



Instruktioner för anslutning av kraftproduktionsmodul enligt RfG och EIFS 2018:2



Innehåll

1.	Inledning.....	3
1.1.	Syfte.....	3
1.2.	Kravställning enligt RfG och EIFS 2018:2.....	3
1.3.	Övrig kravställning	3
1.4.	Instruktioner utgivna av Svenska kraftnät.....	4
2.	Klassificering av kraftproduktionsmoduler enligt RfG.....	5
2.1.	Kraftproduktionsmodul.....	5
2.2.	Typer av kraftproduktionsmoduler.....	5
3.	Instruktioner för anslutning enligt RfG	7
3.1.	Kraftproduktionsmodul av typ A	7
3.2.	Kraftproduktionsmodul av typ B och C	7
3.3.	Kraftproduktionsmodul av typ D	8
4.	Krav för batterilager enligt förslag på reviderad EIFS 2018:2	10



1. Inledning

1.1. Syfte

Vid anslutning av kraftproduktionsmoduler större än 0,8 kW ska ägaren av det anslutande nätet, här kallad berörd systemansvarig, säkerställa att kraftproduktionsmodulen uppfyller kravställningen i den Europeiska unionens förordning (EU) 2016/631¹, den så kallade RfG (Requirements for Generators) samt den svenska föreskriften EIFS 2018:2. Anslutningsförfarandet enligt RfG är en process mellan berörd systemansvarig och anläggningsägaren, som är ansvarig för att verifiera kravuppfyllnad för kraftproduktionsmodulen, men kan ibland även inkludera berörd systemansvarig för överföringssystemet som alltid är Svenska kraftnät. För de fall då anslutningen är befintlig kan även Energimarknadsinspektion vara inblandad. Anläggningsägaren har dock under hela processen enbart kontakt med berörd systemansvarig som i detta fall är Krafringen Nät AB.

Syftet med det här dokumentet är att ge en instruktion för anslutningsförfarandet till Krafringen Nät AB.

1.2. Kravställning enligt RfG och EIFS 2018:2

Den Europeiska unionens förordning (EU) 2016/631 (RfG) är framtagen för att säkerställa ett stabilt kraftsystem och bidra till rättvisa konkurrensvillkor genom att alla kraftproduktionsmoduler får harmoniserade regler för nätanslutning. I RfG finns det utrymme för att anpassa en del kravställning utifrån de nationella förutsättningarna. Detta görs delvis genom Energimarknadsinspektionens (Ei) föreskrift EIFS 2018:2², delvis genom specifik kravställning för den enskilda kraftproduktionsmodulen.

Kraven enligt RfG och EIFS 2018:2 ersätter inte övriga tekniska riktlinjer och krav inför anslutning.

1.3. Övrig kravställning

Den prestanda som krävs enligt RfG och EIFS 2018:2 specificeras av Europeiska unionen med syftet att säkerställa kraftsystemstabiliteten och att ge en harmoniserad kravbild. Utöver dessa krav har berörd systemansvarig och berörd systemansvarig för överföringssystemet rätt att ställa ytterligare krav på en anslutande kraftproduktionsmodul eller ett anslutande batterilager.

¹ [KOMMISSIONENS FÖRORDNING \(EU\) 2016/ 631 - av den 14 april 2016 - om fastställande av nätföreskrifter med krav för nätanslutning av generatorer \(europa.eu\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32016R0631)

² [Energimarknadsinspektionens föreskrifter om fastställande av generellt tillämpliga krav för nätanslutning av generatorer \(ei.se\)](https://www.ei.se/om-ei/foreskrifter-om-faststallande-av-generellt-tillampliga-krav-for-natanslutning-av-generatorer)



Vid anslutning till Krafringen Nät AB ska tillämpliga delar av den gällande versionen av följande branschrekommendationer uppfyllas:

- Energiföretagens Handbok, Anslutning av elproduktion till lågspänningsnätet – ALP
- Energiföretagens Handbok, Anslutning av produktionsanläggningar till mellanspänningsnätet – AMP
- Energiföretagens ASP Handbok, Anslutning av större produktionsanläggningar till regionnätet

För en produktionsanläggning som är en del av en anslutning ska det säkerställas att den totala maximala kontinuerliga effekten i anslutningen inte överskrider den maximala avtalade effekten enligt anslutningsavtalet.

