AVTALSBILAGA 3

Tekniska villkor för förkvalificering och leverans av FCR

Bilaga till Avtal om leverans av Balanstjänster (Avtal 5937–3)

SvK4100, v5.0, 2019-01-07

BOX 1200
172 24 SUNDBYBERG

STUREGATAN 1,
SUNDBYBERG

TEL: 010-475 80 00

REGISTRATOR@SVK.SE
WWW.SVK.SE

Innehåll

1 Allmänt 4

1.1 Om villkoren 4
1.2 Tillämpligt regelverk 4
1.3 Uppdatering av villkor 4
1.4 Undantag 5

2 Förkvalificering 6

2.1 Förkvalificeringens giltighet 6
2.1.1 Förnyelse 6
2.1.2 Suspendering och upphävning 6
2.2 Förkvalificeringsprocessen 6
2.2.1 Ansökan 7
2.2.2 Fastställande av kapacitet 7
2.2.3 Driftprover för förkvalificering 7
2.3 Uppföljning och verifiering av leverans 8
2.3.1 Rapportering av tekniska fel 8
2.3.2 Driftprover för uppföljning och verifiering 9
2.4 Begränsad förkvalificering 9

3 Tillhandahållande av FCR 10

3.1 Allmänt 10
3.2 Förutsättningar för att leverera FCR 10
3.3 Tillgänglighetskrav 10
3.4 Aktivering av FCR 11
3.4.1 Central styrning av FCR 11
3.4.2 Volymbegränsning av Centralt styrd FCR 11

4 Tekniska krav och egenskaper för FCR 12

4.1 Allmänt 12
4.2 Produktspecifika krav 12
4.2.1 FCR-N 12
4.2.2 Dynamisk FCR-D upp 13
4.2.3 Statisk FCR-D upp 13

4.2.4 Dynamisk FCR-D ned 14
4.2.5 Statisk FCR-D ned 15
4.3 Uthållighet 16
4.4 Linjäritetskrav 17
4.4.1 Linjäritetskrav för Dynamisk FCR 17
4.4.2 Linjäritetskrav för Stegvis reglering och Statisk FCR-D 17

5 Krav på mätning 20

6 Rapportering av data och information 21

6.1 Rapportering av data och information i samband med förkvalificering och uppföljning 21
6.2 Rapportering av data och information under driftskedet 22
6.2.1 Rapportering från leverantör av FCR 22
6.2.2 Beräkning av tillgänglig kapacitet 24

7 Åtgärder vid avvikelser 27

8 Övergångsregler 31

8.1 Övergångsregler för enheter/grupper förkvalificerade innan 2023-09-01 31

Appendix A - Tekniska krav och egenskaper för FCR förkvalificerad innan 2023-09-01 32

A.1 Allmänt 32
A.1.1 FCR-N 32
A.1.2 FCR-D upp 32
A.1.3 FCR-D ned 32
A.1.4 Uthållighet 33
A.2 FCR genom stegvis reglering 33

1 Allmänt

1.1 Om villkoren

Dessa villkor innehåller de tekniska regler som tillämpas för enheter och grupper som tillhandahåller frekvenshållningsreserver (FCR). Regelverket tillämpas i samband med förkvalificeringen samt kontinuerligt vid leverans av reserven.

1.2 Tillämpligt regelverk

Förkvalificering och leverans av FCR från enheter och grupper regleras av följande regelverk, som tillämpas jämte dessa villkor:

- KOMMISSIONENS FÖRORDNING (EU) 2017/1485 av den 2 augusti 2017 om fastställande av riktlinjer för driften av elöverföringssystem [SO]
- Amended Nordic synchronous area methodology for additional properties of FCR in accordance with Article 154(2) of the Commission Regulation (EU) 2017/1485 of 2 August 2017 establishing a guideline on electricity transmission system operation [Metod om ytterligare egenskaper hos FCR]
- Technical Requirements for Frequency Containment Reserve Provision in the Nordic Synchronous Area [Nordiska tekniska krav]

Dessa villkor innehåller en sammanfattning av ovanstående regelverk, samt kompletteringar och förtydliganden om tillämpandet.

1.3 Uppdatering av villkor

Svenska kraftnät har rätt att uppdatera dessa tekniska villkor. Uppdateringen ska publiceras på Svenska kraftnäts webbplats senast två (2) månader innan den träder i kraft.

Svenska kraftnät har rätt att uppdatera dessa villkor med kortare varsel än två månader, om uppdateringen följer av lagkrav eller beslut från tillsynsmyndighet.

Som huvudregel gäller att en sedan tidigare godkänd förkvalificering av en enhet eller grupp fortsätter att vara giltig även efter att de tekniska kraven i avsnitt 4 och 5 har uppdaterats. Ändringen i dessa avsnitt tillämpas då istället i samband med nästa förnyelse av förkvalificeringen för aktuell enhet eller grupp, i enlighet med avsnitt 2.1.1. Ändringar i avsnitt 3 och 6 tillämpas för tidigare godkänd förkvalificering 6 månader efter publicering av uppdaterade villkor, om inte annat meddelats.

Om särskilda skäl föreligger kan Svenska kraftnät meddela att de uppdaterade villkoren träder i kraft omgående även för sedan tidigare godkända förkvalificeringar.

1.4 Undantag

Om ett eller flera krav i dessa villkor i samband med förkvalificeringen visar sig medföra betydande svårigheter att uppfylla, på grund av antingen tekniska eller betydande ekonomiska skäl, kan leverantör av FCR ansöka hos Svenska kraftnät om ett undantag från ett eller flera specifika krav. Svenska kraftnät kan medge undantag, om undantaget inte har någon betydande påverkan på leveransen av FCR från enheten eller gruppen, samt saknar betydande påverkan för stabiliteten i kraftsystemet och på marknaden för FCR.

2 Förkvalificering

2.1 Förkvalificeringens giltighet

En förkvalificering av en enhet eller grupp som tillhandahåller FCR är giltig till dess att den ska förnyas, eller hävs i förtid.

2.1.1 Förnyelse

Förkvalificeringen av enheter eller grupper som tillhandahåller FCR ska förnyas[1]:

- åtminstone vart femte år,
- om de tekniska kraven har ändrats, eller
- om den utrustning som rör aktivering av FCR har ändrats.

Innehavare av giltig förkvalificering är skyldig att meddela Svenska kraftnät i händelse av att utrustning som kan beröras av ovanstående krav har ändrats eller moderniserats, inklusive ändringar av inställningar. Svenska kraftnät gör då en bedömning av om ändringen är sådan att förkvalificeringen ska förnyas. I eventuell övergångsperiod från att giltig förkvalificeringsperiod löpt ut till dess att ny förkvalificering är fullföljd är leverans av FCR inte tillåten, om inte annat meddelats.

2.1.2 Suspendering och upphävning

Om Svenska kraftnät identifierar avvikelser, så har Svenska kraftnät rätt att besluta om att suspendera förkvalificeringen för en eller flera enheter eller grupper som tillhandahåller FCR.[2] Under en suspendering får leverans av FCR ej ske från de berörda enheterna och grupperna. En suspendering får enbart ske för viss tid, normalt 3 månader, men får förlängas.

Om Svenska kraftnät konstaterar att villkorsbrott har skett, så äger Svenska kraftnät rätt att besluta om upphävning av förkvalificeringen för en eller flera enheter eller grupper som tillhandahåller FCR. Vid särskilda omständigheter har Svenska kraftnät rätten att upphäva en leverantörs samtliga förkvalificeringar för FCR.

Efter en upphävning får leverans av FCR ej ske från de berörda enheterna och grupperna. En leverantör av FCR äger rätten att på egen hand begära att en eller flera av leverantörens förkvalificeringar ska upphävas.

2.2 Förkvalificeringsprocessen

En potentiell leverantör av FCR ska för Svenska kraftnät visa att de krav som fastställs i dessa villkor är uppfyllda, genom att framgångsrikt slutföra den

[1] I enlighet med artikel 155.6 i SO
[2] I enlighet med artikel 56.2 i SO

förkvalificeringsprocess som fastställts av Svenska kraftnät[3]. Information om förkvalificeringsprocessen återfinns vid var tidpunkt på Svenska kraftnäts webbplats.

2.2.1 Ansökan

En potentiell leverantör av FCR ska lämna in en formell ansökan till Svenska kraftnät, tillsammans med den information som krävs för potentiella enheter eller grupper som tillhandahåller FCR.[4] Ansökan ska innehålla ett ifyllt ansökningsformulär samt testdata. Ansökningsformulär och testprogram tillhandahålls av Svenska kraftnät.

I ansökningsformulär och testprogram anges ytterligare villkor för förkvalificering av FCR. Dessa ytterligare villkor gäller jämte dessa villkor. I ansökningsformulär och andra bilagor anger den potentiella leverantören av FCR uppgifter om den potentiella enheten eller gruppens tekniska egenskaper och beteenden vid förkvalificeringen samt leverans av FCR. Dessa uppgifter och åtaganden är bindande jämte dessa villkor, i samband med leverans av FCR.

2.2.2 Fastställande av kapacitet

Leverantörens metod för att ställa in och beräkna sin FCR-kapacitet testas och godkänns genom förkvalificeringsprocessen. Ett intervall för högsta och lägsta kapacitet som får levereras från enheten eller gruppen fastställs i enlighet med de regler som definieras i de Nordiska tekniska kraven.

