

Ansvärlg process/funktion Bygg elnät/AMO	Informationsklass Öppen
Författare Mikael Björk Eskil Agneholm	Godkänd av, datum Thomas Saubach, 2022-04-26
Dokumentägare Chef Strategy & Development (frn 2022-05-01)	Gäller från datum 2022-04-26

TI SV Krav produktionsreglering av vindkraftsanläggningar

Versionshistorik

Version	Kommentar	Granskad av	Godkänd av	Gäller från datum
1.0	Upprättad	Rickard Sundbaum		2014-03-13
2.0	Tillägg reaktiv reglering	Rickard Sundbaum	JG, AE	2016-04-14
3.0	Anpassning mot kraftparksmodul typ D	Rickard Sundbaum, Eskil Agneholm, Nils Rönnbäck, Klas Rhodiner, Anders Östlund, Robert Cavallin, Märten Lundqvist, Ulf Thomasson, Tomas Karlsson, Jimmy Mattsson, Niklas Eklund, Jan Olsson, Thomas Saubach, Nätkommittén	Thomas Saubach	2022-04-26

Innehåll

1. Omfattning	4
2. Giltighet och revision	4
3. Syfte 4	
4. Definitioner	4
4.1. NÄTÄGARE	4
4.2. BESTÄLLARE	4
4.3. KRAFTPARKSMODULER TYP D	4
4.4. ANSLUTNINGSPUNKT	5
4.5. MASKINDIREKTIVET	5
4.6. KLUSTER	5
4.7. DRIFTCENTRAL, DC	5
5. Översikt vindparkkontroll	5
6. Beskrivning av driftlägen	6
6.1. NORMAL DRIFT	6
6.2. "STÖRD"/BEGRÄNSAD DRIFT	7
6.3. PARALLELLDRIFT AV KLUSTER	7
6.4. NUS-STOPP	9
7. Parkövervakning av tredjepart	9
8. Reglering av aktiv effekt	10
8.1. INKOPPLING	10
8.2. FREKVENSSREGLERING	10
8.3. PRODUKTIONSBEGRÄNSNINGAR AKTIV EFFEKT	10
9. Reglering av reaktiv effekt	11
9.1. PQ-KURVA (NORMALDRIFT)	11
9.2. SPÄNNINGSREGLERING	12
9.3. Q-BÖRVÄRDESREGLERING	13
9.4. REGLERLÄGE FÖR EFFEKTFAKTOR	14
9.5. POWER SYSTEM STABILIZER (PSS)	14
10. Möjliga kombinationer för aktiv och reaktiv effekterreglering	14
11. Gränssnitt	14
11.1. STRÖM- OCH SPÄNNINGSKRETSAR FÖR REGLERING OCH ELKVALITE	
15	
11.2. HÅRDVARA	15
11.3. PROTOKOLL	19

11.4. KOMMUNIKATIONSPARAMETRAR	19
11.5. SKALNING AV NORMALISERADE VÄRDEN	19
12. Signallista.....	19
12.1. DIGITALA SIGNALER FRÅN DC TILL VINDPARKKONTROLL (WPC)	20
12.2. DIGITALA SIGNALER FRÅN VINDPARKKONTROLL (WPC) TILL DC	21
12.3. ANALOGA SIGNALER FRÅN DC TILL VINDPARKKONTROLL (WPC)	22
12.4. ANALOGA SIGNALER FRÅN VINDPARKKONTROLL (WPC) TILL DC	22
13. Provning.....	24
13.1. SIGNALPROVNING	24
13.2. KALLPROVNING.....	24
13.3. FUNKTIONSPROVNING.....	25
14. Dokumentation.....	25
15. Bilagor.....	30

1. Omfattning

Detta dokument beskriver de funktioner som ska finnas för att styra vindparker (kraftparksmoduler typ D) som ansluts till Nätägarens nät. Dokumentet omfattar beskrivning av respektive funktion samt vilka parametrar som kan kontrolleras. I dokumentet finns även beskrivning av både hård- och mjukvara för att realisera funktionerna, exempel på signallista, hur systemet dokumenteras samt hur det ska provas.

Gränssnittet för ägande och utförande av kabelnät till ställverket ingår inte i dokumentet. Det är definierat i ”TI SV Tekniska krav, vid anslutning av landbaserade kraftparksmoduler typ D (vindkraft- och solcellsanläggningar) till 12/24/36 kV-nätet”.

2. Giltighet och revision

Instruktionen revideras enligt Nätkommitténs rutiner.

3. Syfte

För att följa gällande EU-förordning om fastställande av nätföreskrifter med krav för nätanslutning av generatorer (Rfg) samt Energimarknadsinspektionens (Ei) föreskrift EIFS 2018:2 ställer krav på vilken förmåga vindkraftsanläggningar ska ha gällande aktiv och reaktiv effekt samt hur dessa ska regleras.

Det kan förekomma tillfällen vid onormala driftlägen eller störd drift då överföringsförmågan på anslutande elnät, alternativt överliggande elnät, är begränsad, vilket medför att Nätägaren måste ha möjlighet att begränsa överföringen av aktiv effekt på nätet under erforderlig tid för att kunna säkerhetsställa en trygg elförsörjning.

Det kan förekomma tillfällen då Nätägaren måste ha möjlighet att reglera det reaktiva flödet i nätet under erforderlig tid, för att kunna säkerhetsställa en god spänningskvalitet samt en trygg elförsörjning.

4. Definitioner

För denna specifikation är följande definitioner tillämpliga:

4.1. Nätägare

Ellevio AB ("Nätägaren").

