av typ A, B, C och D får inte märkbart minska det bidrag i aktiv effekt som härrör från ändring av kraftproduktionsmodulens rotationsenergi vid frekvensändringar. Exempelvis får aktiv effektereglering och frekvensreglering (inklusive FSM, LFSM-O och LFSM-U) inte baseras på återkoppling av den uppmätta aktiva effekten från generatoren om detta medför att regleringen motverkar den förändring i utmatad effekt som härrör från förändring av kraftproduktionsmodulens rotationsenergi vid frekvensändringar.

**2 §** Synkrona kraftproduktionsmoduler av typ A, B, C och D av anläggningstyp vattenkraft får tillämpa pådragsåterkoppling, det vill säga basera återkopplingen i turbinregulatorn på enbart pådrag. För dessa kraftproduktionsmoduler relateras följande krav till pådrag i stället för till aktiv effekt: Statikfaktor, referensvärdet för aktiv effekt till vilket  $\Delta P$  är kopplat, enligt kommissionens förordning (EU) nr 2016/631 Artikel 13.2 Figur 1, Artikel 15.2c Figur 4 och Artikel 15.2c Figur 5, tillåten minskning av aktiv effekt till följd av sjunkande frekvens samt tolerans för ny stabil effektnivå efter reglering.

För kraftproduktionsmoduler med pådragsåterkoppling ska det finnas underlag, exempelvis i tabeller, som visar hur statikfaktor baserat på pådrag ska ställas in för att uppnå en önskad statikfaktor baserat på aktiv effekt vid olika pådrag och fallhöjd. Vid reglering ska ett nytt pådragsbörvärde kunna uppnås med en tolerans på  $\pm 0,5\%$  och en ny önskad effektnivå ska kunna uppnås med en tolerans på  $\pm 5\%$ . Den systemansvarige för överföringssystemet ska för anläggning av typ B, C och D delges underlag om hur aktiv effekt påverkas av turbinens varvtal

### **Krav för synkrona kraftproduktionsmoduler av typ B, C och D**

**3 §** Synkrona kraftproduktionsmoduler av typ B, C och D ska ha en automatisk spänningsregulator som kan reglera spänningen på generatorterminalerna när den är i nätansluten drift.

**4 §** Synkrona kraftproduktionsmoduler ska ha följande prestanda på sin inställda spänningsreglering, när den är tomgående och icke nätansluten:

- För typ B, C och D ska generatorspänningen kunna regleras till 95 -105 procent av generatorns märkspänning.
- För typ B och C ska svarstiden inte överstiga 1 sekund vid 95–105 procent respektive 105-95 procent stegändring av spänningsregulatorns börvärde för att uppnå 90 % av ändringen i generatorspänning.



- För typ D ska svarstiden inte överstiga tiderna angivna enligt nedan vid stegändring av spänningsregulatorns börvärde för att uppnå 90 % av ändringen i generatorspänning.

Vid positiv stegändring från 95-105 %

- Med statisk magnetisering, får svarstiden inte överstiga 0,5s
- Med borstlös magnetisering, får svarstiden inte överstiga 0,8s

Vid negativ stegändring från 105-95%

- Med statisk magnetisering, får svarstiden inte överstiga 0,5s
- Med borstlös magnetisering, får svarstiden inte överstiga 1,0s

Kravbilderna ska fastställas av berörd systemansvarig och den systemansvarige för överföringssystemet för andra typer av magnetiseringssystem som inte kan karaktäriseras som statiska eller borstlösa magnetiseringssystem. Ägaren av kraftproduktionsmodulen ska tillsammans med den berörda systemansvarige och den systemansvarige för överföringssystemet komma överens om prestanda.

- För synkrona kraftproduktionsmoduler av typ B, C och D får maximalt översläng vid 95–105 procent respektive 105-95 procent stegändring av börvärdet till spänningsregulatorn inte överstiga 15 procent av spänningsändringen på generatorterminalerna.
- För synkrona kraftproduktionsmoduler av typ B, C och D får generatorspänningen inte oscillera mer än  $\pm 5$  procent av spänningsändringen 2 sekunder efter stegändringen, vid en 95–105 procent respektive 105-95 procent stegändring. Oscillationen måste vara dämpad.

Samma inställningsparametrar för regulatorn som används ovan ska användas vid nätansluten drift.

**5 §** Synkrona kraftproduktionsmoduler av typ B, C och D ska kunna upprätthålla en taksänkning på minst 160 % av märklastermagnetiseringen under 10s vid plötsliga spänningsändringar.

**6 §** Vid fel i anslutningspunkten som bortkopplas inom 100 ms ska den aktiva uteffekten från synkrona kraftproduktionsmoduler av typ B, C och D ha återtagit samma nivå som innan fel inom 5 sekunder.

**7 §** Synkrona kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska i anslutningspunkten vid samtidig maximal aktiv effektproduktion minst ha en förmåga till generering av reaktiv effekt motsvarande en tredjedel av den maximala aktiva effekten inom spänningsintervallet 90–102 procent spänning i anslutningspunkten, om inte berörd systemansvarig meddelar annan kravbild.





*Allmänna råd*

Synkrona kraftproduktionsmoduler av typ B bör omfattas av samma kravbild som kraftproduktionsmoduler av typ C och D.

**8 §** Synkrona kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska i anslutningspunkten vid samtidig maximal aktiv effektproduktion minst ha en förmåga till konsumtion av reaktiv effekt motsvarande en sjättedel av den maximala aktiva effekten inom spänningsintervallet 95–105 procent spänning i anslutningspunkten, om inte berörd systemansvarig meddelar annan kravbild.

*Allmänna råd*

Synkrona kraftproduktionsmoduler av typ B bör omfattas av samma kravbild som kraftproduktionsmoduler av typ C och D.