2.2.3 Driftprover för förkvalificering

Leverantören och potentiell leverantör av FCR får utföra driftprov av egna anläggningar under simulerade driftförhållanden och under begränsad tid, i enlighet med testprogrammet för FCR som tillhandahålls av Svenska kraftnät. Leverantören ska informera Svenska kraftnät och berörd systemansvarig minst en vecka innan provet inleds, och ska minimera inverkan på systemdriften under driftprovet. Detta gäller för ansökt kapacitet från 50 MW och uppåt. För ansökta kapaciteter som understiger 50 MW behöver Svenska kraftnät inte meddelas innan provet genomförs. Resultaten får användas även för andra syften, i enlighet med artikel 56 i SO.

Driftprov ska skjutas upp eller avbrytas i händelse av oplanerade systemförhållanden eller med tanke på säkerheten för personalen eller allmänheten eller för den anläggning eller den apparat som provas, eller för överföringselement eller anläggningar hos berörd systemansvarig eller leverantör av FCR.[5]

I händelse av försämrat systemdrifttillstånd för det överföringssystem där driftprovet utförs ska Svenska kraftnät ha rätt att avbryta driftprovet. Om

[3] I enlighet med artikel 155.2 i SO
[4] I enlighet med artikel 155.3 i SO
[5] I enlighet med artikel 56.3 i SO

utförandet av ett driftprov påverkar en annan systemansvarig för överföringssystem, och dess systemdrifttillstånd också försämras, ska den leverantör av FCR som utför provet, efter att ha informerats av Svenska kraftnät, omedelbart avbryta driftprovet.[6]

Utöver att använda resultaten från driftprovet i förkvalificeringsprocessen kan Svenska kraftnät komma att använda resultaten av relevanta driftprov och alla därtill hörande analyser för andra syften, exempelvis för utbildning av Svenska kraftnäts personal, i forsknings- och utvecklingsprocessen samt förbättrad driftspraxis.[7]

Leverantören av FCR ansvarar för genomförandet och säkerheten vid driftprov av överensstämmelse. Svenska kraftnät och berörd systemansvarig har rätt att närvara vid genomförandet av driftprovet.

Leverantören ansvarar för upplupna kostnader under provet och ska tillhandahålla erforderlig utrustning. Svenska kraftnät ansvarar endast för sina egna kostnader.

2.3 Uppföljning och verifiering av leverans

Svenska kraftnät har rätt att granska att leverantör av FCR uppfyller ställda krav. Detta görs för att verifiera att de enheter och grupper som levererar FCR uppfyller de tekniska kraven under drift samt att upphandlad kapacitet erhålls.

Granskning sker löpande genom att en leverantör vid begäran rapporterar in data för en eller flera förkvalificerade enheter/grupper under en specificerad tidsperiod. Information om vilken data som ska hanteras för uppföljning finns under avsnitt 6.1.

Om avvikelser identifieras, har Svenska kraftnät rätt att meddela åtgärder, se exempel i avsnitt 7. Suspendering eller upphävning av en eller flera förkvalificeringar kan ske i enlighet med avsnitt 2.1.2. Svenska kraftnät kan också meddela att förkvalificeringen behöver förnyas i enlighet med avsnitt 2.1.1. Därutöver har Svenska kraftnät rätt att begära att förnyade driftprover ska genomföras, i enlighet med avsnitt 2.3.2.

I förekommande fall kan Svenska kraftnät komma överens med leverantören av FCR om andra åtgärder för att hantera avvikelsen, utöver de som anges ovan.

2.3.1 Rapportering av tekniska fel

En leverantör som själv upptäcker att FCR inte levererats i enlighet med de tekniska villkoren ska rapportera detta till Svenska kraftnät så snart felet observerats. Detta kommer att tas hänsyn till vid bedömningen av åtgärder vid

[6] I enlighet med artikel 56.4 i SO
[7] I enlighet med artikel 56.5 i SO

avvikelse, i enlighet med avsnitt 7, och kan leda till en mildare bedömning av åtgärd, än om Svenska kraftnät upptäcker avvikelsen vid en uppföljning.

2.3.2 Driftprover för uppföljning och verifiering

För varje förkvalificerad enhet eller grupp har Svenska kraftnät rätt att när som helst under anläggningens hela livstid pröva leverantörens uppfyllnad av kraven i dessa villkor, inklusive leverantörens avtalsenliga tillhandahållande av stödtjänster. Förfarandet för dessa driftprov ska anmälas av Svenska kraftnät till leverantören i god tid innan driftprovet inleds. [8]

Svenska kraftnät ska inför driftprovet offentliggöra en förteckning med den information och de dokument som ska tillhandahållas samt de krav som ska uppfyllas av leverantören vid driftprov av överensstämmelse. [9]

Leverantören av FCR ansvarar för genomförandet och säkerheten vid driftprov av överensstämmelse.[10]

Leverantören ansvarar för upplupna kostnader under testet och ska tillhandahålla erforderlig utrustning. Svenska kraftnät ansvarar endast för sina egna kostnader.

2.4 Begränsad förkvalificering

För resurser och tekniker som har behov av intrimning under drift kan Svenska kraftnät medge leverantören att genomföra en begränsad förkvalificering. Förkvalificeringen är då begränsad till 6 månader under vilka aktören kan tillåtas att upprepade gånger ändra i vissa parametrar för att optimera funktionerna.

Vid begränsad förkvalificering kan mindre undantag från de tekniska kraven medges i de fall där undantagen inte påverkar driftsäkerheten under leverans. Undantag från krav på aktiveringstid medges dock ej.

Information om processen för att genomföra en begränsad förkvalificering återfinns vid var tidpunkt på Svenska kraftnäts hemsida.

[8] I enlighet med artikel 57.1 i SO
[9] I enlighet med artikel 57.2 i SO
[10] I enlighet med artikel 57.3 i SO

3 Tillhandahållande av FCR

3.1 Allmänt

FCR består av tre produkter: FCR-N, FCR-D upp och FCR-D ned. FCR-D existerar i två undervarianter, Dynamisk respektive Statisk FCR-D. FCR kan levereras från produktion, förbrukning och energilager.

3.2 Förutsättningar för att leverera FCR

För att leverera FCR krävs att leverantören av FCR förfogar över enheter och/eller grupper som är förkvalificerade för att leverera FCR i enlighet med dessa villkor.

Enheter och grupper får endast leverera FCR inom det av förkvalificeringen godkända kapacitetsintervallet eller godkända fasta kapaciteten.

Om det finns begränsningar gällande mätning och rapportering av data och information ska begränsningen anges vid förkvalificeringen. Svenska kraftnät kan då efter skriftlig ansökan medge undantag från rapportering av mätvärden och information och/eller tekniska krav, för viss enhet eller grupp, och för viss tid.

3.3 Tillgänglighetskrav

- En leverantör av FCR ska garantera kontinuerlig tillgänglighet för FCR, med undantag för ett oplanerat avbrott för en enhet som tillhandahåller FCR, under den tidsperiod leverantören är skyldig att tillhandahålla FCR[11].
- Varje leverantör av FCR ska så snart som möjligt informera Svenska kraftnät om eventuella ändringar i den faktiska tillgängligheten för sin enhet och/eller grupp som tillhandahåller FCR[12].
- Volymen FCR som får tillhandahållas per enhet och enskilt felfall begränsas till maximalt 5 procent av FCR-kravet i det nordiska synkronområdet[13]. Maximal volym av FCR-N och FCR-D begränsas således till 70 MW i upp- respektive nedregleringsriktningen. Om både FCR-N och FCR-D levereras samtidigt så får den sammanlagda leveransen ej överstiga 100 MW i respektive riktning.
- Enheter och grupper med begränsad energireserv som aktiverat funktionen för energihantering i skärpt drifttillstånd (AEM) i enlighet med avsnitt 4.3 räknas som otillgängliga. Detta gäller även för enheter och grupper med längre uthållighet än 2 timmar och/eller som återhämtas på annat sätt än via kraftsystemet, och som implementerat en funktion motsvarande AEM.

[11] I enlighet med artikel 156.4 i SO
[12] I enlighet med artikel 156.5 i SO
[13] I enlighet med artikel 156.6 i SO

3.4 Aktivering av FCR

Upphandlad FCR ska aktiveras genom kontinuerlig reglering som reagerar på frekvensavvikelser eller alternativt genom stegvis reglering när det gäller reläaktiverad FCR[14].

3.4.1 Central styrning av FCR

Om lokal styrning inte är möjlig kan Svenska kraftnät vid förkvalificering godkänna att tillhandahållande av FCR sker genom central styrning[15]. Om aktivering av FCR sker genom central styrning ska också den metod som används för styrning godkännas av Svenska kraftnät vid förkvalificeringen. Ytterligare krav avseende central styrning anges i dokumentet ”IT-säkerhetskrav för central styrning av FCR”. Aktuell version av dokumentet återfinns vid var tid på Svenska kraftnäts webbplats.

Vid upptäckta säkerhetsbrister ska leverantören av FCR skyndsamt meddela Svenska kraftnät om detta. Vid betydande säkerhetsbrister ska aktören dessutom se till att enheten eller gruppen inte tillhandahålls på FCR-marknaden till dess att bristen åtgärdats.