4.2. Beställare

Kunden ("Beställaren") är den som undertecknat anslutningsavtal med Nätägaren och bär det juridiska ansvaret för den anslutande elanläggningen.

4.3. Kraftparksmoduler typ D

De tekniska kraven enligt detta dokument omfattar kraftparksmoduler typ D (≥ 30 MW alternativt anslutna till spänning ≥ 110 kV).

4.4. Anslutningspunkt

Anslutningspunkt är den punkt där produktionsanläggningen är ansluten till Nätägarens nät. För vindkraftsparker finns oftast anslutningspunkten där producentens 33kV-ledning ansluter till Nätägarens ställverk alternativt där Nätägarens 33kV-ledning ansluter till producentens ställverk. I anslutningspunkten sker energimätning (produktion och konsumtion) samt mätning för reglering enligt Rfg av aktiv och reaktiv effekt.

4.5. Maskindirektivet

Ett vindkraftverk anses som en maskin med alla dess delar och då gäller maskindirektivet. Notera dock att vindkraftverkets ställverksutrymme är ett driftrum och går då under säkerhetsföreskrifterna.

Solceller räknas inte som maskin.

4.6. Kluster

Ett kluster utgörs av samtliga vindkraftverk anslutna till samma skena i Nätägarens ställverk.

4.7. Driftcentral, DC

Nätägarens Driftcentral.

5. Översikt vindparkkontroll

Alla vindparksanslutningar typ D skall inkludera en parkkontroll för styrning av vindparken. En vindpark kan anslutas till flera samlingsskenor, skilda från varandra. Turbiner anslutna till samma skena utgör då ett kluster av vindturbiner.

Nätägaren ska ha möjlighet att styra respektive kluster individuellt och oberoende av andra kluster. Det fysiska gränssnittet för parkkontrollen ska dock vara gemensamt för samtliga kluster som ska anslutas för en kund.

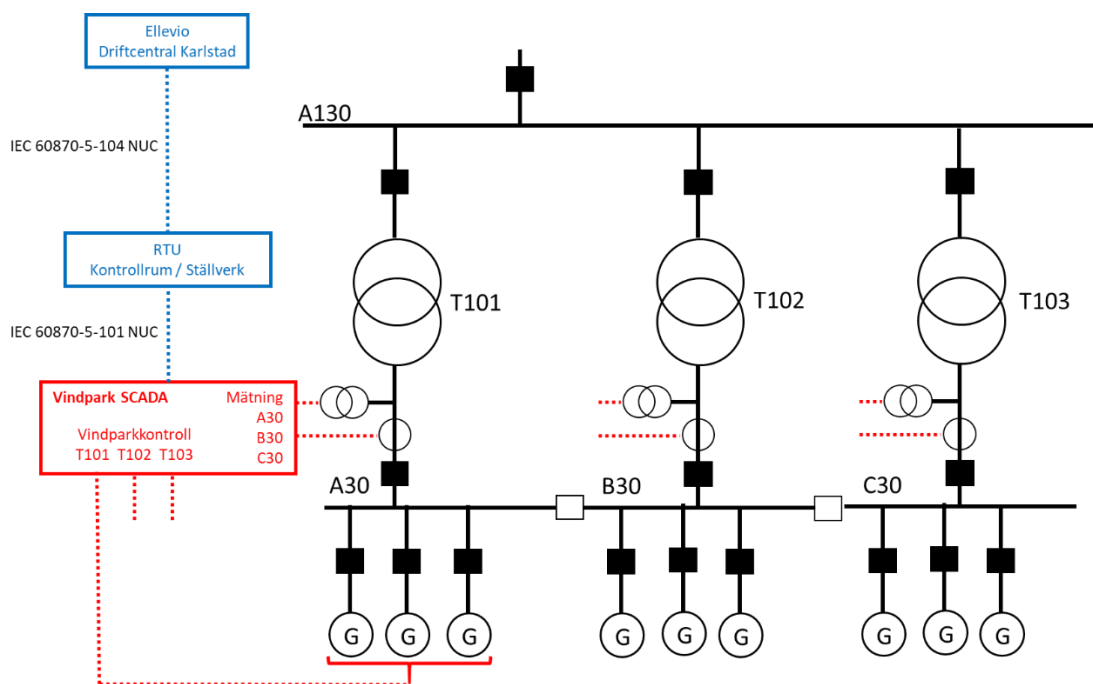
I figuren nedan visas ett översiktligt exempel på en vindparkanslutning till tre samlingsskenor. Anpassning mot antal samlingsskenor, krafttransformatorer och anslutna vindkraftverk görs i Anslutningsavtalet, men generellt för alla anslutningar gäller:

- En seriell anslutning mellan Driftcentral och RTU i kontrollrum/ställverk.
- En seriell anslutning mellan RTU och vindparkens SCADA/styrsystem.
- Ström och spänning för reglering av vindparker, mäts i transformatorfack (lågspänningssida).

- Vindparkens leverantör av SCADA-system bestämmer själv om det ska vara ett centralt system för kontroll av samtliga kluster, diversifierat system eller en kombination av de båda.

Driftcentral ska individuellt per kluster kunna:

- Styra aktiv- och reaktiv effekt, spänning och effektfaktor
- Ändra parametrar för (aktiv- och reaktiv effekt, spänning och effektfaktor)
- Stoppa och starta
- Snabbreglera effekten till en förutbestämd nivå
- Återställa efter felhantering
- Läsa bör- och är-värden för parkkontroll



Figur 1. Översikt vindparkkontroll

6. Beskrivning av driftlägen

6.1. Normal drift

Vid normalt driftläge är samtliga turbiner/kluster anslutna och sammankopplingsbrytare är från. Ingen begränsning i aktiv effekt och turbiner/kluster följer en förutbestämd kurva för reaktiv effekt, PQ-kurva.