**9 §** Synkrona kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska i anslutningspunkten vid en aktiv uteffekt som understiger maximal kontinuerlig effekt kunna tillhandahålla åtminstone reaktiv effekt motsvarande fullt utnyttjande av P-Q-diagrammet för växelströmgeneratorn i den synkrona kraftproduktionsmodulen, med hänsyn tagen till effektbehov hos hjälpkraft och aktiva och reaktiva effektförluster i upptransformatorn, i förekommande fall. Fullt utnyttjande av PQ-diagrammet innebär att begränsare och skydd inte får ställas snävare än nödvändigt för att samtidigt skydda apparater och ge stabila driftförutsättningar.

*Allmänna råd*

Synkrona kraftproduktionsmoduler av typ B bör omfattas av samma kravbild som kraftproduktionsmoduler av typ C och D.

**10 §** Synkrona kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska när spänningen i anslutningspunkten är utanför spänningsintervallen i 5 kap. 7-8 §§ kunna tillhandahålla åtminstone reaktiv effekt motsvarande fullt utnyttjande av P-Q-diagrammet för växelströmgeneratorn i den synkrona kraftproduktionsmodulen. Hänsyn ska härvid tas till effektbehov hos hjälpkraft och aktiva och reaktiva effektförluster i upptransformatorn, i förekommande fall. Fullt utnyttjande av PQ-diagrammet innebär att begränsare och skydd inte får ställas snävare än nödvändigt för att samtidigt skydda apparater och ge stabila driftförutsättningar.

*Allmänna råd*

Synkrona kraftproduktionsmoduler av typ B bör omfattas av samma kravbild som kraftproduktionsmoduler av typ C och D.

**Krav för synkrona kraftproduktionsmoduler av typ C och D**



**11 §** Synkrona kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska använda automatisk spänningsreglering på generatorterminalerna som reglermod för reaktiv effekt om inte berörd systemansvarig meddelar annan kravbild i samordning med den systemansvarige för överföringssystemet.

**12 §** Synkrona kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska ha en Q-U-lutning på 0 procent. Undantag kan ges till en inställbar Q-U-lutning mellan 0 – 8 procent i samordning med den berörda systemansvarige och den systemansvarige för överföringssystemet.

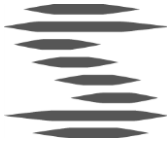
Synkrona kraftproduktionsmoduler där synkrogeneratorerna är kopplade galvaniskt till samma skena kan ha en negativ Q-U lutning som möjliggör stabil spänningsreglering utan godkännande från systemansvarig eller den systemansvarige för överföringssystemet.

**13 §** Synkrona kraftproduktionsmoduler av typ C och D ska vara försedda med dämpfunktion för dämpning av effektpendlingar (PSS-funktion). PSS-funktionen ska kunna aktiveras på begäran av berörd systemansvarig för överföringssystemet. PSS-funktionen ska aktivt dämpa effektpendlingar inom frekvensintervallet 0,25–1 Hz. Ett annat frekvensintervall kan överenskommas av berörda systemansvarige för överföringssystemet och ägaren av den synkrona kraftproduktionsmodulen och i samordning med den berörda systemansvarige för att nå önskad dämpningsförmåga.

Inställningen av PSS-funktionen vid driftsättning ska avtalas separat med berörd systemansvarig i samordning med berörd systemansvarig för överföringssystemet i syfte att säkerställa:

- PSS-funktionen ska ha förmågan att dämpa interarea-pendlingar i frekvensintervallet 0,25-1 Hz
- PSS-funktionen ska vara inställd så att lokala pendlingsmoder, såsom maskin-starkt-nätpendlingar och torsionspendlingar ej destabiliseras.
- Implementering av PSS-funktionen ska koordineras med spännings- och reaktiv-effektreglering
- PSS-funktionens utsignal ska begränsas så att aktivering av dämpfunktionen inte leder till en förändring av generatorspänningen större än  $\pm 5$  % av generatorns märkspänning.
- PSS-funktionen ska kunna aktiveras och deaktiveras via fjärrstyrning i enlighet med 4 kap. 43 §.

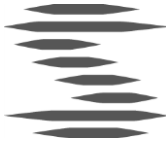
*Allmänna råd*



PSS-funktionen bör implementeras med dubbla ingångar som kombinerar aktiv effekt och hastighets- eller frekvenssignaler för att härleda den stabiliserande signalen, om inget annat meddelas av den systemansvarige för överföringssystemet. PSS-funktionen bör överensstämma med standarden IEEE 421.5 eller motsvarande.

### **Krav för synkrona kraftproduktionsmoduler av typ D**

**14 §** Om inget annat anges av berörd systemansvarig för överföringssystemet så ska PSS-funktionen enligt 5 kap. 12 § vara aktiverad för synkrona kraftproduktionsmoduler av typ D.



## 6 kap. Krav för kraftparksmoduler

### Krav för kraftparksmoduler av typ B, C och D

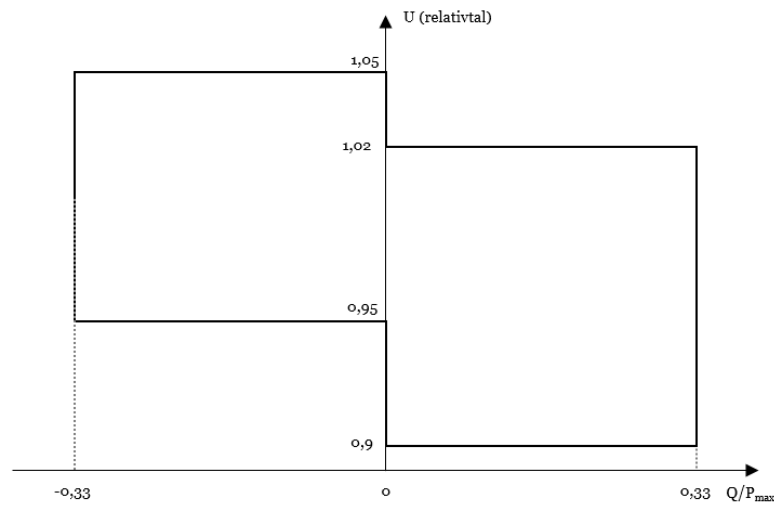
**1 §** En återhämtning av aktiv effekt efter fel ska vara utförd inom 2 sekunder efter det att spänningen i anslutningspunkten överstiger 90 procent och till en effektnivå som avviker mindre än 5 procent från effektnivån omedelbart innan fel för kraftparksmoduler av typ B, C och D.