Krafringen Nät AB kan ställa ytterligare projektspecifika krav

1.4. Instruktioner utgivna av Svenska kraftnät

Svenska kraftnät har publicerat detaljerade instruktioner för verifiering av kravuppfyllnad enligt RfG för kraftproduktionsmoduler av typ D, dvs. kraftproduktionsmoduler större än 30 MW och/eller kraftproduktionsmoduler anslutna till en spänning som är 110 kV eller högre³.

Dessa instruktioner med bilagor används i anslutningsförfarandet enligt RfG till Krafringen Nät AB enligt beskrivningen i den här instruktionen med tillhörande bilagor.

³ [Nätanslutning av generatorer \(RfG\) | Svenska kraftnät \(svk.se\)](#)



2. Klassificering av kraftproduktionsmoduler enligt RfG

I RfG finns klassificering av kraftproduktionsmoduler baserat på sort/teknik och storlek.

2.1. Kraftproduktionsmodul

Kravställningen enligt RfG beror både på sort av kraftproduktionsmodul och storlek, medan anslutningsförfarandet enligt RfG bara beror på storleken på kraftproduktionsmodulen.

I begreppet kraftproduktionsmoduler innefattas:

- **Synkrona kraftproduktionsmoduler**, som avser synkrongeneratorer (konventionella generatorer) där varje synkrongenerator är en⁴ kraftproduktionsmodul och kraven verifieras för varje generator separat.
- **Kraftparksmoduler**, som vanligen utgörs av ett flertal kraftproducerande enheter anslutna via kraftelektroniska omvandlare, exempelvis vindkraftverk eller solceller, och dessa verifieras tillsammans som en enskild kraftproduktionsmodul.

I dessa instruktioner inkluderas även **Batterilager** vilka för närvarande inte kravställs i RfG eller EIFS 2018:2 men som har förmåga till liknande dynamisk prestanda som kraftparksmoduler. För batterilager tillämpar Krafteringen Nät AB kravställning enligt Svenska kraftnäts förslag på revidering av EIFS 2018:2. Förenklat sett innebär detta att batterilagret betraktas som en kraftparksmodul fast med vissa tillägg enligt kapitel 4.

Kravställningen enligt RfG skiljer sig mellan de olika kraftproduktionsmodulerna ovan, men anslutningsförfarandet är samma och beror istället på storlek på kraftproduktionsmodulen.

2.2. Typer av kraftproduktionsmoduler

Kraftproduktionsmoduler delas även in i typer beroende på dess maximala kontinuerliga effekt, P_{max} , och anslutande spänningsnivå enligt följande:

⁴ Gas- och ångturbiner i en och samma kombicykel enhet där turbinerna inte kan köras oberoende av varandra betraktas som en kraftproduktionsmodul och en sådan synkron kraftproduktionsmodul kan därför innehålla flera synkrongeneratorer.



- Typ A, där $0,8 \text{ kW} \leq P_{\max} < 1,5 \text{ MW}$
- Typ B, där $1,5 \text{ MW} \leq P_{\max} < 10 \text{ MW}$
- Typ C, där $10 \text{ MW} \leq P_{\max} < 30 \text{ MW}$
- Typ D, där $30 \text{ MW} \leq P_{\max}$

Dessutom är en kraftproduktionsmodul som ansluts till 110 kV eller högre spänning alltid typ D.

Både kravbilden och anslutningsförfarandet skiljer sig beroende på typ av kraftproduktionsmodul medan alla kraftproduktionsmoduler av en sort har samma anslutningsförfarande enligt beskrivningen i det här dokumentet.