Vid normal drift kan tillåten produktion (aktiv effekt) begränsas och reaktiv effekt styras från Driftcentralen.

6.2. "Störd"/begränsad drift

Vid förekommande tillfällen när produktionsbegränsning måste tillämpas skall det ske genom att:

- 1 Driftcentral skickar order (DM) att reglering av aktiv effekt ska vara i drift/ur drift.
Signal: Börvärde P T101
- 2 Vindkraftens SCADA svarar med bekräftelse (DI) att aktiv effektreglering är begärd i drift/ur drift.
Signal: Börvärde P T101
- 3 Vindkraftens SCADA svarar med bekräftelse (DI) att aktiv effektreglering är aktiverat.
Signal: P-reglering T101
- 4 Driftcentral skickar börvärde (takvärde) för aktiv effekt (AO).
Signal: Börvärde P T101
- 5 Vindkraftens SCADA svarar med maximalt tillåten aktiv effekt för regleringen (AI).
Signal: Börvärde P T101

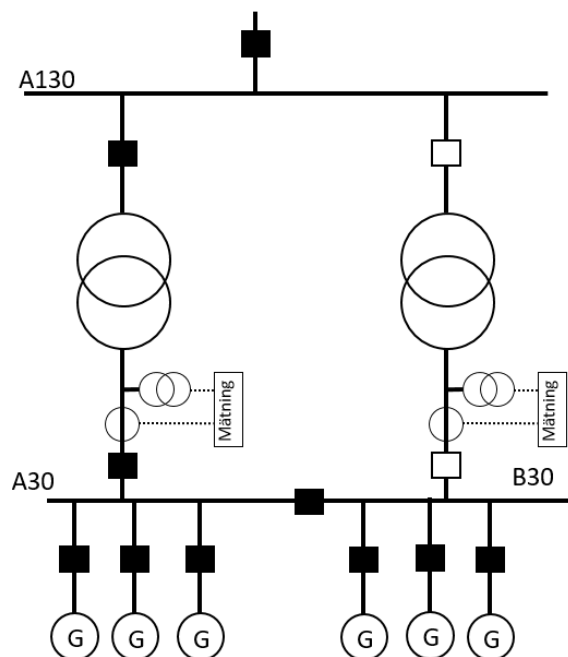
DM = dubbelmanöver, EM = enkelmanöver, DI = dubbelindikering, EI = enkelindikering, AO = analogt bör-värde, AI = analogt är-värde

Order och bekräftelse för styrning av reaktiv effekt sker på samma vis.

6.3. Paralleldrif av kluster

I händelse av fel eller service på en transformator, kan två eller fler kluster anslutnas till en transformator. Hur många skenor som kan anslutas till respektive transformator bestäms av kapacitet i nollpunktsreaktor samt vilken kortslutningseffekt som erhålls. Beräkningar görs i respektive projekt.

I det fall då en transformator matar flera skenor dvs då någon av transformatorerna tas ur drift och fränkopplas för underhåll, måste den aktiva effekten justeras ner så att den inte överstiger den kvarvarande transformatorns märkeffekt innan fränkoppling sker. Även reaktiv effekt ska beaktas. *Figur 2* visar exempel på detta driftläge.



Figur 2. Reservdrift, en transformator matar två skenor.

Eftersom mättransformatorer för klusterreglering är placerade i transformatorfacket, förloras mätvärden samtidigt som transformatorn frångkopplas. För reglering av kluster anslutna till en transformator finns två metoder som båda accepteras av Nätägaren.

Vid alternativ ett, läggs båda klustren samman till ett kluster, vilket då använder mätvärden från den transformator som är ansluten.

Ett annat alternativ är att det kluster som inte får mätvärden för reglering, regleras utan återföring (open loop). Vid denna reglering ska det kluster som får mätvärden kompensera för avvikelser i effekt, så att totalen blir korrekt.

Nedan beskrivs hur en styrning ändras från två kluster, anslutna till separata transformatorer, till styrning av två kluster anslutna till gemensam transformator.

1. Driftcentralen begränsar effekten (takvärde) för berörda kluster, så att total effekt är mindre än effekten för den transformator som ska vara i drift.
2. Vindparkkontroll begränsar produktion till takvärde från Driftcentral.
3. Driftcentral kopplar samman skenor genom att slå till sammankopplingsbrytare.
4. Driftcentral kopplar från transformator genom att slå från transformatorbrytare på sekundärsida.
5. Driftcentral kopplar om nollpunktutrustning så att båda reaktorerna samt endast ett nollpunktmotstånd mot transformatorn är i drift.
6. Vindparkkontroll ändrar så att PQ-kurva för parallelldrift av kluster används. Mätvärden för reglering tas från den transformator som är i drift

alternativt att en kombination av open och closed loopkontroll används. Gäller både aktiv och reaktiv effekt.

Återgång till normal drift görs genom att:

1. Driftcentralen driftsätter transformator, som varit i service, samt slår till transformatorbrytare på sekundärsidan.
2. Vindparkkontroll ändrar till individuell reglering för respektive kluster. Standard PQ-kurva. Mätvärden för reglering hämtas i respektive transformatorfack.
3. Driftcentral slår från sammankopplingsbrytare.
4. Driftcentral kopplar om nollpunktutrustning så att båda reaktorerna och nollpunktmotstånden är i drift.
5. Driftcentralen tar bort begränsning (ändrar takvärde) av effekten för berörda transformatorer.