**2 §** Kraftparksmoduler av typ B, C och D ska använda automatisk spänningsreglering utan dödband där reglerpunkten är kraftparksmodulens Anslutningspunkt om inte berörd systemansvarig meddelar annan kravbild i samordning med systemansvarige för överföringssystemet.

**3 §** Kraftparksmoduler av typ C och D ska i anslutningspunkten vid utmatning av maximal kontinuerlig effekt och i samband med varierande spänning åtminstone kunna tillhandahålla reaktiv effekt i enlighet med U-Q/Pmax-profilen i Figur 9. Det ska vara möjligt att uppnå vilken arbetspunkt som helst inom angiven U-Q/Pmax-profil. Om en eller flera elproduktionsenheter inte är tekniskt tillgängliga reduceras U-Q/Pmax-profilen i enlighet elproduktionsenheternas andel av Pmax. Förmågan att tillhandahålla reaktiv effekt utanför angiven U-Q/Pmax-profil ska inte begränsas av oskäligen marginaler eller inställningar hos skydds- och regleringssystem. Berörd systemansvarig i samordning med berörd systemansvarig för överföringssystemet kan komplettera angiven U-Q/Pmax-profil i syfte att kompensera för ökade reaktiva förluster eller reaktiv egengenerering utifrån anslutningspunktens projektspecifika placering.

#### *Allmänna råd*

Kraftparksmoduler av typ B bör omfattas av samma kravbild som Kraftparksmoduler av typ C och D.

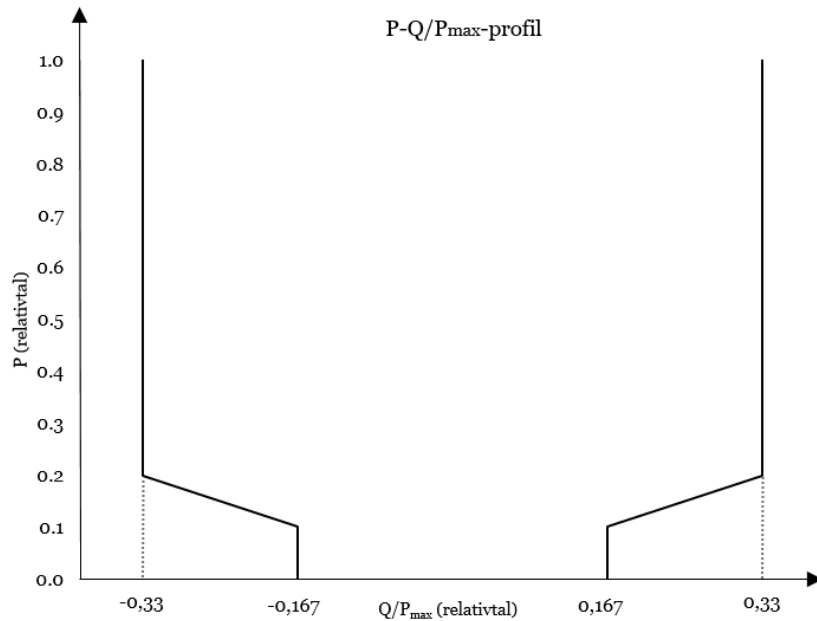
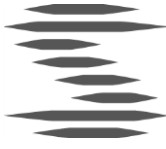


Figur 9. U-Q/Pmax-profil för kraftparksmoduler av typ (B), C och D.

**4 §** Kraftparksmoduler av typ C och D ska i anslutningspunkten vid utmatning under maximal kontinuerlig effekt åtminstone kunna tillhandahålla reaktiv effekt i enlighet med P-Q/Pmax-profilen i Figur 10. Det ska vara möjligt att uppnå vilken arbetspunkt som helst inom angiven P-Q/Pmax-profil. Om en eller flera elproduktionsenheter inte är tekniskt tillgängliga reduceras P-Q/Pmax-profilen i enlighet med elproduktionsenheternas andel av Pmax. Förmågan att tillhandahålla reaktiv effekt utanför angiven P-Q/Pmax-profil ska inte begränsas av oskäligen marginaler eller inställningar hos skydds- och reglersystem. Vid lågt eller inget utbyte av aktiv effekt ska förmågan att tillhandahålla reaktiv effekt utanför angiven P-Q/Pmax-profil inte reduceras genom att utan tekniskt giltiga skäl koppla bort en eller flera elproduktionsenheter eller göra en eller flera elproduktionsenheter spänningslösa. Med tekniskt giltiga skäl avses exempelvis personsäkerhetskäl samt fel eller underhåll av kraftparksmodulen eller ingående elproduktionsenheter. Berörd systemansvarig kan i samordning med berörd systemansvarig för överföringssystemet komplettera angiven P-Q/Pmax-profil i syfte att kompensera för ökade reaktiva förluster eller reaktiv egengenerering utifrån anslutningspunktens projektspecifika placering.

#### *Allmänna råd*

Kraftparksmoduler av typ B bör omfattas av samma kravbild som Kraftparksmoduler av typ C och D.



Figur 10. P-Q/P<sub>max</sub>-profil för kraftparksmoduler av typ (B), C och D.

### Krav för kraftparksmoduler av typ C och D

**5 §** Kraftparksmoduler av typ C och D ska använda en Q-U-lutning som anges av berörd systemansvarig i samordning med berörd systemansvarig för överföringssystemet.