3. Instruktioner för anslutning enligt RfG

3.1. Kraftproduktionsmodul av typ A

För kraftproduktionsmoduler av typ A ska en föransmälan med bifogade installationsdokument lämnas in till Krafringen Nät AB enligt instruktioner på <https://www.anslutningsportalen.se/>. Installationsmedgivande ges efter godkännande av föransmälan.

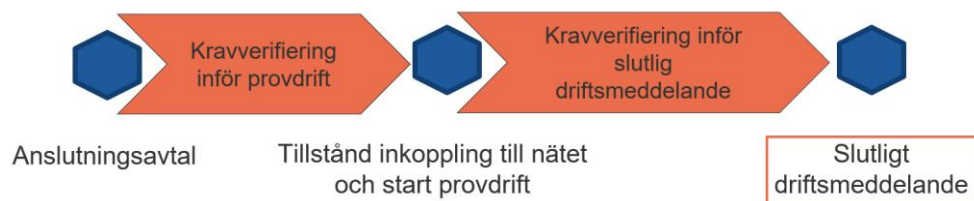
Instruktioner för anslutning av kraftproduktionsmoduler av typ A redovisas i följande dokument:

- *Anslutning av synkrona kraftproduktionsmoduler av typ A*
- *Anslutning av kraftparksmoduler av typ A*
- *Anslutning av batterilager av typ A*

3.2. Kraftproduktionsmodul av typ B och C

För kraftproduktionsmoduler av typ B och C anger RfG i artikel 32 att ett KPM-dokument ("dokument för kraftproduktionsmodul") ska tillhandahållas inför slutligt driftsmeddelande. Innehållet i detta dokument ska specificeras av berörd systemansvarig, här Krafringen Nät AB. Genom detta dokument ska anläggningsägaren verifiera att kraftproduktionsmodulen uppfyller kraven enligt RfG och EIFS 2018:2.

Processen för anslutning av kraftproduktionsmoduler av typ B och C visas i Figur 1 där slutligt driftsmeddelande ges ut enligt RfG och övriga tillstånd ges enligt ordinarie anslutningsprocess.



Figur 1 Anslutningsprocess av kraftproduktionsmoduler av typ B och C till Krafringen Nät AB.

Inför anslutningen av en kraftproduktionsmodul ska alltid ett anslutningsavtal upprättas. Det är också viktigt att kontakta Krafringen Nät AB tidigt i projektet för att kravbilden ska fastställas, inklusive de krav som specificeras för varje enskilt projekt, för att undvika att den upphandlade anläggningen inte har den kravställda funktionaliteten. Komplettering av funktioner/prestanda i efterhand kan i värsta fall leda till stora extrakostnader. Krafringen Nät AB tar i sin tur kontakt med Svenska kraftnät vid fastställande av den aktuella kravbilden.



För att initiera anslutningsprocessen kontakter anläggningsägaren Krafringen Nät AB genom att skicka in intresseanmälan enligt instruktioner på <https://www.krafringen.se/foretag/el/elnat/anslutning-storre-anlaggning/>.

Inför anslutningen och provdriften kommer Krafringen Nät AB begära verifiering av viss kravuppfyllnad för att säkra ett stabilt beteende under provdriften.

När kraftproduktionsmodulen har startat provdrift tar anläggningsägaren fram KPM-dokumentet enligt specifikation i bilagorna nedan. Krafringen Nät AB utfärdar sedan slutligt driftsmeddelande när den kompletta kravbilden enligt RfG, EIFS 2018:2 och de projektspecifika kraven har påvisats och inrapporterats i specificerade rapporter/dokument.