Leverantören av FCR ska tillåta Svenska kraftnät att genomföra säkerhetsrevisioner även efter förkvalificering. Sådan säkerhetsrevision kan genomföras av antingen Svenska kraftnät eller genom en av Svenska kraftnät utsedd tredje part.

Undantag från ovanstående krav kräver i varje enskilt fall godkännande från Svenska kraftnät och ansökan ska föregås av en egen analys kring vilka risker som kvarstår.

Vid central styrning ska mätning av frekvens ske inom samma elområde som aktivering av FCR.

3.4.2 Volymbegränsning av Centralt styrd FCR

Endast en viss del av de av Svenska kraftnät förkvalificerade enheternas eller gruppernas totala volym får utgöras av centralt styrd FCR Kategori B.

Om en större volym av centralt styrd FCR förkvalificeras jämfört med de volymbegränsningar som anges på Svenska kraftnäts webbplats kommer en proportionell fördelning av godkänd volym per leverantör av FCR att ske.

[14] I enlighet med artikel 154.6 i SO

[15] Med central styrning avses i detta fall att en enhet eller grupp som tillhandahåller FCR som styrs genom att frekvensen återkopplas via en central funktion

4 Tekniska krav och egenskaper för FCR

4.1 Allmänt

Enheter och grupper som levererar FCR ska uppfylla de tekniska krav och egenskaper som framgår av tillämpliga regelverk i avsnitt 1.2 samt i detta avsnitt.

Varje enhet och varje grupp som tillhandahåller FCR ska kunna förbli ansluten till nätet och aktivera FCR inom de frekvensområden och vid de frekvensändringshastigheter som anges i artikel 13.1 i förordning (EU) 2016/631 [RfG] samt EIFS 2018:2 3 kap §§ 1–2.[16]

4.2 Produktspecifika krav

4.2.1 FCR-N

Följande tekniska krav gäller för FCR-N:

- FCR-N aktiveras i intervallet 49,9 Hz till 50,1 Hz. Full aktivering av FCR-N sker vid frekvensavvikelser som överstiger ± 100 mHz. Den stationära aktiveringen inom intervallet 49,9 till 50,1 Hz ska vara proportionell mot frekvensavvikelsen. Vid en systemfrekvens på 50,0 Hz ska 0 % av FCR-N-kapaciteten aktiveras. Vid systemfrekvenser lika med eller under 49,9 Hz ska 100 % av FCR-N-kapaciteten aktiveras i riktning uppåt. Vid systemfrekvenser lika med eller över 50,1 Hz, ska 100 % av FCR-N-kapaciteten aktiveras i riktning nedåt.
- Det dynamiska svaret från FCR-N ska ställas in för att undertrycka variationer i frekvensen med en periodicitet på 10 sekunder och långsammare, med betoning kring periodtider på 70 sekunder. Detta innebär att FCR-N ska aktivera cirka 63 % av slutvärdet på 60 sekunder och cirka 95 % av slutvärdet på 3 minuter som svar på en stegförändring på ± 100 mHz från 50,0 Hz i systemfrekvensen.
- Deaktiveringsbeteendet för FCR-N ska uppfylla samma krav som anges för aktiveringsbeteendet i punkterna ovan.
- Delvis aktivering och deaktivering vid frekvensavvikelser som är mindre än ± 100 mHz ska ha samma dynamiska beteende som full aktivering enligt punkterna ovan.
- Eftersom systemfrekvensen kontinuerligt varierar måste FCR-N ha en dynamisk respons som bidrar till att hålla frekvensen inom det standardiserade frekvensområdet. För detta syfte ska FCR-N kontinuerligt kunna följa alla frekvensvariationer.

[16] I enlighet med artikel 154.6 i SO

- De dynamiska egenskaperna hos FCR-N ska vara sådana att FCR-N bidrar till stabilisering och dämpning av systemets frekvensoscillationer.
- Ytterligare krav återfinns i de Nordiska tekniska kraven.

4.2.2 Dynamisk FCR-D upp

Följande tekniska krav gäller för Dynamisk FCR-D upp:

- Dynamisk FCR-D upp aktiveras i intervallet 49,9 Hz till 49,5 Hz. Aktiveringen inom intervallet 49,9 till 49,5 Hz ska vara proportionell mot frekvensavvikelsen. Vid en frekvens på 49,9 Hz ska 0 % av kapaciteten för dynamisk FCR-D upp aktiveras, och vid frekvenser lika med eller under 49,5 Hz ska 100 % av kapaciteten för dynamisk FCR-D upp aktiveras.
- I samband med en ändring av frekvensen från 49,9 Hz till 49,0 Hz med en derivata om -0,24 Hz/s, ska dynamisk FCR-D upp ställas in och verifieras för att reglera uppåt enligt följande:
  - $|\Delta P_{7,5s}| \geq 0{,}86 \cdot |\Delta P_{ss}|$
  - $|E_{7.5s}| \geq 3.2s \cdot |\Delta P_{ss}|$

    I ekvationerna ovan,

    $\Delta P_{7,5s}$ (MW) är den aktiverade effekten 7,5 sekunder efter starten av en frekvensändring

    ΔP_{ss} (MW) är steady-state-aktivering av dynamisk FCR-D upp vid en frekvensavvikelse på -500 mHz

    $E_{7.5s}$ (MWs) är den aktiverade nettoenergin under de första 7,5 sekunderna av en frekvensändring.
- Responsen hos Dynamisk FCR-D upp ska kunna följa variationer i systemets frekvens genom aktivering och deaktivering. Den dynamiska responsen ska ge kontinuerlig frekvensreglering när frekvensen ligger under 49,9 Hz.
- För alla frekvensavvikelser under 49,9 Hz ska responsen hos Dynamisk FCR-D upp ha samma dynamiska beteende som för aktivering och deaktivering.
- De dynamiska egenskaperna för responsen hos Dynamisk FCR-D upp ska vara sådana att Dynamisk FCR-D upp bidrar till stabilisering och dämpning av systemets frekvensoscillationer.
- Ytterligare krav återfinns i de Nordiska tekniska kraven.

4.2.3 Statisk FCR-D upp

Följande tekniska krav gäller för Statisk FCR-D upp:

- Statisk FCR-D upp aktiveras i intervallet 49,9 Hz till 49,5 Hz. Aktiveringen inom intervallet 49,9 till 49,5 Hz ska vara proportionell mot

frekvensavvikelsen. Vid en frekvens på 49,9 Hz ska 0 % av kapaciteten för Statisk FCR-D upp aktiveras, och vid frekvenser lika med eller under 49,5 Hz ska 100 % av kapaciteten för Statisk FCR-D upp aktiveras.

- I samband med en ändring av frekvensen från 49,9 Hz till 49,0 Hz med en derivata om -0,24 Hz/s, ska Statisk FCR-D upp ställas in och verifieras för att reglera uppåt enligt följande:
  - $|\Delta P_{7,5s}| \geq 0{,}86 \cdot |\Delta P_{ss}|$
  - $|E_{7.5s}| \geq 3.2s \cdot |\Delta P_{ss}|$

  I ekvationerna ovan,

  $\Delta P_{7,5s}$ (MW) är den aktiverade effekten 7,5 sekunder efter starten av frekvensändringen

  ΔP_{ss} (MW) är steady-state-aktivering av Statisk FCR-D upp vid en frekvensavvikelse på -500 mHz

  $E_{7.5s}$ (MWs) är den aktiverade nettoenergin under de första 7,5 sekunderna av frekvensändringen.

  Fördröjning innan responsen inleds ska inte överstiga 2,5 sekunder.
- För alla frekvensavvikelser under 49,9 Hz ska responsen hos Statisk FCR-D upp ha samma dynamiska beteende som för full aktivering och deaktivering.
- De dynamiska egenskaperna för responsen hos Statisk FCR-D upp ska vara sådana att Statisk FCR-D inte har negativ påverkan på stabilisering och dämpning av systemets frekvensoscillationer.
- Ytterligare krav återfinns i de Nordiska tekniska kraven.

4.2.4 Dynamisk FCR-D ned

Följande tekniska krav gäller för Dynamisk FCR-D ned:

- Dynamisk FCR-D ned aktiveras i intervallet 50,1 Hz till 50,5 Hz. Aktiveringen inom intervallet 50,1 till 50,5 Hz ska vara proportionell mot frekvensavvikelsen. Vid en frekvens på 50,1 Hz ska 0 % av kapaciteten för Dynamisk FCR-D ned aktiveras, och vid frekvenser lika med eller över 50,5 Hz ska 100 % av kapaciteten för Dynamisk FCR-D ned aktiveras.
- I samband med en ändring av frekvensen från 50,1 Hz till 51,0 Hz med en derivata om 0,24 Hz/s, ska Dynamisk FCR-D ned ställas in och verifieras för att reglera uppåt enligt följande:
  - $|\Delta P_{7,5s}| \geq 0{,}86 \cdot |\Delta P_{ss}|$
  - $|E_{7.5s}| \geq 3.2s \cdot |\Delta P_{ss}|$

  I ekvationerna ovan,

$\Delta P_{7,5s}$ (MW) är den aktiverade effekten 7,5 sekunder efter starten av frekvensändringen

ΔP_{ss} (MW) är steady-state-aktivering av Dynamisk FCR-D ned vid en frekvensavvikelse på +500 mHz

$E_{7.5s}$ (MWs) är den aktiverade nettoenergin under de första 7,5 sekunderna av frekvensändringen.