6.4. NUS-stopp

För extra skydd mot ödrift av turbiner finns ett nollpunktspänningsskydd (NUS-skydd) i respektive utgående fack mot vindkraftverken. I händelse av utlöst reläskydd på grund av nollpunktspänning, skickar RTU i ställverket en stoppsignal, NUS-stopp till Vindparkkontrollen. Skydd på gemensam skena samlas till en signal.

Vindparkkontrollen ska vid NUS-stopp, stoppa alla turbiner anslutna till samlingssskenan. Automatisk återgång till drift av turbinerna får göras när spänningen varit tillbaka i 90 sekunder.

7. Parkövervakning av tredjepart

För de fall där Beställaren, eller operatör för vindparkövervakning, övervakar parkens turbiner och kabelnät, kan fler signaler än standard behöva utbytas. T.ex. brytarlägen i utgående/sammankopplingsfack. Exempel på signaler tillgängliga för parkövervakningen framgår av signallistan.

I det fall tredjepart skall kunna begränsa aktiv effekt eller stoppa kluster, skall signaler skickas till Nätägaren för information. Se exempel i signallista. I händelse av flera börvärden skall det lägsta vara gällande.

För seriell anslutning finns två alternativ. Standard innebär att Beställaren/parkövervakaren ansluter till vindparkens SCADA-system. Nödvändiga signaler för parkövervakningen skickas då via samma interface som alla andra signaler för parkstyrningen.

Det finns även möjlighet för tredjepart att ansluta till RTU i ställverket. I det senare alternativet kan endast indikeringar av brytarlägen delas.

8. Reglering av aktiv effekt

Vid normaldrift sker produktion av aktiv effekt utan begränsning såvida inte annat avtalats med Nätägaren.

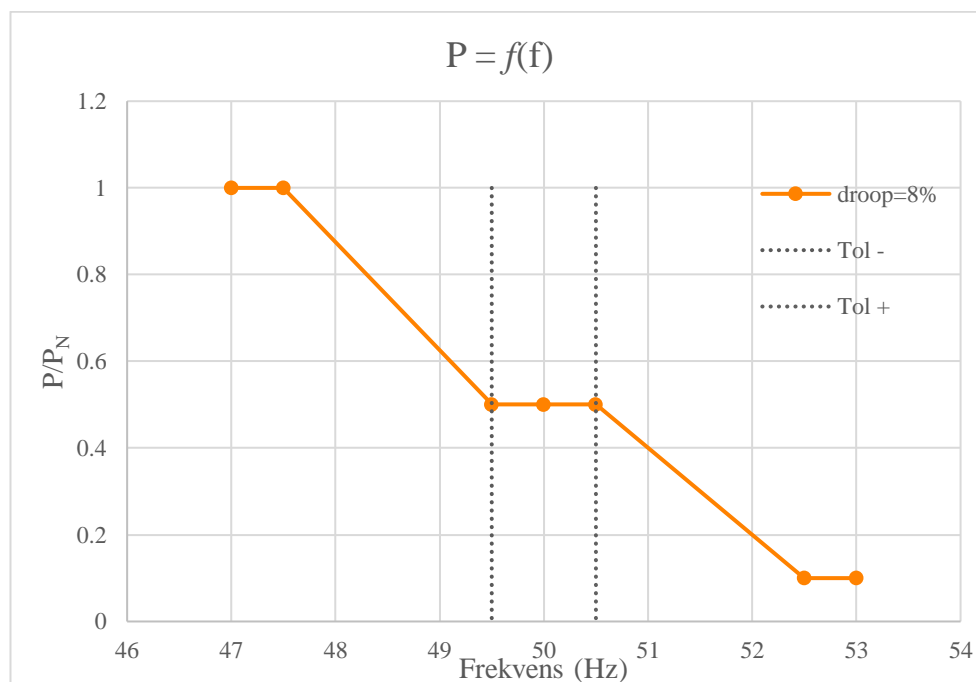
8.1. Inkoppling

Vid automatisk inkoppling till nätet så gäller EIFS 2018:2 Kap.3 § 9 oavsett storlek på kraftparksmodul.

8.2. Frekvensreglering

Vindkraftparker måste bidra till nätfrekvensstöd vid behov med $P = f(f)$, med definierande dödband och statikfaktor enligt EIFS 2018:2. Se nedan som exempel, *Figur 3.*

- LFSM-O (RfG 13.2 samt EIFS 2018:2 3 kap. 3–6 §§)
- LFSM-U (RfG 15.2c samt EIFS 2018:2 3 kap. 20–22 §§)



Figur 3. Beskrivning av frekvensreglering (LFSM-U och LFSM-O).

Möjlighet till reglering enligt FSM ska finnas men endast aktiveras om Svenska Kraftnät beordrar det.

- FSM (RfG 15.2d samt 3 kap. 23–29 §§)

8.3. Produktionsbegränsningar aktiv effekt

Nätägaren ska via fjärrkontroll från driftcentralen kunna produktionsreglera anslutna vindkraftsanläggningar vid behov.

Vid ett driftläge då överföringsförmågan är begränsad ska Nätägaren med en enkel manöver kunna stoppa produktionen helt, delvis, alternativt kunna sätta ett takvärde som begränsar produktionen.