Instruktioner för anslutning av kraftproduktionsmoduler av typ B och C redovisas i följande dokument:

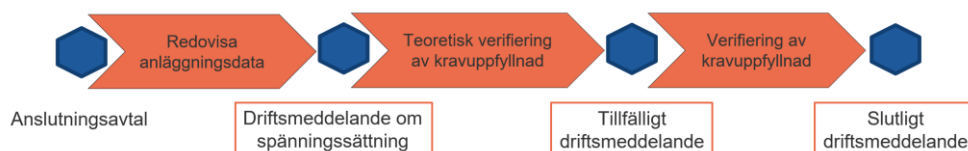
- *Anslutning av synkrona kraftproduktionsmoduler av typ B och C*
- *Anslutning av kraftparksmoduler av typ B och C*
- *Anslutning av batterilager av typ B och C*

3.3. Kraftproduktionsmodul av typ D

För kraftproduktionsmoduler av typ D anger RfG i artikel 33 att anslutningsprocessen enligt RfG ska innehålla följande driftsmeddelanden:

- **Driftsmeddelande om spänningssättning**, tillåter spänningssättning av kraftproduktionsmodulens interna nät.
- **Tillfälligt driftsmeddelande**, tillåter drift och produktion av effekt under en begränsad tidsperiod och inledande provning för att säkerställa överensstämmelse med de relevanta specifikationerna och kraven.
- **Slutligt driftsmeddelande**, tillåter tills vidare drift av en kraftproduktionsmodul.

Processen för anslutning av kraftproduktionsmoduler av typ D visas i Figur 2.



Figur 2 Anslutningsprocess av kraftproduktionsmoduler av typ D till Krafringen Nät AB.

Inför anslutningen av en kraftproduktionsmodul ska alltid ett anslutningsavtal upprättas. Det är också viktigt att kontakta Krafringen Nät AB tidigt i projektet för att kravbilden ska fastställas, inklusive de krav som specificeras för varje enskilt projekt, för att undvika att den upphandlade anläggningen inte har den



kravställda funktionaliteten. Krafringen Nät AB tar i sin tur kontakt med Svenska kraftnät vid fastställande av den aktuella kravbilden.

sid 9/13

Inför spänningssättning kommer Krafringen Nät AB begära verifiering av viss kravuppfyllnad som skyddsinställningar och liknande. När detta är uppfyllt utfärdas driftsmeddelande om spänningssättning.

För att starta provdrift av kraftproduktionsmodulen ska kravuppfyllnad verifieras teoretiskt genom simuleringar och anläggningsdata. När detta är uppfyllt kan tillfälligt driftsmeddelande utfärdas och anläggningen starta provdrift. Notera att driftsmeddelande om spänningssättning och tillfälligt driftsmeddelande kan utfärdas i nära anslutning och det rekommenderas därför att starta processen med teoretisk verifiering av kravuppfyllnaden i god tid.

När kraftproduktionsmodulen är i drift verifieras kravuppfyllnaden genom provning och simuleringsmodellerna valideras och uppdateras vid behov. När samtliga krav är verifierade och uppfyller kravställd prestanda kan ett slutligt driftsmeddelande utfärdas.

Instruktioner för anslutning av kraftproduktionsmoduler av typ D redovisas i följande dokument:

- *Anslutning av synkrona kraftproduktionsmoduler av typ D*
- *Anslutning av kraftparksmoduler av typ D*
- *Anslutning av batterilager av typ D*



4. Krav för batterilager enligt förslag på reviderad EIFS 2018:2

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 kravbilden 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§ i förslag på reviderade EIFS 2018:2 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.