- Responsen hos Dynamisk FCR-D ned ska kunna följa variationer i systemets frekvens genom aktivering och deaktivering. Den dynamiska responsen ska ge kontinuerlig frekvensreglering när frekvensen ligger över 50,1 Hz.
- För alla frekvensavvikelser över 50,1 Hz ska responsen hos Dynamisk FCR-D ned ha samma dynamiska beteende som för aktivering och deaktivering.
- De dynamiska egenskaperna för responsen hos Dynamisk FCR-D ned ska vara sådana att Dynamisk FCR-D bidrar till stabilisering och dämpning av systemets frekvensoscillationer.
- Ytterligare krav återfinns i de Nordiska tekniska kraven.

4.2.5 Statisk FCR-D ned

Följande tekniska krav gäller för Statisk FCR-D ned:

- Statisk FCR-D ned aktiveras i intervallet 50,1 Hz till 50,5 Hz. Aktiveringen inom intervallet 50,1 till 50,5 Hz ska vara proportionell mot frekvensavvikelsen. Vid en frekvens på 50,1 Hz ska 0 % av kapaciteten för Statisk FCR-D ned aktiveras, och vid frekvenser lika med eller över 50,5 Hz ska 100 % av kapaciteten för Statisk FCR-D ned aktiveras.
- I samband med en ändring av frekvensen från 50,1 Hz till 51,0 Hz med en derivata om 0,24 Hz/s, ska Statisk FCR-D ned ställas in och verifieras för att reglera uppåt enligt följande:
  - $|\Delta P_{7,5s}| \geq 0{,}86 \cdot |\Delta P_{ss}|$
  - $|E_{7.5s}| \geq 3.2s \cdot |\Delta P_{ss}|$

  I ekvationerna ovan,

  $\Delta P_{7,5s}$ (MW) är den aktiverade effekten 7,5 sekunder efter starten av frekvensändringen

  ΔP_{ss} (MW) är steady-state-aktivering av Statisk FCR-D ned vid en frekvensavvikelse på +500 mHz

  $E_{7.5s}$ (MWs) är den aktiverade nettoenergin under de första 7,5 sekunderna av frekvensändringen.

  Fördröjning innan responsen inleds ska inte överstiga 2,5 sekunder.

- För alla frekvensavvikelser över 50,1 Hz ska responsen hos Statisk FCR-D ned ha samma dynamiska beteende som för full aktivering och deaktivering.
- De dynamiska egenskaperna för responsen hos Statisk FCR-D ned ska vara sådan att Statisk FCR-D ned inte har negativ påverkan på stabilisering och dämpning av systemets frekvensoscillationer.
- Ytterligare krav återfinns i de Nordiska tekniska kraven.

4.3 Uthållighet

- Enheter och grupper som tillhandahåller FCR med uthållighet för full aktivering mindre än två timmar definieras som enheter och grupper med begränsad energireserv (LER).
- En enhet eller grupp med en energireserv som begränsar dess förmåga att tillhandahålla FCR ska aktivera FCR så länge som frekvensavvikelsen kvarstår, såvida inte dess energireserv är uttömd i antingen positiv eller negativ riktning.
- Leverans av FCR-N från enheter eller grupper med begränsade energireserv (LER) ska vara kontinuerligt tillgänglig under hela den avtalade leveransperioden. Total minsta uthållighet vid full aktivering av FCR-N är således 60 minuter.
- Leverans av FCR-D från enheter eller grupper med begränsad energireserv (LER) ska vara kontinuerligt tillgängliga i normaldrifttillstånd. Från och med utlösning av skärpt drifttillstånd och under det skärpta drifttillståndet ska FCR-D kunna fullt ut aktiveras kontinuerligt under minst 15 minuter[17] eller, om frekvensavvikelserna är mindre än en frekvensavvikelse som kräver en fullständig aktivering av FCR, under en tidsperiod med motsvarande längd. Total minsta uthållighet vid full aktivering av FCR-D är således 20 minuter.
- Enheter eller grupper som tillhandahåller FCR-D med delvis eller helt uttömd energireserv ska återställa full nominell kapacitet inom 120 minuter efter den tillåtna starten av återhämtningen. Återhämtningsprocessen ska initieras och slutföras så snart som möjligt.
- I händelse av en ny störning under återhämtningsprocessen ska en enhet eller grupp som tillhandahåller FCR kunna stoppa återhämtningen och starta aktiveringen av reserven på nytt med tillgänglig energi.
- För FCR-D krävs att enheter och grupper med begränsningar i energireserv (LER) reserverar extra kapacitet motsvarande 20 % av budad kapacitet i motsatt riktning.

[17] I enlighet med artikel 156.10 i SO

- För FCR-N krävs att enheter och grupper med begränsningar i energireserv (LER) reserverar extra kapacitet motsvarande 34 % av budad kapacitet i respektive riktning.
- Enheter och grupper som tillhandahåller FCR med begränsad energireserv (LER) måste implementera en funktion för energiåterhämtning i normaldrifttillstånd (NEM) för att begränsa risken för reservuttömning och en funktion för energihantering i skärpt drifttillstånd (AEM) för att begränsa konsekvenserna av en reservuttömning. Enheter och grupper med en energireserv där uthålligheten för full aktivering överstiger två timmar kan implementera samma energiåterhämtningsfunktioner, eller under förkvalificeringen föreslå andra lösningar med liknande effekt, som ska godkännas av Svenska kraftnät. Enheter och grupper klassificerade som LER som har en energireserv som inte återhämtas via kraftsystemet kan också föreslå en alternativ energiåterhämtningslösning med liknande effekt, som ska godkännas av Svenska kraftnät.
- Användning av funktioner för energiåterhämtning får inte negativt påverka förmågan att tillhandahålla FCR.
- Enheter och grupper som aktiverat funktionen för energihantering i skärpt drifttillstånd (AEM) räknas som otillgängliga i enlighet med avsnitt 3.3.
- Ytterligare krav återfinns i de Nordiska tekniska kraven.

4.4 Linjäritetskrav

4.4.1 Linjäritetskrav för Dynamisk FCR

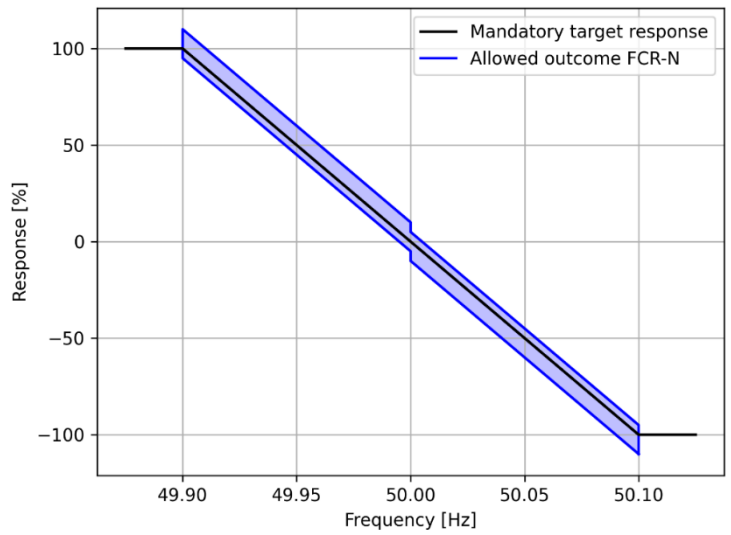
- För Dynamisk FCR gäller att responsen i händelse av en frekvensavvikelse är tillräckligt linjär, d.v.s. att responsen vid sinussvarstesterna är sinusformad och har samma periodtid som insignalen.
- För FCR-D har resurser som inte klarar att reglera linjärt finns möjlighet att förkvalificeras som Statisk FCR-D (se 4.4.2). För FCR-N krävs att resursen kan reglera linjärt.
- Ytterligare krav återfinns i de Nordiska tekniska kraven.

4.4.2 Linjäritetskrav för Stegvis reglering och Statisk FCR-D

Om dynamisk reglering inte är möjlig kan Svenska kraftnät vid förkvalificeringen godkänna att tillhandahållande av FCR sker genom stegvis reglering. Kraven i detta avsnitt gäller även för Statisk FCR-D. Utöver de krav som gäller för varje enhet och grupp som tillhandahåller FCR, så gäller följande krav vid stegvis reglering:

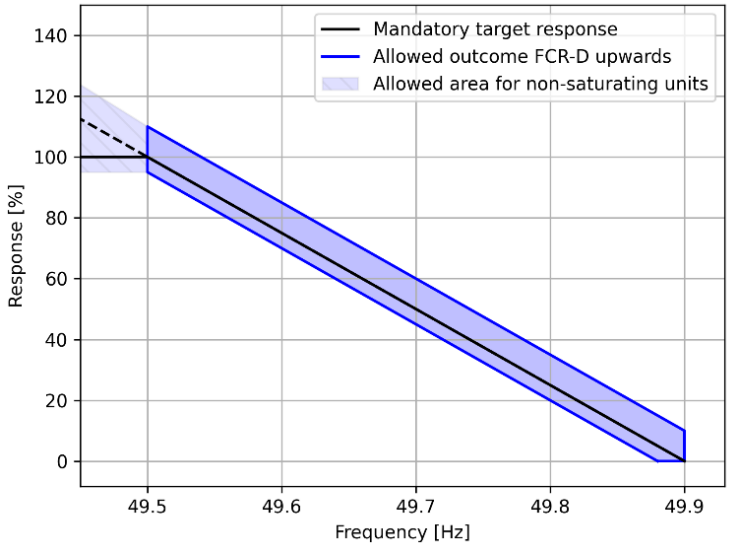
- Aktivering ska ske delvis linjärt mot den stationära frekvensavvikelsen.