För att Nätägarens driftcentral ska kunna produktionsreglera en vindkraftsanläggning måste Nätägarens driftcentral få tillgång till aktuell producerad effekt (ärvärde) samt aktuellt produktionsbegränsat värde (takvärde).

Produktionsreglering kan ske på tre sätt.

- Produktionsbegränsning.

Produktionsbegränsning till ett, av Nätägaren angivet, takvärde. Förändring ska påbörjas inom 10 s (EIFS 2018:2 Kap.3 §19)

De ovan nämnda aktuella takvärde och ärvärde ska även skickas till Nätägaren vid icke produktionsbegränsade tider.

Om flera aktörer har möjlighet att sätta takvärde för produktion så ska det lägsta takvärdet gälla.

- Snabbnedreglering.

Vid förekommande tillfällen när produktionsbegränsningen ej är tillräcklig ska Nätägaren via fjärrkontrollen kunna skicka en signal för Snabbnedreglering.

Produktionsanläggningen ska då regleras ned till under 20% av maximal effekt inom 45 sekunder. Hårdare krav kan i överenskommelse mellan Nätägaren och parkägaren användas för att undvika fränkoppling.

Produktionsanläggningen ska kvittera signalen för Snabbnedreglering genom att skicka en signal som bekräftar Snabbnedreglering mottaget - nedreglering pågår.

- Snabbstopp.

Vid förekommande tillfällen när produktionsbegränsning via nedreglering ej är tillräcklig ska Nätägaren via fjärrkontrollen kunna skicka en signal för Snabbstopp. Vindkraftsanläggningen ska då regleras ner så att den inte matar in effekt inom 30 sekunder.

9. Reglering av reaktiv effekt

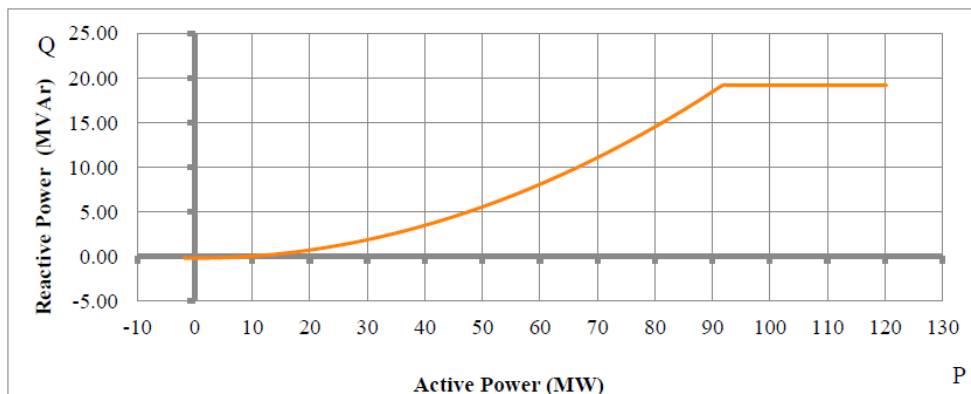
Vindkraftsanläggningen ska ha förmåga att minst kunna reglera reaktiv effekt enligt Rfg Artikel 21. 3. d samt EIFS 2018:2 om inte Nätägaren anger annat.

Kraven gäller i anslutningspunkten mot Nätägaren. Beställarens produktionsanläggning ska styras av mätstorheter (ström och spänning) som Nätägaren tillhandahåller.

Utöver detta så ska vindkraftsanläggningen även ha möjlighet att reglera efter en förbestämd $Q = f(P)$ kurva så kallad "PQ-kurva".

9.1. PQ-kurva (Normaldrift)

Vid normaldrift används PQ-kurva för reglering av reaktiv effekt. Kurvan är anpassad för varje specifik anslutning och reglering efter den medför att reaktivt nollutbyte erhålls i punkt längre upp i nätet. Nätägaren ansvarar för att ta fram en PQ-kurva för varje anslutning. Kurvan beskriver den reaktiva effekt Q som parken/klustret ska producera vid aktuella aktiv effekt P, se Figur 44.



Figur 4. Exempel på PQ-kurva.

Vid paralleldrift av kluster skall anpassad PQ-kurva användas. Byte mellan PQ-kurvor ska ske automatiskt beroende på vilken/vilka transformatorer som är anslutna.

9.2. Spänningsreglering

Enligt EIFS 2018:2 ska klustret automatisk övergå till spänningsreglering om spänningen i anslutningspunkten understiger relativt 0,95. Detta ska ske oberoende av vilken reglermod som är aktuell vid tillfället. Klustret ska ligga kvar i spänningsreglering även efter att spänningen överstiger relativt 0,95.

Efter en stegformig ändring av spänningen ska kraftparksmodulen kunna uppnå 90 procent av spänningen inom 1 s och den ska stanna vid angivet värde inom 5 s

Spänningsreglering kan även beordras från Nätägarens Driftcentral.

Återgång till reglering enligt PQ-kurva sker genom order från Nätägarens Driftcentral för både automatisk och beordrad spänningsreglering.