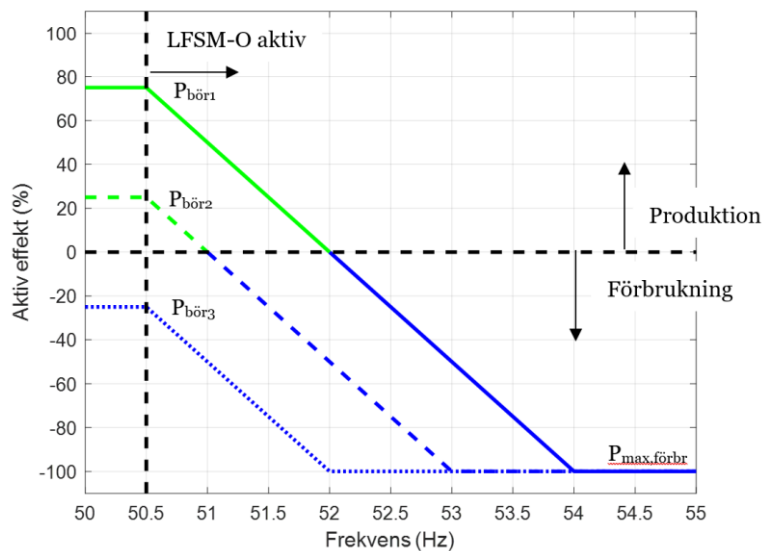
3 § För batterilager ska referensvärdet för aktiv effekt till vilket ΔP är kopplat, enligt kommissionens förordning (EU) nr 2016/631 Artikel 13.2, Figur 1, Artikel 15.2c, Figur 4 och Artikel 15.2c Figur 5 vid begränsat frekvenskänslighetsläge – överfrekvens (LFSM-O), begränsat frekvenskänslighetsläge – 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, ($P_{\max, \text{förbr}}$).

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

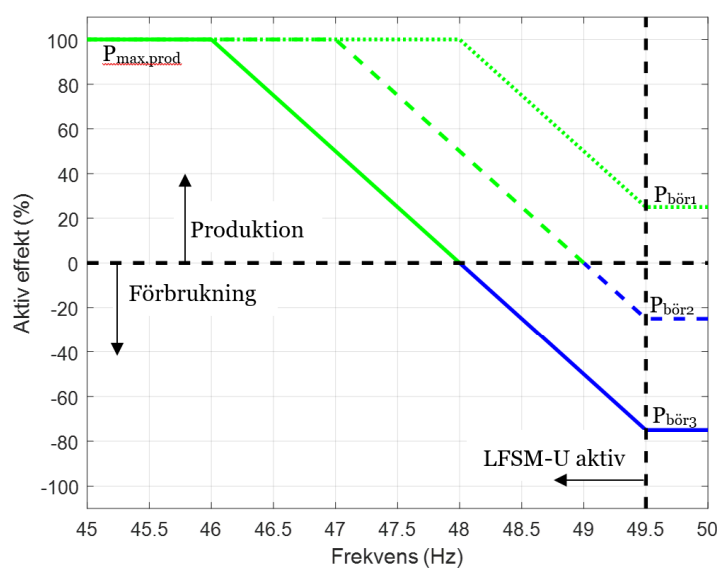
4 § Batterilager ska vid drift i frekvenskänslighetsläge, FSM, samt begränsat frekvenskänslighetsläge vid överfrekvens och underfrekvens, LFSM-O och LFSM-U, tillhandahålla aktiv effekt som frekvenssvar både då batterilagret producerar och förbrukar aktiv effekt.



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 3-Figur 5. 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, $P_{\max, \text{förbr}}$.



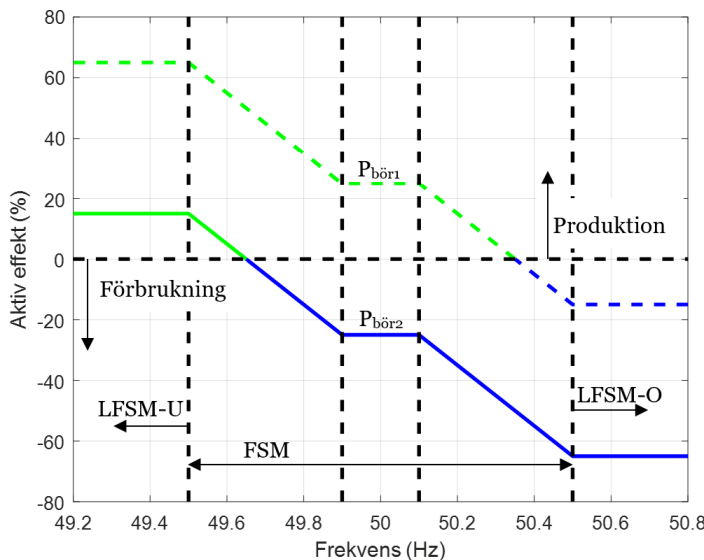
Figur 3 Aktiv effekt som funktion av frekvens då LFSM-O med 4 % statik är aktiv, grön linje visar när batteriet är i driftmod produktion och blå då det är i driftmod förbrukning, heldragen linje visar effektbörvärde $P_{bör1}=75\%$, streckad linje effektbörvärde $P_{bör2}=25\%$ och punktad linje $P_{bör3}=-25\%$, $P_{\max, \text{prod}}$ och $P_{\max, \text{förbr}}$ lika stora.