**6 §** Kraftparksmoduler av typ C och D ska efter en stegformig ändring av spänningen kunna uppnå 90 % av ändringen i reaktiv effekt inom en tid  $t_1$  som ska anges av den berörda systemansvarige i intervallet 1–5 sekunder. Den reaktiva effektändringen ska stanna vid det värde som anges av Q-U-lutningen inom en tid  $t_2$  som ska anges av berörd systemansvarig i intervallet 5–60 sekunder med en reaktiv tolerans i stationärt läge som inte är större än 5 % av den maximala reaktiva effekten. Berörd systemansvarig ska i samordning med berörd systemansvarig för överföringssystemet ange dessa tider.

**7 §** Kraftparksmoduler av typ C och D ska kunna ändra det reaktiva effektutbytet till vilken arbetspunkt som helst inom modulens P-Q/P<sub>max</sub>-profil inom lämpliga tidsramar, för de målvärden som begärs av den berörda systemansvarige i samordning med berörd systemansvarig för överföringssystemet.

**8 §** Vid spänningsfall i reglerpunkten som medför att spänningen understiger 95 procent ska en kraftparksmodul av typ C eller D automatiskt övergå till automatisk spänningsreglering. Bytet av reglermod ska kunna genomföras utan att det uppstår odämpade eller svagt dämpade pendlingar i aktiv eller reaktiv effekt eller risk för spänningsinstabilitet. Kravet gäller om innehavaren av det nät till vilket



anläggningen är ansluten har anvisat ett annat reglerläge för reaktiv effekt än automatisk spänningsreglering.

**9 §** Vid en- eller flerfasiga fel i systemet ska kraftparksmoduler av typ C och D tillhandahålla snabb reaktiv felströmsinmatning med en aktiveringstid om max 20 millisekunder räknat från feldetektering. Snabb felström i plusföljd ska tillhandahållas under symmetriska fel och snabb felström i plus- och minusföljd ska tillhandahållas under asymmetriska fel. Stigtiden till 90% av börvärdet för plus- och minusföljdström ska nås inom 30 millisekunder från aktivering och uppnå en insvängningstid med tolerans från -10% till +20% av börvärdet inom 60 millisekunder från aktivering.

**10 §** Såvida inte berörd systemansvarig eller berörd systemansvarig för överföringssystemet meddelar annat ska förhållandet mellan reaktiv strömförändring och normerad spänningsförändring (*k-faktor*) i såväl plus- som minusföljd vara 2,5 för kraftparksmoduler av typ C och typ D. Om kraftparksmodulen är av tekniktypen DFIG så skall hänsyn tas till det fysikaliska beteendet under felet.

**11 §** K-faktorn vid uttagen på de enskilda enheterna inom kraftparksmodulen av typ C och D ska vara inställbar mellan 2 och 6 i steg om 0.1.

**12 §** Reaktiv ström ska prioriteras under fel och aktiv ström regleras kontinuerligt därefter tills strömbegränsningen av kraftparksmodulen av typ C och D är nådd. Om det blir nödvändigt att begränsa den reaktiva strömmen ska den begränsas lika mycket i både plus- och minusföljd. Strömbegränsningar tillåts om det krävs för kraftparksmodulens stabilitet. Snabb felströmsinmatning ska vara utförd utan att den destabiliserar andra reglermoder i kraftparksmodulen.

**13 §** Funktionen för snabb felström ska aktiveras för att producera reaktiv effekt vid underspänning när en av fasspänningarna i anslutningspunkten eller vid de enskilda enheterna i kraftparksmodulen av typ C och D är lägre än 0,85 pu och deaktiveras när fasspänningen är högre än 0,9 pu.

**14 §** Funktionen för snabb felström ska aktiveras för att konsumera reaktiv effekt vid överspänning när en av fasspänningarna i anslutningspunkten eller vid de enskilda enheterna i kraftparksmodulen av typ C och D är högre än 1,15 pu och deaktiveras när fasspänningen är lägre än 1,1 pu.

**15 §** Funktionen för snabb felström i kraftparksmodulen av typ C och typ D ska vara utförd så att den inte orsakar överspänning vid felbortkoppling.

**16 §** Kraftparksmoduler av typ C och D ska vara försedda med dämpfunktion för dämpning av effektpendlingar (POD-funktion). POD-funktionen ska vara aktiverad om inte annat begärts av berörd systemansvarig för överföringssystemet. POD-



funktionen ska vara stabil och aktivt dämpa effektpendlingar inom frekvensintervallet 0,25–1 Hz.

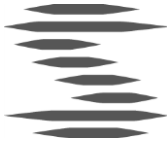
En POD-funktion implementeras som en reglering av aktiv effekt via återkoppling av lokal frekvens (POD-P), eller som en reglering av reaktiv effekt via återkoppling av lokal plusföljdsspänning (POD-Q). Ägaren av kraftparksmodulen ska komma överens med systemansvarig för överföringssystemet angående mätsignaler samt utformning och inställningar för POD-funktionen. Systemansvarig för överföringssystemet ska vid behov ha rätt att ange om POD-P eller POD-Q ska användas.

- POD-Q ska ha förmågan att dämpa effektpendlingar i frekvensintervallet 0,25-1 Hz då uppmätt spänning är i spänningsintervallet 95–105 procent om inte ett annat spänningsintervall överenskommit med systemansvarig för överföringssystemet. Det dämpande bidraget från POD-Q ska vara kontinuerligt tillgängligt i spänningsintervallet 95–105 procent.
- Spänningsreglering och snabb felströmsinmatning ska vara implementerad så att den inte motverkar funktionen hos POD-Q i spänningsintervallet 95–105 procent om inte ett annat spänningsintervall överenskommit med systemansvarig för överföringssystemet.
- POD-P ska ha förmågan att dämpa effektpendlingar i frekvensintervallet 0,25-1 Hz. Frekvensreglerande funktioner så som exempelvis FSM, LFSM och syntetisk tröghet ska vara designade så att de tillsammans med funktionen för POD-P dämpar effektpendlingar i frekvensintervallet 0,25-1 Hz. Det dämpande bidraget från POD-P ska vara kontinuerligt tillgängligt.
- Funktionerna för POD-P respektive POD-Q ska kunna aktiveras och deaktiveras vid instruktion från berörd systemansvarig för överföringssystemet i enlighet med 4 kap 43 §.