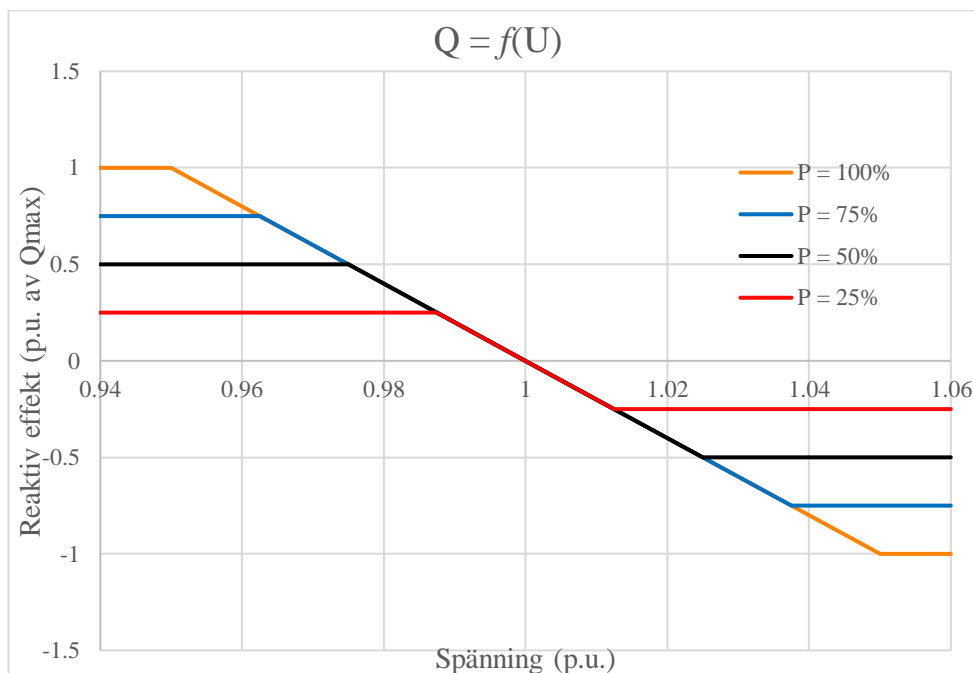
Spänningsreglering ska ske i anslutningspunkten om inte annat beslutas. Om spänningsregleringen sker på mellanspänning ska signal skickas från klustret för blockering av lindningskopplare då spänningsreglering blir aktiv.

Det förutsätts att spänningsreglering inte kommer att användas paralleldrift av transformatorer eller kluster.

Exempel på reglerstyrka vid spänningsreglering visas i Figur 5. Exempel på reglerstyrka vid spänningsreglering. Figur 55. I exemplet används slope = 5%

$$Slope = \frac{\frac{\Delta U}{U_n}}{\frac{\Delta Q}{Q_n}}$$

Där U_n är relativtal 1,0 för spänning och Q_n är maximal reaktiv förmåga hos parken vilket normalt är 1/3 av maximala kontinuerliga aktiva effekten.



Figur 5. Exempel på reglerstyrka vid spänningsreglering.

9.3. Q-börvärdesreglering

Övergång kan även ske till Q-börvärdesreglering om ett börvärde för reaktiv effekt sänds till klustret för att växla över från $Q = f(P)$ - läge till Q-börvärdesreglering.

Övergång till nytt Qvärde rampas med 0,4% av den maximala reaktiva förmågan per s.

Driftcentralen ska kunna reglera det reaktiva flödet hos anslutna vindkraftsanläggningar vid behov genom Q-börvärdesreglering. Reglering sker genom att ett börvärde sänds från Nätägarens DC.

För att driftcentralen ska kunna reglera det reaktiva flödet från vindkraftsanläggning måste driftcentralen få tillgång till aktuell reaktiv effekt (Q-ärvärde) samt aktuellt reglerat värde (Q-börvärde).

Reglering ska ske med noggrannhet ± 1 MVar eller ± 2 procent, det som ger lägst värde.

Övergång till det nya Q värdet rampas med 0,4% av den maximala reaktiva förmågan per s.

9.4. Reglerläge för effektfaktor

Förmågan till reglerläge för effektfaktor ska finnas men tillämpas ej.

9.5. Power System Stabilizer (PSS)

Svenska Kraftnät har tagit fram en metodik och bistår med nätmodell och instruktioner för simuleringar. Producenter ska genomföra simuleringar och påvisa resultat som redovisar dämpning för effektpendlingar med frekvenser mellan 0,25 - 1 Hz.

10. Möjliga kombinationer för aktiv och reaktiv effekthereglering

Styrning av aktiv och reaktiv effekt, enligt beskrivning ovan, skall kunna kombineras enligt nedan.

Aktiv effekt	Reaktiv effekt	Beskrivning
P	Q(P) (PQ-kurva)	Standard mod, aktiv effekt enligt vindtillgång.
P _{SetPoint}	PQ-kurva	Begränsning av aktiv effekt. Reaktiv effekt följer PQ-kurva.
P _{SetPoint}	Q _{SP}	Begränsning av aktiv effekt. Styrning av reaktiv effekt.
P _{SetPoint}	U _{SP}	Begränsning av aktiv effekt. Styrning av spänning.
P _{SetPoint}	PF _{SP}	Begränsning av aktiv effekt. Styrning av effektfaktor.