Figur 4 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.



förbrukning, heldragen linje visar effektbörvärde $P_{bör3} = -75\%$, streckad linje effektbörvärde $P_{bör2} = -25\%$ och punktdag linje $P_{bör1} = 25\%$, $P_{max,prod.}$ och $P_{max,förbr.}$ lika stora.



Figur 5 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 ska vid aktiv effektregering klara av en ramphastighet på 200 %/min inom reglerområdet ($|P_{max,prod}| + |P_{max,förb}|$) och effektområdet $-|P_{max,prod}| - |P_{max,förb}|$. 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, $P_{max,förb}$.

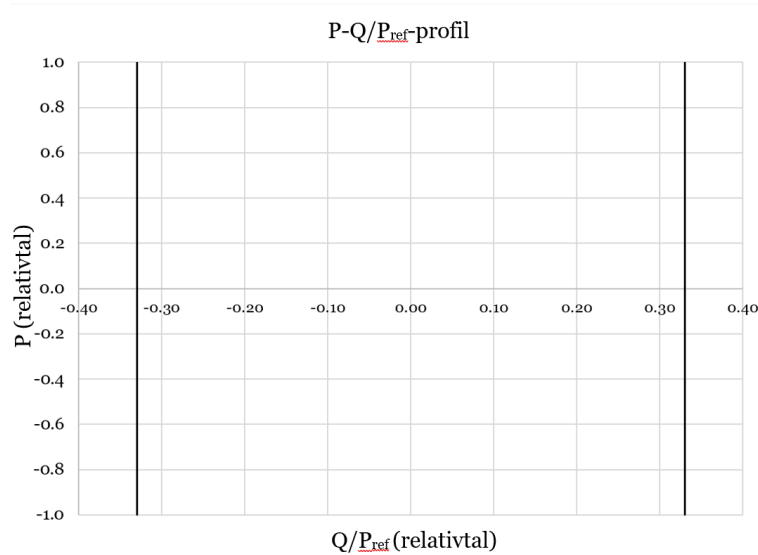
Batterilager av typ B, C och D, ska vid en justering av börvärde för aktiv effekt klara en ramphastighet på 200 %/min inom reglerområdet ($|P_{max,prod}| + |P_{max,förb}|$) och effektområdet $-|P_{max,förb}| - |P_{max,prod}|$. Normering av aktiv effekt (100 %) ska vara baserad på det högsta värdet av maximal kontinuerlig effekt, $P_{max,prod}$, eller maximal kontinuerlig förbrukning som kan förbrukas i anslutningspunkten, $P_{max,förb}$. Ny stabil effektnivå ska erhållas inom toleransen ± 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 ΔP 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 3 §. Reaktiv effekt i anslutningspunkten ska vara minst $-0,33 \cdot P_{ref}$ – $0,33 \cdot P_{ref}$ inom det aktiva effektområdet $-|P_{max\,förb}| - |P_{max\,prod}|$ i enlighet med Figur 6.

Sid 13/13



Figur 6 Minimikrav på reaktiv effekt i anslutningspunkten (P-Q/ P_{ref} -profil) för batterilager av typ B, C och D.