POD-funktionen ska primärt utformas med en linjär regulator. Olinjära element såsom mättnads- och ramphastighetsbegränsare får förekomma, exempelvis för att skydda kraftparksmodulens hårdvara. Användning av olinjära element i regulatorn ska motiveras för och godkännas av berörd systemansvarig för överföringssystemet. Om en olinjär regulatordesign används med syfte att uppnå bättre POD-funktionalitet så ska motiveringen särskilt innehålla en beskrivning av påverkan på prestanda och robusthet hos POD-funktionen.

*Allmänna råd*





Med begreppet kontinuerligt tillgänglig avses att POD-funktionen ska vara utformad för att kunna vara aktiverad på obestämd tid under normaldrift. POD-funktionen kan behöva begränsas vid extrema driftfall, exempelvis av säkerhetsskäl hos kraftparksmodulen. En sådan begränsning bör implementeras på ett sådant sätt att det inte medför risk för effektpendlingar.

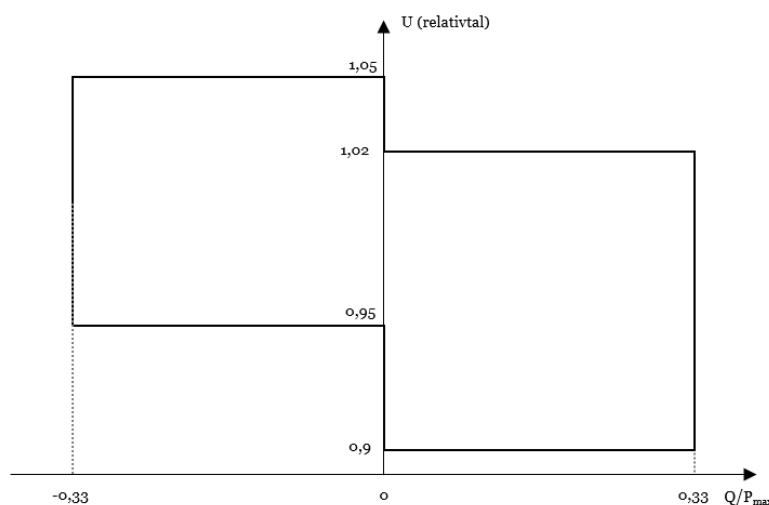
POD-funktionen kan med fördel implementeras som en kombination av POD-P och POD-Q.



## 7 kap. Krav för havsbaserade kraftparksmoduler av typ A, B, C och D

**1 §** För havsbaserade kraftparksmoduler av typ D med spänning i anslutningspunkt från och med 300 kV till och med 400 kV ska tidsperioden för drift i intervallet 105–110 procent spänning i anslutningspunkten vara minst 60 minuter.

**2 §** Havsbaserade kraftparksmoduler av typ A, B, C och D ska i anslutningspunkten vid produktion av maximal kontinuerlig effekt och i samband med varierande spänning åtminstone kunna tillhandahålla reaktiv effekt i enlighet med U-Q/Pmax-profilen i Figur 11. Det ska vara möjligt att uppnå vilken arbetspunkt som helst inom angiven U-Q/Pmax-profil. Om en eller flera elproduktionsenheter inte är tekniskt tillgängliga reduceras U-Q/Pmax-profilen i enlighet med elproduktionsenheternas andel av Pmax. Förmågan att tillhandahålla reaktiv effekt utanför angiven U-Q/Pmax-profil ska inte begränsas av oskäliga marginaler eller inställningar hos skydds- och reglersystem. Berörd systemansvarig kan, i samordning med berörd systemansvarig för överföringssystemet, komplettera angiven U-Q/Pmax-profil i syfte att kompensera för ökade reaktiva förluster eller reaktiv egengenerering utifrån anslutningspunktens projektspecifika placering.

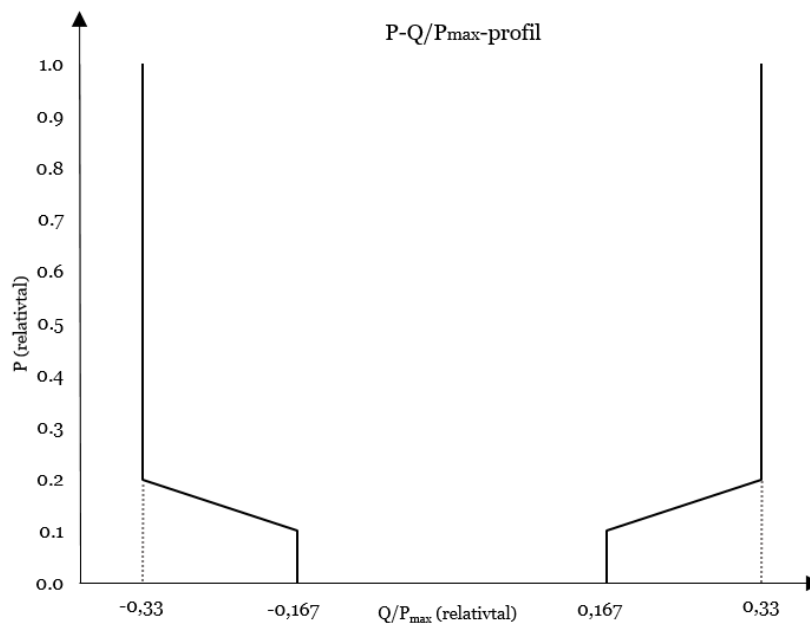


Figur 11. U-Q/Pmax-profil för havsbaserade kraftparksmoduler av typ A, B, C och D.