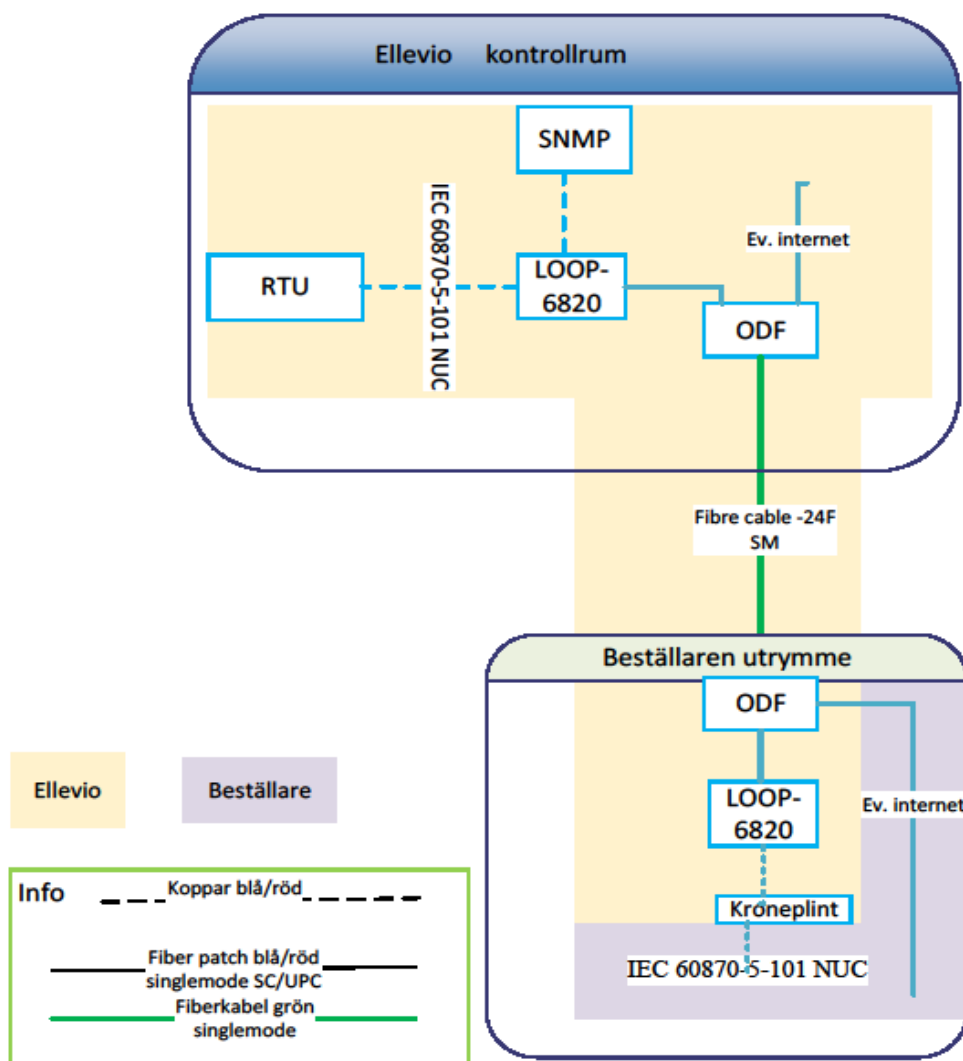
Om Driftcentral beordrar flera driftmoder för reaktiv effekt, t.ex. Qsp och Usp, ska order anses vara felaktig och återgång till PQ-kurva ska ske.

11. Gränssnitt

Gränssnitt för parkkontroll, mellan Nätägaren och Beställaren, är mellan Nätägarens RTU och vindkraftsanläggningens SCADA-system. Vindkraftens SCADA-system ska vara placerad i eller i direkt anslutning till Nätägarens kontrollrum/ställverk.

Vindpark
Drawing fibre
Communication

Alternativ vid max 100 m
mellan Ellevio kontrollrum
och beställare



Figur 7: Översikt hårdvara kommunikation

Fibertrunk förläggs mellan Nätägarens kontrollrum och Beställarens kontrollrum (i de fall där Beställarens utrymme är placerad i anslutning till Nätägarens utrymme) I de fall Beställarens utrymme överstiger ett avstånd om 100 meter, avlämnas fiberkabel i brunn (30m i sling) intill Nätägarens kontrollrum. Där kan Beställaren

ansluta sin fiberkabel. Beställaren ansvarar då för schakt från brunn till sin avsedda leveranspunkt

- Fiberkabel (24f) skall vara av typ singlemode G657, för inom/utomhusbruk.
- Kontakttyp SC/UPC, monterade i 19"ODF i båda ändar.

Nätägaren tillhandahåller mediakonverterare för att kunna lämna IEC 60870-5-101 NUC i Beställarens utrymme.

Matning till mediakonverter ska vara 24 VDC.

I Nätägarens kontrollrum samt Beställarens utrymme skall beredas plats för placering av:

- 1st ODF (normalt 19" montage och 2 HE), höjd 9 cm.
- DIN skena bred 19", höjd 300mm.
- Plats för mediakonverterare, DIN skena monterad utrustning mått (219x67,2x167 mm (HxWxD))
- Kroneplint DIN monterad.

Avlämning sker i kroneplint där IEC101 60870-5-101 NUC finns tillgänglig för Beställaren, gränssnitt som lämnas är RS485 half duplex. Trådning enligt nedan.

RS485 Port (RJ45) Half Duplex, WPC=Wind Park Control

Pin	Signal	Signal Direction	Colour in Connector (RJ45) Standard Patch Cable	Pin in Krone
1	Data Set Ready	From IP6820 to WPC	White/Orange	1a
2			Orange	2a
3	TxD-/RxD-	TX- from WPC to IP6820 RX- from IP6820 to WPC	White/Green	3a
4	Signal Ground	Ground	Blue	4a
5			White/Blue	5a
6	TxD+/RxD+	TX+ from WPC to IP6820 RX+ from IP6820 to WPC	Green	6a
7	Clear to Send	From IP6820 to WPC	White/Brown	7a
8	Request to Send	From WPC to IP6820	Brown	8a