Aktivering av stegvis FCR-N ska ske inom det blå området i Figur 1. Den svarta streckade linjen i figuren visar obligatorisk målrespons.



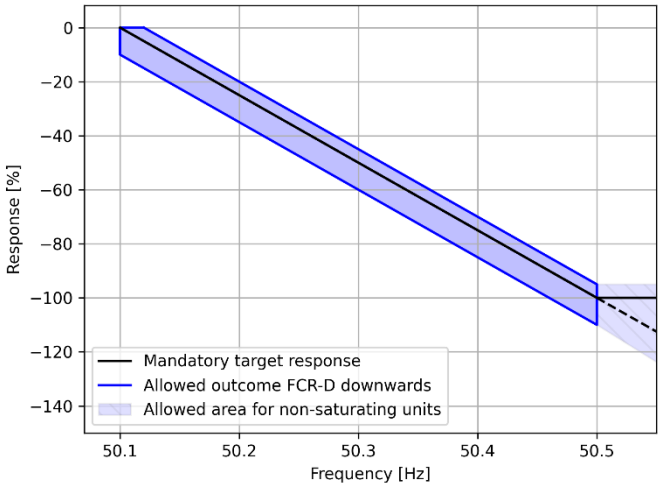
Figur 1. Delvis linjär aktivering av FCR-N, där ”Response” är andel aktiverad effekt av avropad kapacitet för FCR-N och ”Frequency” är frekvens.

Aktivering av stegvis FCR-D upp samt Statisk FCR-D upp ska ske inom det blå området i Figur 2. Den svarta streckade linjen visar obligatorisk målrespons.



Figur 2. Delvis linjär aktivering av FCR-D upp, där ”Response” är andel aktiverad effekt av avropad kapacitet för FCR-D upp och ”Frequency” är frekvens.

Aktivering av stegvis FCR-D ned samt Statisk FCR-D ned ska ske inom det blå området i Figur 3. Den svarta streckade linjen visar obligatorisk målrespons



Figur 3. Delvis linjär aktivering av FCR-D ned, där ”Response” är andel aktiverad effekt av avropad kapacitet för FCR-D ned och ”Frequency” är frekvens.

5 Krav på mätning

Kraven på mätning är fastställda enligt nedan. Kraven på mätnoggrannhet och upplösning gäller i första hand för mätutrustning som är kopplad till leveransen av FCR.

En leverantör av FCR ska säkerställa att aktiveringen av enheterna som tillhandahåller FCR och enheterna inom en grupp som tillhandahåller FCR kan övervakas. För detta ändamål ska enheter som levererar FCR förses med ett mätsystem som uppfyller nedanstående krav:

Tabell 1. Krav på mätnoggrannhet för aktiv effekt och frekvens

Storhet	Kategori	Märkeffekt	Noggrannhet
Aktiv effekt	A	P < 1,5 MW	± 5 %
	B	1,5 ≤ P < 10 MW	± 1 %
	C+D	≥ 10 MW	± 0,5 %[18]
Frekvens	-	-	± 10 mHz

Tabell 2. Krav på upplösning och samplingstid för loggning av aktiv effekt och frekvens

Storhet	Upplösning	Samplingstid under drift	Samplingstid under prov
Aktiv effekt	0,01 MW eller 0,025 %	1 s	0,1 s (FCR-D) 0,2 s (FCR-N)
Frekvens	5 mHz[19]	1 s	0,1 s (FCR-D) 0,2 s (FCR-N)

Mätningen sker i anslutningspunkten eller någon annan interaktionspunkt som överenskommits med Svenska kraftnät i samband med förkvalificeringen.

[18] Om anläggningen förkvalificerats för första gången innan utgången av 2023 så gäller ±1% till dess att mätutrustningen förnyas.

[19] Rekommenderat värde är 1 mHz.

6 Rapportering av data och information

6.1 Rapportering av data och information i samband med förkvalificering och uppföljning

Leverantör av FCR ska spara specifik data, separat per enhet eller grupp som levererar FCR, avseende

- Uppmätt nätfrekvens (Hz)
- Tidsmärkt status som anger om FCR är på eller av, per regulator
- Tidsmärkta data om aktiv effekt för att kontrollera aktiveringen av FCR
  - momentan aktiv effekt per enhet/grupp, (MW)
  - referensvärde för aktiv effekt per enhet/grupp[20] (MW)
  - aktuell maxeffekt per enhet/grupp (MW)
  - aktuell mineffekt per enhet/grupp (MW)
- Aktuell reglerstyrka[21], FCR-N per enhet/grupp (MW/Hz)
- Aktuell reglerstyrka[21], FCR-D upp per enhet/grupp (MW/Hz)
- Aktuell reglerstyrka[21], FCR-D ned per enhet/grupp (MW/Hz)
- Aktuell tillgänglig kapacitet[22], FCR-N per enhet/grupp (MW)
- Aktuell tillgänglig kapacitet[22], FCR-D upp per enhet/grupp (MW)
- Aktuell tillgänglig kapacitet[22], FCR-D ned per enhet/grupp (MW)
- Beräknad aktiverad effekt, FCR-N per enhet/grupp (MW)
- Beräknad aktiverad effekt, FCR-D upp per enhet/grupp (MW)
- Beräknad aktiverad effekt, FCR-D ned per enhet/grupp (MW)
- Reglermod för FCR-N[23]
- Reglermod för FCR-D upp[23]
- Reglermod för FCR-D ned[23]

Data gällande enheter eller grupper som har begränsad energireserv (LER):

- Kvarvarande uthållighet för FCR-N med begränsad energireserv (LER), per enhet/grupp (minuter vid fullaktivering)

[20] För respektive enhet och/eller grupp ska aktören tillhandahålla ett referensvärde för aktiv effekt. Referensvärdet ska motsvara den effekt som hade levererats om ingen aktivering av FCR och andra stödtjänster hade skett. Referensvärdet kan vara lika med plan för produktion/förbrukning om de momentana avvikelserna från planen under normal drift är obetydliga. Metod för referensvärde utvärderas under förkvalificeringen.

[21] Reglerstyrkan är antingen ett inställningsvärde eller ett beräknat värde. Beräknad reglerstyrka ska inte korrigeras med avseende på eventuella reduktionsfaktorer eller mättning.

[22] Den tillgängliga kapaciteten ska beräknas med hänsyn taget till eventuella reduktionsfaktorer och mättning.

[23] Regerlmod anger vilket parameterset som är aktiverat, om enheten/gruppen kan skifta mellan olika parameterset.

- Kvarvarande uthållighet för FCR-D upp med begränsad energireserv (LER), per enhet/grupp (minuter vid fullaktivering)
- Kvarvarande uthållighet för FCR-D ned med begränsad energireserv (LER), per enhet/grupp (minuter vid fullaktivering)
- Aktiverad energiåterställningseffekt för NEM för FCR-N, per enhet/grupp (MW)
- Aktiverad energiåterställningseffekt för NEM för FCR-D upp, per enhet/grupp (MW)
- Aktiverad energiåterställningseffekt för NEM för FCR-D ned, per enhet/grupp (MW)
- Aktiverad AEM för FCR-N, per enhet/grupp (till/från)
- Aktiverad AEM för FCR-D upp, per enhet/grupp (till/från)
- Aktiverad AEM för FCR-D ned, per enhet/grupp (till/från)

Data avseende momentan aktiv effekt, nätfrekvens, reglermod och beräknad aktiverad effekt ska sparas med minst den noggrannhet som specificeras i avsnitt 5 och en tidsupplösning om 1 sekund eller bättre. Referensvärdet för aktiv effekt från enheter och grupper vars referensvärde är varierande eller osäkert ska också sparas med en tidsupplösning om 1 sekund eller bättre. Övriga signaler ska sparas med en tidsupplösning om 10 sekunder eller bättre. Leverantör av FCR ska skicka sparad data till Svenska kraftnät vid begäran. Data får sparas på valfritt format men ska när den skickas till Svenska kraftnät följa av Svenska kraftnät specificerat dataformat med tidsupplösning 1 sekund. Data ska sparas i minst 3 månader och kunna tillhandahållas Svenska kraftnät inom 5 arbetsdagar efter begäran. Data ska sparas i 3 månader oavsett om enheten/gruppen varit avropad för leverans eller inte.

Ytterligare krav avseende rapportering av data och information i samband med förkvalificering och uppföljning anges i dokumentet ”Rapportering av FCR-data”. Aktuell version av dokumentet återfinns vid var tid på Svenska kraftnäts webbplats.