**3 §** Havsbaserade kraftparksmoduler av typ A, B, C och D ska i anslutningspunkten vid utmatning under maximal kontinuerlig effekt åtminstone kunna tillhandahålla reaktiv effekt i enlighet med P-Q/Pmax-profilen i Figur 12. Det ska vara möjligt att uppnå vilken arbetspunkt som helst inom angiven P-Q/Pmax-profil. Om en eller flera elproduktionsenheter inte är tekniskt tillgängliga reduceras P-Q/Pmax-profilen i enlighet med elproduktionsenheternas andel av Pmax. Förmågan att tillhandahålla reaktiv effekt utanför angiven P-Q/Pmax-profil ska inte begränsas av



oskäligen marginaler eller inställningar hos skydds- och reglersystem. Vid lågt eller inget utbyte av aktiv effekt ska förmågan att tillhandahålla reaktiv effekt utanför angiven P-Q/P<sub>max</sub>-profil inte reduceras genom att utan tekniskt giltiga skäl koppla bort en eller flera elproduktionsenheter eller göra en eller flera elproduktionsenheter spänningslösa. Med tekniskt giltiga skäl avses exempelvis personsäkerhetskäl samt fel på eller underhåll av kraftparksmodulen eller ingående elproduktionsenheter. Berörd systemansvarig i samordning med berörd systemansvarig för överföringssystemet kan komplettera angiven P-Q/P<sub>max</sub>-profil i syfte att kompensera för ökade reaktiva förluster eller reaktiv egengenerering utifrån anslutningspunktens projektspecifika placering.



Figur 12. P-Q/P<sub>max</sub>-profil för havsbaserade kraftparksmoduler av typ A, B, C och D.



## 8 kap. Krav batterilager

**1 §** Batterilager som är utrustade med omriktare för likriktning och växelriktning ska omfattas av samma krav som följer av kommissionens förordning (EU) nr 2016/631 och denna föreskrift om de kan användas för att utbyta aktiv effekt i anslutningspunkten. Batterilager ska ses som en kraftparksmodul och uppfylla samtliga krav som gäller för kraftparksmoduler med tillägg och avvikelser utifrån vad som anges i detta kapitel. Kraven i kommissionens förordning (EU) nr 2016/631 och denna föreskrift ska gälla både vid produktion och förbrukning av aktiv effekt sett ifrån anslutningspunkten om inte annat anges i detta kapitel. För kraftproduktionsmoduler där batterilager är en del av kraftproduktionsmodulen och där styrning och reglering sker gemensamt för kraftproduktionsmodulen och batterilagret ska kravbilderna för batterilagret fastställas av berörd systemansvarig för överföringssystemet efter samordning med berörd systemansvarig och ägaren av batterilagret.

Superkondensator eller batterier där energin som kan produceras eller förbrukas är liten och begränsas till en uthållighet under en minut vid  $P_{\max, \text{prod}}$  eller  $P_{\max, \text{förbr}}$  ska inte ses som ett batterilager och således inte omfattas av kraven i förordning (EU) nr 2016/631 eller denna föreskrift.

**2 §** Batterilager av typ C och D ska för POD-funktion enligt 6 kap 16§ implementera funktionen så att den uppfyller specifikationen för POD-P.

### *Allmänna råd*

POD-funktionen kan med fördel implementeras som en kombination av POD-P och POD-Q.

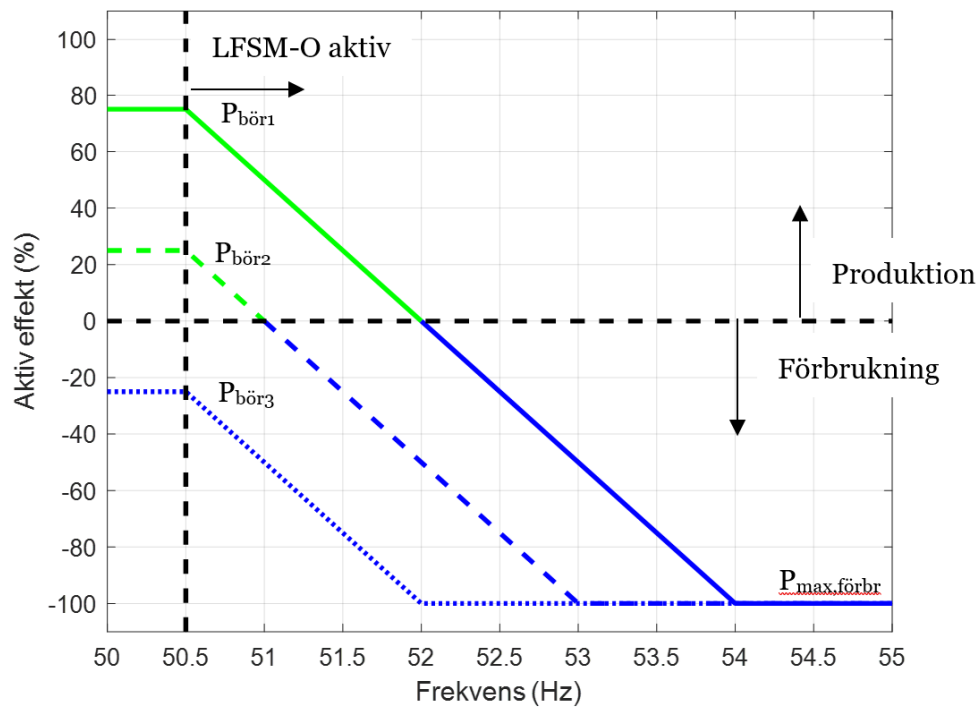
**3 §** För batterilager ska referensvärdet för aktiv effekt till vilket  $\Delta P$  är kopplat, enligt kommissionens förordning (EU) nr 2016/631 Artikel 13.2, Figur 1, Artikel 15.2c, Figur 4 och Artikel 15.2c Figur 5 vid begränsat frekvenskänslighetsläge – överfrekvens (LFSM-O), begränsat frekvenskänslighetsläge – underfrekvens (LFSM-U) och frekvenskänslighetsläge (FSM) utgöras av det högsta värdet av maximal kontinuerlig effekt ( $P_{\max, \text{prod}}$ ) eller maximal kontinuerlig förbrukning som kan förbrukas i anslutningspunkten, ( $P_{\max, \text{förbr}}$ )

$$P_{ref} = \max(|P_{\max \text{ prod}}|, |P_{\max \text{ förbr}}|)$$

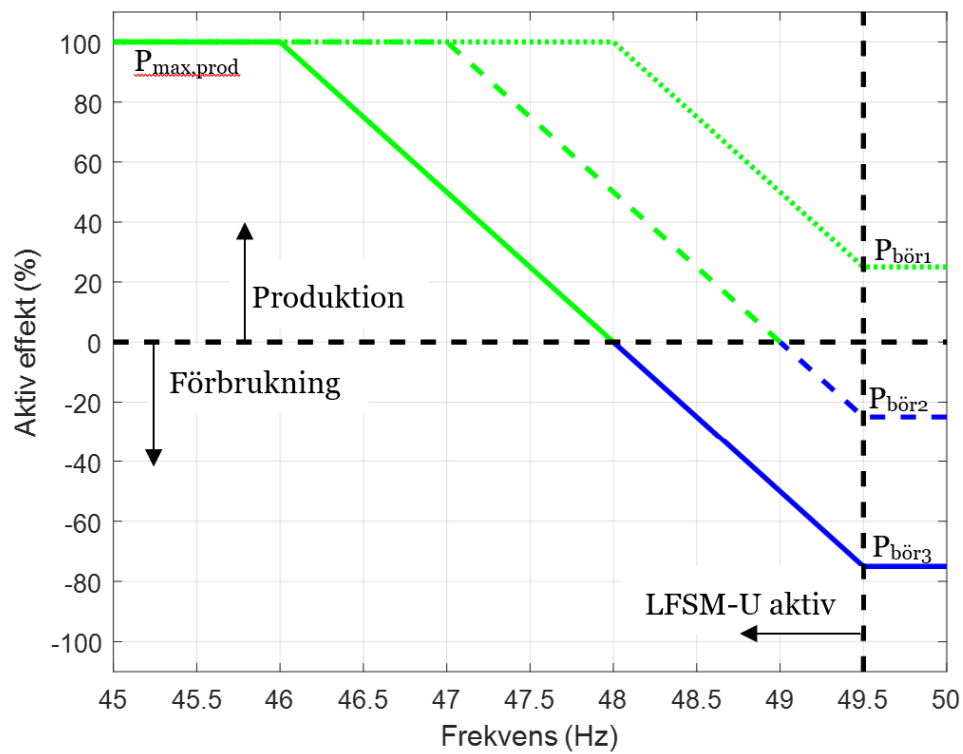
**4 §** Batterilager ska vid drift i frekvenskänslighetsläge, FSM, samt begränsat frekvenskänslighetsläge vid överfrekvens och underfrekvens, LFSM-O och LFSM-U, tillhandahålla aktiv effekt som frekvenssvar både då batterilagret producerar och förbrukar aktiv effekt.



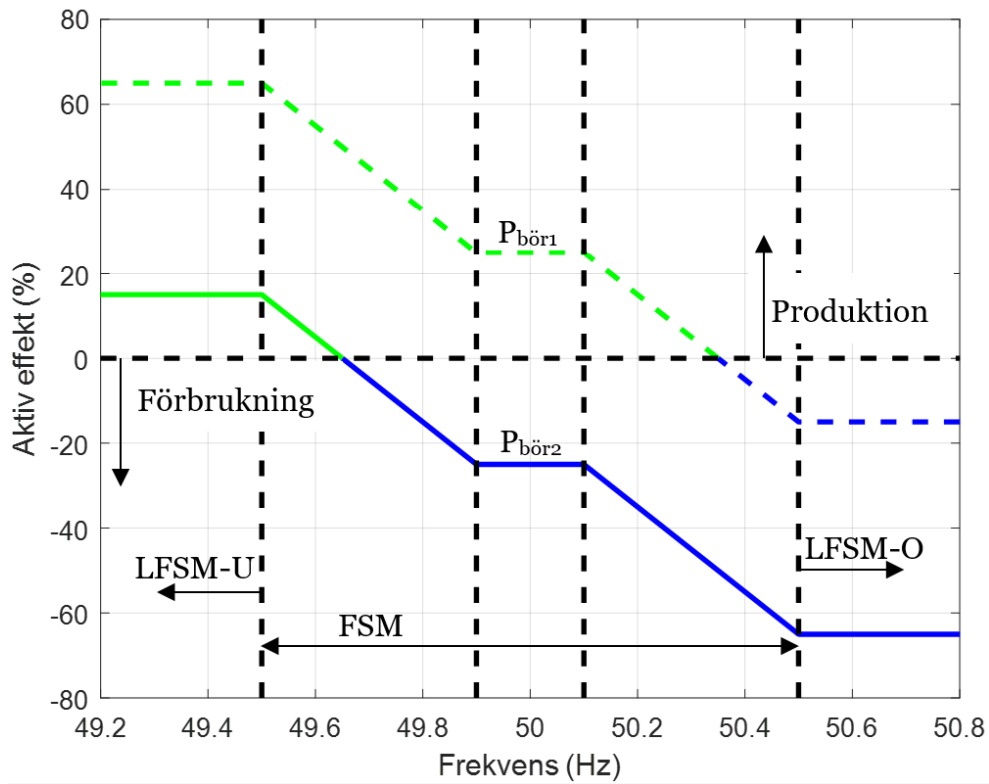
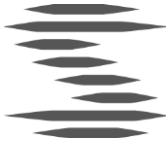
5 § Batterilager ska vid frekvenskänslighetsläge, FSM, samt begränsat frekvenskänslighetsläge vid överfrekvens och underfrekvens, LFSM-O och LFSM-U, kontinuerligt övergå från produktion till förbrukning och vice versa vilket exemplifieras i Figur 13-Figur 15. Förändringen av aktiv effekt ska baseras på frekvensavvikelse och inställd statik. Aktiv uteffekt i anslutningspunkten ska kunna regleras mellan maximal produktion,  $P_{\max, \text{prod}}$ , och maximal förbrukning,  $P_{\max, \text{förbr}}$ .