6.2 Rapportering av data och information under driftskedet

6.2.1 Rapportering från leverantör av FCR

Leverantör av FCR ska till Svenska kraftnäts driftsinformationssystem minst var 10:e sekund[24] rapportera:

- Tidsmärkt status[25] som anger om FCR är på eller av, per regulator

[24] I enlighet med artikel 154.10 i SO
[25] I enlighet med punkt a i artikel 154.8 i SO

- Tidsmärkta data om aktiv effekt[26] för att kontrollera tillgänglig kapacitet och aktiveringen av FCR
  - momentan aktiv effekt per enhet/grupp (MW)
  - referensvärde för aktiv effekt per enhet/grupp[27] (MW)
  - aktuell maxeffekt per enhet/grupp (MW)
  - aktuell mineffekt per enhet/grupp (MW)
- Total tillgänglig kapacitet FCR-N per elområde (MW), inklusive FCR-N med begränsad energireserv och centralstyrd FCR-N
- Tillgänglig kapacitet från FCR-N med begränsad energireserv (LER) per elområde (MW)
- Tillgänglig kapacitet från centralstyrd FCR-N per elområde (MW)
- Total tillgänglig kapacitet FCR-D upp per elområde (MW), inklusive FCR-D upp med begränsad energireserv, centralstyrd FCR-D upp och Statisk FCR-D upp
- Tillgänglig kapacitet från FCR-D upp med begränsad energireserv (LER) per elområde (MW)
- Tillgänglig kapacitet från Centralstyrd FCR-D upp per elområde (MW)
- Tillgänglig kapacitet från Statisk FCR-D upp per elområde (MW)
- Total tillgänglig kapacitet FCR-D ned per elområde (MW), inklusive FCR-D ned med begränsad energireserv, Centralstyrd FCR-D ned och Statisk FCR-D ned
- Tillgänglig kapacitet från FCR-D ned med begränsad energireserv (LER) per elområde (MW)
- Tillgänglig kapacitet från centralstyrd FCR-D ned per elområde (MW)
- Tillgänglig kapacitet från Statisk FCR-D ned per elområde (MW)
- Aktuell reglerstyrka[28], FCR-N per enhet/grupp (MW/Hz)
- Aktuell reglerstyrka[28], FCR-D upp per enhet/grupp (MW/Hz)
- Aktuell reglerstyrka[28], FCR-D ned per enhet/grupp (MW/Hz)
- Aktuell tillgänglig kapacitet[29], FCR-N per enhet/grupp (MW)

[26] I enlighet med punkt b i artikel 154.8 i SO

[27] För respektive enhet och/eller grupp ska aktören tillhandahålla ett referensvärde för aktiv effekt. Referensvärdet ska motsvara den effekt som hade levererats om ingen aktivering av FCR och andra stödtjänster hade skett. Referensvärdet kan vara lika med plan för produktion/förbrukning om de momentana avvikelserna från planen under normal drift är obetydliga. Metod för referensvärde utvärderas under förkvalificeringen.

[28] Reglerstyrkan är antingen ett inställningsvärde eller ett beräknat värde. Beräknad reglerstyrka ska inte korrigeras med avseende på eventuella reduktionsfaktorer eller mättning.

[29] Den tillgängliga kapaciteten ska beräknas med hänsyn taget till eventuella reduktionsfaktorer och mättning.

- Aktuell tillgänglig kapacitet[29], FCR-D upp per enhet/grupp (MW)
- Aktuell tillgänglig kapacitet[29], FCR-D ned per enhet/grupp (MW)

Data gällande enheter eller grupper som har begränsad energireserv (LER):

- Kvarvarande uthållighet för FCR-N med begränsad energireserv (LER), per enhet/grupp (minuter vid fullaktivering)
- Kvarvarande uthållighet för FCR-D upp med begränsad energireserv (LER), per enhet/grupp (minuter vid fullaktivering)
- Kvarvarande uthållighet för FCR-D ned med begränsad energireserv (LER), per enhet/grupp (minuter vid fullaktivering)
- Aktiverad energiåterställningseffekt för NEM (summa för alla produkter) (MW)
- Aktiverad AEM för FCR-N, per enhet/grupp (till/från)
- Aktiverad AEM för FCR-D upp, per enhet/grupp (till/från)
- Aktiverad AEM för FCR-D ned, per enhet/grupp (till/från)

Leverantören av FCR kan efter överenskommelse med Svenska kraftnät i samband med förkvalificeringen undanta signaler från datautbyte i realtid om dessa utgör konstanta värden som inte kommer att förändras under förkvalificeringens giltighetstid.

Varje leverantör av FCR har rätt att aggregera respektive data för mer än en enhet som tillhandahåller FCR om den maximala effekten från de aggregerade enheterna är lägre än 1,5 MW och det är möjligt att tydligt kontrollera aktiveringen av FCR.[30]

6.2.2 Beräkning av tillgänglig kapacitet

Beräkning av tillgänglig kapacitet görs enligt Ekvation 1 – 4. Om en mer precis metod för att beräkna tillgänglig kapacitet finns tillgänglig kan denna användas. I sådant fall ska beräkningsmetoden redogöras för och godkännas av Svenska kraftnät vid förkvalificeringen.

Ekvation 1: Beräkning av tillgänglig kapacitet för FCR-N_i:

$$FCR_N_i = max\big(min\big(0{,}1 \cdot K_{red,FCR-N} \cdot R_{i,FCR_N}; P_{max} - P_{ref} - C_{FRR+FFR}; P_{ref} - P_{min} - C_{FRR+FFR}\big); 0\big)$$

Ekvation 2: Beräkning av tillgänglig kapacitet för FCR-N_{total}:

$$FCR_N_{total} = \sum_{i=1}^{n} FCR_N_i$$

[30] I enlighet med artikel 154.9 i SO

Ekvation 3: Beräkning av tillgänglig kapacitet för FCR-D upp$_i$:

$$FCR_D\ upp_i = max\big(min\big(0{,}4 \cdot K_{red,FCR-Dupp} \cdot R_{i,FCR-D\ upp}; P_{max} - P_{ref} - C_{FRR+FFR} - 0{,}1 \cdot K_{red,FCR-N} \cdot R_{i,FCR_N}\big); 0\big)$$

Ekvation 4: Beräkning av tillgänglig kapacitet för FCR-D upp$_{total}$:

$$FCR_D\ upp_{total} = \sum_{i=1}^{n} FCR_D\ upp_i$$

Ekvation 5: Beräkning av tillgänglig kapacitet för FCR-D ned$_i$:

$$FCR_D\ ned_i = max\big(min\big(0{,}4 \cdot K_{red,FCR-D\ ned} \cdot R_{i,FCR-D\ ned}; P_{ref} - P_{min} - C_{FRR+FFR} - 0{,}1 \cdot K_{red,FCR-N} \cdot R_{i,FCR_N}\big); 0\big)$$

Ekvation 6: Beräkning av tillgänglig kapacitet för FCR-D ned$_{total}$:

$$FCR_D\ ned_{total} = \sum_{i=1}^{n} FCR_D\ ned_i$$

Där:

$R_{i,\ FCR\text{-}N}$ = Aktuell FCR-N reglerstyrka för enhet eller grupp i (MW/Hz)

$R_{i,\ FCR\text{-}D\ upp}$ = Aktuell FCR-D upp reglerstyrka för enhet eller grupp i (MW/Hz)

n = antalet enheter och grupper som tillhandahåller reserven

P_{ref} = Aktuell referenseffekt för enheten eller gruppen, det vill säga den effekt som skulle matats ut till nät om ingen frekvensreglering (FFR, FCR, FRR) varit aktiverad.

P_{max} = Aktuell maxeffekt för enheten eller gruppen. Produktion räknas som positiv och förbrukning som negativ effekt.

P_{min} = Aktuell mineffekt för enheten eller gruppen. Produktion räknas som positiv och förbrukning som negativ effekt.

$C_{FFR+FRR}$ = Kapacitet reserverad för andra reserver (FFR och FRR) i aktuell riktning.
$K_{red,FCR-N}$ = Reduktionsfaktor[31] FCR-N.

[31] Om steady state svaret inte uppfyller de tekniska kraven tillåts leverantören introducera en reduktionsfaktor för kapaciteten, K_{red}, på den teoretiska kapaciteten så att kraven uppfylls.

$K_{red,FCR-D\ upp}$ = Reduktionsfaktor[31] FCR-D upp.

$K_{red,FCR-D\ ned}$ = Reduktionsfaktor[31] FCR-D ned.

FCR_N_i= FCR_N för enhet eller grupp i

FCR_N_{total}= summan av FCR_N för enheter och grupper som tillhandahåller FCR-N

$FCR_D\ upp_i$= $FCR_D\ upp$ för enhet eller grupp i

$FCR_D\ upp_{total}$ = summan av $FCR_D\ upp$ för enheter och grupper som tillhandahåller FCR-D upp

$FCR_D\ ned_i$= $FCR_D\ ned$ för enhet eller grupp i

$FCR_D\ ned_{total}$ = summan av $FCR_D\ ned$ för enheter och grupper som tillhandahåller FCR-D ned

7 Åtgärder vid avvikelser

Avvikelserna är uppdelade i tre olika kategorier.

- Tabell 3 *Avvikelser i teknisk kravuppfyllnad*,
- Tabell 4 *Avvikelser i rapporterad data* och
- Tabell 5 *Övriga avvikelser*.

I tabell 3–5 listas exempel på olika typer av avvikelser som kan identifieras under en uppföljning samt efterföljande åtgärder. Åtgärden bedöms utifrån den faktiska avvikelsen som identifierats och vad Svenska kraftnät bedömer som lämplig åtgärd att vidta. Avvikelserna är klassificerade i olika nivåer utifrån hur allvarliga de anses vara på en skala från 1 till 3, där Nivå 3 är mest allvarlig.

För att klassificeras som Nivå 3, med de allvarligaste åtgärderna krävs det i regel att det skett upprepade avvikelser, alternativt att avvikelserna varit mycket stora eller skett med uppsåt. För att hantera upprepade avvikelser använder Svenska kraftnät sig av ett system med varningar.

Varningar kan delas ut antingen för en specifik förkvalificerad enhet eller grupp, alternativt på aktörsnivå. När ett flertal varningar erhållits kommer detta att resultera i en hårdare bedömning där åtgärder från Nivå 3 vanligtvis appliceras.

Bedömning av avvikelser för teknisk kravuppfyllnad

Tabell 3. Gradering av avvikelser kopplat till teknisk kravuppfyllnad. I tabellen presenteras slutgiltiga åtgärder. För Nivå 2 och Nivå 3 avvikelser så är suspendering en sannolik första åtgärd som sedan hävs i samband med att fel åtgärdas eller slutgiltig åtgärd tillämpas. Observera att tabellerna endast listar exempel på avvikelser och potentiella åtgärder.

Nivå 1 - Allvarlig	**Nivå 2 - Mer allvarlig**	**Nivå 3 - Mest allvarlig**
Förskjutning i frekvensmätning som endast påverkar loggningen och inte aktiveringen för enhet/grupp.	Ingen aktivering av stödtjänst påvisas för enhet/grupp, som är registrerad att leverera stödtjänst, eller leverans går ej urskilja från bakgrundsbrus och/eller bakomliggande variationer.	Leverantören har uppsåtligen levererat stödtjänst på ett sätt som är i strid med avtal.
Enheter/grupper med variabel produktion eller förbrukning: Otillåtna avvikelser mellan referenseffekt och faktisk uppmätt aktiv effekt.	Enheter/grupper med variabel produktion eller förbrukning: Stora otillåtna avvikelser mellan referenseffekt och faktisk uppmätt aktiv effekt.	Upprepade avvikelser av Nivå 1 och/eller 2.
Avvikelser i förväntad leverans från enhet/grupp, t.ex för långsam aktivering eller underleverans.	Stora avvikelser i förväntad leverans från enhet/grupp, t.ex. för långsam aktivering eller underleverans.	
Åtgärder (Nivå 1) En eller flera av nedan	**Åtgärder** (Nivå 2) En eller flera av nedan	**Åtgärder** (Nivå 3) En eller flera av nedan
Begäran om kompletterande data – ex. ny effektmätning eller frekvensmätning.	Begäran om kompletterande data – ex. ny effektmätning eller frekvensmätning.	Upphävning av förkvalificering – kan omfatta en eller flera förkvalificeringar.
Notering – som följs upp i nästa förkvalificering/ uppföljning.	Notering – som följs upp i nästa förkvalificering/ uppföljning.	Notering – som följs upp i nästa förkvalificering/ uppföljning.
Varning.	Varning.	

Bedömning av avvikelser i rapporterad data

Tabell 4. Gradering av avvikelser kopplat till rapportering av data enligt, ”Rapportering av aFRR-data” I tabellen presenteras slutgiltiga åtgärder. För Nivå 2 och Nivå 3 avvikelser så är suspendering en sannolik första åtgärd som sedan hävs i samband med att fel åtgärdas eller slutgiltig åtgärd tillämpas.. Observera att tabellerna endast listar exempel på avvikelser och potentiella åtgärder.

Nivå 1 - Allvarlig	**Nivå 2 - Mer allvarlig**	**Nivå 3 - Mest allvarlig**
Leverantör inkommer ej med efterfrågad data inom 5 arbetsdagar (enligt avsnitt 6.1).	Leverantör inkommer med delar av efterfrågad data ex. missar att skicka in data för ett visst antal enheter/grupper.	Leverantör inkommer ej med efterfrågad data på specificerat format (enligt avsnitt 6.1) efter påminnelse. Vilket leder till att uppföljning inte kan genomföras.
Inskickad data är inte uppdelad per förkvalificerad enhet/grupp.	Leverantör inkommer med data som har för låg upplösning, följer inte tekniska kraven, vilket gör data svår att utvärdera.	Upprepade avvikelser av Nivå 1 och/eller 2.
Inkorrekt namngivning av enhet/grupp. Samma namn på enhet/grupp som vid förkvalificering används ej.	Saknas enstaka dataset som ej är avgörande för hela utvärderingen. Ex. frekvenssignal [GridFreq].	Leverantören har levererat oriktig data ex. genererad och/eller manipulerad data.
Åtgärder (Nivå 1) En eller flera av nedan	**Åtgärder** (Nivå 2) En eller flera av nedan	**Åtgärder** (Nivå 3) En eller flera av nedan
Påminnelse – mail till leverantör.	Påminnelse – mail till leverantör.	Upphävning av förkvalificering – kan omfatta en eller flera förkvalificeringar.
Notering – som följs upp i nästa förkvalificering/uppföljning.	Notering – som följs upp i nästa förkvalificering/uppföljning.	Notering – som följs upp i nästa förkvalificering/uppföljning.
Varning.	Varning.	

Bedömning av övriga avvikelser

Tabell 5. Gradering av övriga avvikelser. I tabellen presenteras slutgiltiga åtgärder. För Nivå 2 och Nivå 3 avvikelser så är suspendering en sannolik första åtgärd som sedan hävs i samband med att fel åtgärdas eller slutgiltig åtgärd tillämpas. Observera att tabellerna endast listar exempel på avvikelser och potentiella åtgärder.

Nivå 1 - Allvarlig	**Nivå 2 - Mer allvarlig**	**Nivå 3 - Mest allvarlig**
Leverantör inkommer inte med efterfrågad komplettering inom utsatt tid ex. kompletterande data och/eller svar på ställda frågor.	Stödtjänstleverans sker från ej förkvalificerad enhet/grupp.	Upprepade avvikelser av Nivå 1 och/eller 2.
Den totala rapporterade kapaciteten per budområde levererad från förkvalificerade enheter, understiger vad leverantören har sålt på stödtjänstmarknaden.	Leverantör inkommer inte med efterfrågad komplettering efter 1 påminnelse.	
	Underleverans av stödtjänst på portföljnivå, jämfört vad som upphandlats från leverantör av stödtjänster.	
Åtgärder (Nivå 1) En eller flera av nedan	**Åtgärder** (Nivå 2) En eller flera av nedan	**Åtgärder** (Nivå 3) En eller flera av nedan
Påminnelse – mail till leverantör.	Varning.	Upphävning av förkvalificering – kan omfatta en eller flera förkvalificeringar.
Varning.	Notering – som följs upp i nästa förkvalificering/uppföljning.	Notering – som följs upp i nästa förkvalificering/uppföljning.
Notering – som följs upp i nästa förkvalificering/uppföljning.		

8 Övergångsregler

8.1 Övergångsregler för enheter/grupper förkvalificerade innan 2023-09-01

Enheter och grupper vars senaste förkvalificering genomfördes innan den 1 september 2023 omfattas av villkoren i Appendix A istället för avsnitt 4, om det inte i förkvalificeringen angavs att villkoren i avsnitt 4 skulle tillämpas.

När förkvalificeringen förnyas ska istället villkoren i avsnitt 4 tillämpas.

Stegvist reglerad FCR-D i enlighet med Appendix A klassificeras som Statisk FCR-D i enlighet med avsnitt 4.2.

Övergångsreglerna i detta avsnitt upphör att gälla vid utgången av 2 april 2028. Efter detta datum måste förkvalificeringar som är giltiga baserat på dessa övergångsregler förnyas i enlighet med då gällande villkor för att fortsatt vara giltiga.

Appendix A - Tekniska krav och egenskaper för FCR förkvalificerad innan 2023-09-01

A.1 Allmänt

Följande tekniska krav gäller för enheter och grupper som levererar FCR:

- Miniminoggrannhet för frekvensmätning vid FCR-leverans är 10 mHz eller industristandard om den är bättre[32].
- Vid kontinuerlig reglering ska aktivering ske med en regulator vars slutvärde är linjärt mot frekvensavvikelsen.

A.1.1 FCR-N

Följande tekniska krav gäller för FCR-N:

- Aktivering av FCR-N ska ske vid frekvensavvikelser från 50,00 Hz inom intervallet 49,90 Hz till 50,10 Hz.
- Frekvensavvikelse för full aktivering av FCR-N är ±100 mHz.
- FCR-N ska vid en stegvis förändring av frekvensen vara aktiverad till 63 % inom 60 sekunder och 100 % inom 3 minuter.