Figur 13, Aktiv effekt som funktion av frekvens då LFSM-O med 4 % statik är aktiv, grön linje visar när batteriet är i driftmod produktion och blå då det är i driftmod förbrukning, heldragen linje visar effektbörvärde  $P_{bör1}=75\%$ , streckad linje effektbörvärde  $P_{bör2}=25\%$  och punktad linje  $P_{bör3}=-25\%$ ,  $P_{\max, \text{prod}}$  och  $P_{\max, \text{förbr}}$  lika stora.



Figur 14, Aktiv effekt som funktion av frekvens då LFSM-U med 4 % statik är aktiv, grön linje visar när batteriet är i driftmod produktion och blå då det är i driftmod förbrukning, heldragen linje visar effektbörvärde  $P_{\text{bör3}} = -75\%$ , streckad linje effektbörvärde  $P_{\text{bör2}} = -25\%$  och punktag linje  $P_{\text{bör1}} = 25\%$ ,  $P_{\max, \text{prod}}$  och  $P_{\max, \text{förbr}}$  lika stora.



Figur 15, Aktiv effekt som funktion av frekvens då FSM är aktiv, grön linje visar när batteriet är i driftmod produktion och blå då det är i driftmod förbrukning, heldragen linje visar effektbörvärde  $P_{bör2} = -25\%$  och streckad linje effektbörvärde  $P_{bör1} = 25\%$ , frekvensdödband 0,1 Hz och statikfaktorn 2 %.

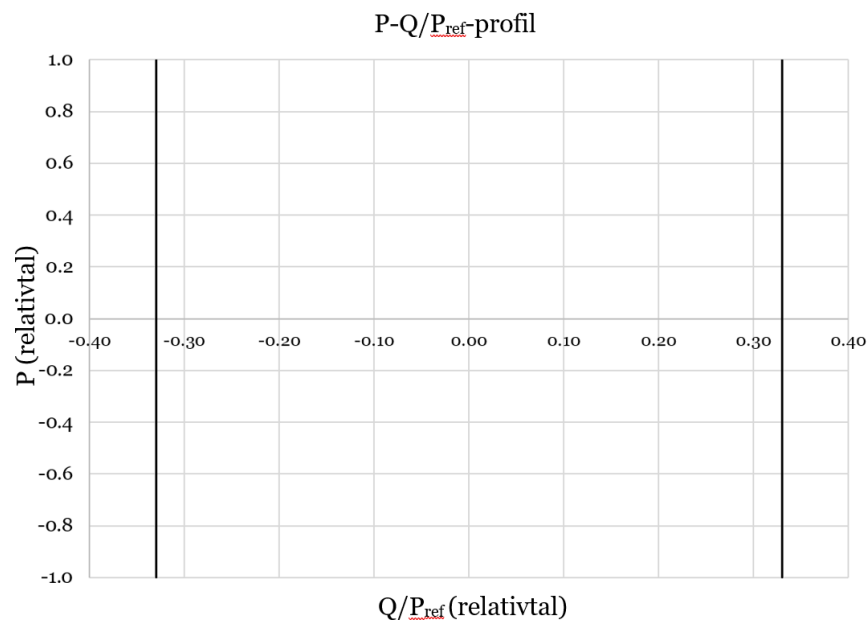


**6 §** Batterilager av typ B, C och D, ska vid en justering av börvärde för aktiv effekt klara en ramphastighet på 200 %/min inom reglerområdet ( $|P_{\max prod}| + |P_{\max förb}|$ ) och effektområdet  $-|P_{\max förb}| - |P_{\max prod}|$ . Normering av aktiv effekt (100 %) ska vara baserad på det högsta värdet av maximal kontinuerlig effekt,  $P_{\max, prod}$ , eller maximal kontinuerlig förbrukning som kan förbrukas i anslutningspunkten,  $P_{\max, förbr}$ . Ny stabil effektnivå ska erhållas inom toleransen  $\pm 2$  procent av den maximala kontinuerliga effekten.

Det ska vara möjligt att tillämpa en långsammare ramphastighet vid justering av börvärde för aktiv effekt än den som anges ovan om den systemansvarige för överföringssystemet meddelar en maximal ramphastighet eller rampperiod.

Kraven i denna paragraf gäller både vid fjärrstyrning och vid manuella, lokala åtgärder.

**7 §** För batterilager av typ B, C och D ska reaktiv effekt baseras på referensvärdet för aktiv effekt till vilket  $\Delta P$  är kopplat, enligt kommissionens förordning (EU) nr 2016/631 Artikel 13.2 Figur 1, Artikel 15.2c Figur 4 och Artikel 15.2c Figur 5  $P_{ref}$ , enligt 8 kap 3 §. Reactiv effekt i anslutningspunkten ska vara minst  $-0,33 * P_{ref} - 0,33 * P_{ref}$  inom det aktiva effektområdet  $-|P_{\max förb}| - |P_{\max prod}|$  i enlighet med Figur 16.



Figur 16 Minimikrav på reaktiv effekt i anslutningspunkten (P-Q/ $P_{ref}$ -profil) för batterilager av typ B, C och D.