A.1.2 FCR-D upp

Följande tekniska krav gäller för FCR-D upp:

- Aktivering av FCR-D upp för uppreglering ska ske vid frekvens understigande 49,90 Hz.
- Frekvensavvikelse för full aktivering av FCR-D upp är -500 mHz.
- Vid en stegvis förändring av frekvensen från 49,90 Hz till 49,50 Hz ska FCR-D upp vara aktiverad till 50 % inom 5 sekunder och till 100 % inom 30 sekunder.

A.1.3 FCR-D ned

Följande tekniska krav gäller för FCR-D ned:

- Aktivering av FCR-D ned för nedreglering ska ske vid frekvens överstigande 50,10 Hz.
- Frekvensavvikelse för full aktivering av FCR-D ned är +500 mHz.
- Vid en stegvis förändring av frekvensen från 50,10 Hz till 50,50 Hz ska FCR-D ned vara aktiverad till 50 % inom 5 sekunder och till 100 % inom 30 sekunder.

[32] I enlighet med artikel 154.1 i SO

A.1.4 Uthållighet

- En enhet eller grupp som tillhandahåller FCR med en energireserv som inte begränsar dess förmåga att tillhandahålla FCR ska aktivera FCR så länge som frekvensavvikelsen kvarstår[33].
- En enhet eller grupp som tillhandahåller FCR med en energireserv som begränsar dess förmåga att tillhandahålla FCR ska aktivera FCR så länge som frekvensavvikelsen kvarstår, såvida inte energireserven uttöms i antingen positiv eller negativ riktning[34].
- Leverantör av FCR ska säkerställa att FCR från egna enheter eller grupper som tillhandahåller FCR med begränsade energireserver är kontinuerligt tillgängliga under normaldrifttillstånd[35]. För FCR-N innebär det att uthålligheten för full aktivering ska vara lika lång som den avtalade leveransperioden. Tillräcklig tid ska lämnas mellan bud för att möjliggöra återhämtning från uttömd energireserv
- Från och med utlösning av skärpt drifttillstånd och under det skärpta drifttillståndet ska varje leverantör av FCR säkerställa att enheter eller grupper med begränsade energireserver, fullt ut kan aktivera FCR kontinuerligt under minst 15 minuter[36] eller, om frekvensavvikelserna är mindre än en frekvensavvikelse som kräver en fullständig aktivering av FCR, under en tidsperiod med motsvarande längd.
- Leverantör av FCR som använder enheter eller en grupp med en energireserv som begränsar deras förmåga att tillhandahålla FCR ska säkerställa att energireserverna återhämtar sig så snart som möjligt, inom två timmar från det att det skärpta drifttillståndet upphört[37]

A.2 FCR genom stegvis reglering

Om linjär reglering inte är möjlig kan Svenska kraftnät vid förkvalificeringen godkänna att tillhandahållande av FCR sker genom stegvis reglering. Utöver de krav som gäller för varje enhet och grupp som tillhandahåller FCR, så gäller följande krav vid stegvis reglering:

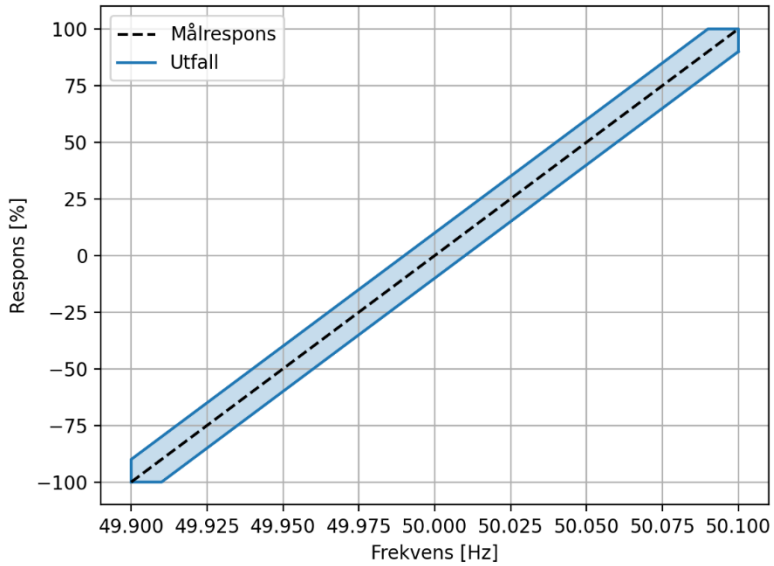
- Aktivering ska ske delvis linjärt mot den stationära frekvensavvikelsen.

För stegvis reglerad FCR-N gäller att:

Vid en frekvens på 50,00 Hz ska 0 – 10 % av avropad FCR-N vara aktiverad.

[33] I enlighet med artikel 156.7 i SO
[34] I enlighet med artikel 156.8 i SO
[35] I enlighet med artikel 156.9 i SO
[36] I enlighet med artikel 156.9 i SO. 15 minuter gäller fram till dess att den minsta aktiveringsperioden har fastställts i enlighet med punkt 10 i artikel 156 i SO.
[37] I enlighet med artikel 156.13 i SO

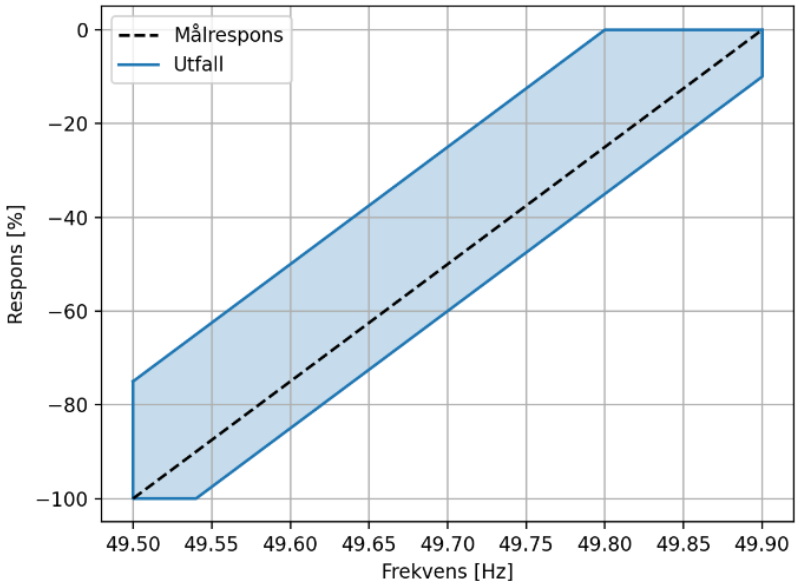
- Aktivering av FCR-N ska ske inom det blå området i Figur 3. Den svarta streckade linjen i figuren visar ett sätt att uppfylla kravet.



Figur 3. Delvis linjär aktivering av FCR-N, där Respons är andel aktiverad effekt av avropad FCR-N kapacitet.

För stegvis reglerad FCR-D upp gäller att:

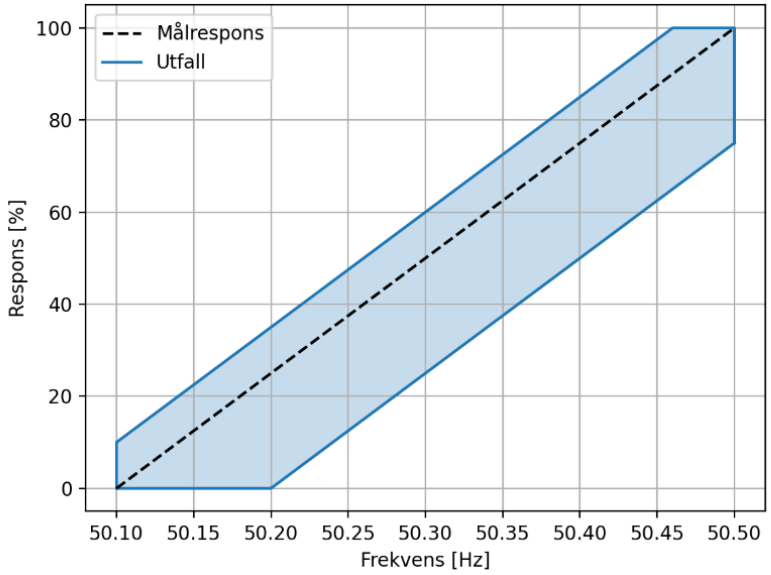
- Vid en frekvens på 49,90 Hz ska 0 – 10 % av avropad FCR-D upp vara aktiverad.
- Aktivering av FCR-D upp ska ske inom det blå området i Figur 4. Den svarta streckade linjen visar ett sätt att uppfylla kravet.



Figur 4. Delvis linjär aktivering av FCR-D upp, där Respons är andel aktiverad effekt av avropad kapacitet för FCR-D upp.

För stegvis reglerad FCR-D ned gäller att:

- Vid en frekvens på 50,10 Hz ska 0 – 10 % av avropad FCR-D ned vara aktiverad.
- Aktivering av FCR-D ned ska ske inom det blå området i Figur 5. Den svarta streckade linjen visar ett sätt att uppfylla kravet:



Figur 5. Delvis linjär aktivering av FCR-D ned, där Respons är andel aktiverad effekt av avropad kapacitet för FCR-D ned.