Leverans, Montage, Installation, Drifttagning	Nätägarens stationsentreprenör	Nätägarens kommunikationsentreprenör	Beställaren	Specifikation
Schakt och läggning kanalisation, inkl. optobrunn	X			2X32 HDPE rör Ex. E 06 600 49, eller likvärd Brunns typ E 0660314 eller likvärdig, Tomrör tätas i ändar
Kanalisation i Nätägarens kontrollrum	X			
Kanalisation i Beställarens utrymme			X	
Fibertrunk Nätägarens kontrollrum / Beställarens utrymme.	X			24 fiber G657, SC/UPC, Kabel tätas i kanalisation typ E5060108 eller likvärdig
Skarvning alt. terminering av fiber	X			
LOOP 6820 i Nätägarens kontrollrum och Beställarens utrymme		X		
24 VDC matning till LOOP 6820 i Nätägarens kontrollrum	X			
24 VDC matning till LOOP 6820 i Beställarens utrymme			X	
Inkoppling mot RTU, samt uppkoppling av SNMP i Nätägarens anläggning		X		
Utplintning av Kroneplint i Beställarens utrymme		X		1 st kroneplint, RS485 halv duplex
Vid behov, koppla fiberpatch i de fall internetaccess är beställd, och som går via Nätägarens anläggning		X		Avser de teknikrum som Nätägaren ansvarar för, Beställaren ansvarar för sina delar utanför Nätägarens anläggningar.
Övervakning av kommunikation mellan Nätägarens kontrollrum och Beställarens utrymme.		X		

11.3. Protokoll

Det seriella protokollet IEC 60870-5-101 (version Norwegian User Convention) ska användas för kommunikation mellan Nätägarens RTU och vindkraftsanläggningens styrsystem.

11.4. Kommunikationsparametrar

Baud rate = 9600.

8 bits, 1 stop bit, no flow control and even parity.

LA size = 1 byte

CA size = 1 byte

IOA size = 2 byte

Cause of Transm. size = 1 byte

IEC type ident.:

Single indication = type 30 (Reply to GI = type 1)

Double indication = type 31 (Reply to GI = type 3)

Analog values "float" = type 13 (deadband 5% integrated)

Command (double) = type 46

Setpoint = type 48

Unbalanced mode

11.5. Skalning av normaliserade värden

Signaltyp 48 ska användas för normaliserade värden (bipolar)

Skalningsinformation:

Max (32 767):

Min (-32 767):

	Enhet	Std	Min	Max
Aktiv effekt, P	MW		0	X
Reaktiv effekt, Q	MVAr		-0,4 X	0,4 X
Spänning, U	kV	?	0,8 x Un	1,2 x Un
Effektfaktor, EF	cosPhi	?	-0,95	0,95
Spänningsändring, U lutning	%	4	2	8
Antal inkopplade vindkraftverk			0	Z
Vindriktning (Vindpark)	gr		0	360
Vindhastighet (Vindpark)	m/s		0	75
Utetemperatur (Vindpark)	gr C		-50	50

X, och Z anpassas till installerad effekt/parkens storlek.

12. Signallista

Nätägaren har en standardlista med signaler för ställverk. För anslutning av vindparker tillkommer signaler för vindparksreglering. Eftersom signaler mellan Nätägarens Driftcentral och vindparkens SCADA-system går via stationens RTU, finns två flikar i signallistans Excel-fil. En för signaler mellan Nätägarens DC och RTU samt en för signaler mellan RTU och vindparkens SCADA.

Adressering av signaler görs av Nätägarens stationsentreprenör (ansvarig för stations-RTU).

Följande signaler ska åtminstone finnas mellan stations-RTU och vindparkens SCADA. Om vindparken är uppdelad på flera kluster (skenor/transformatorer) ska signalerna finnas för respektive kluster. Vid flera skenor/transformatorer ska T101 och A30 kopieras för T102 och B30 osv.

I RTU skall finnas förregling mot inmatning av ogiltiga värden. För giltiga värden se 11.3 och 11.4.

12.1. Digitala signaler från DC till vindparkkontroll (WPC)

ASDU typ 46

Signalnamn	Kommentar
Aktivera P T101	DC aktiverar styrning av aktiv effekt.
Aktivera Q T101	DC aktiverar styrning av reaktiv effekt.
Aktivera U T101	DC aktiverar styrning av spänning.
Aktivera EF T101	DC aktiverar styrning av effektfaktor
Prod.begränsning 20 % Pn T101	DC begränsar maximal aktiv effekt till 20% av maximal effekt. Ska vara uppnått inom 60 sekunder.
Prod.stopp Ellevio T101	DC beordrar stopp av alla vindkraftverk anslutna till T101.
A30 NUS utlöst	Signal från reläskydd på gemensam skena (A30) samlas till en signal i RTU. Signal ska förlängas i 5 sekunder i RTU.
Justrera U lutning T101	DC aktiverar ändring av U lutning
Avaktivera U-reglering låg spänning T101	DC beordrar återgång från spänningsreglering. Förlängd puls-signal i RTU 500 ms (ASDU 45)
T101-30-S Closed	Information till annan part. Brytarläge transformatorfack.

AB30-S Closed	Information till annan part. Brytarläge sammankopplingsfack (vid flera skenor)
XXXX-S Closed	Information till annan part. Brytarläge utgående fack mot kluster.

12.2. Digitala signaler från vindparkkontroll (WPC) till DC

ASDU typ 31

Signalnamn	Kommentar
Bekräftad P T101	WPC bekräftar reglering av aktiv effekt enligt börvärde.
Bekräftad Q T101	WPC bekräftar reglering av reaktiv effekt enligt börvärde.
Bekräftad U T101	WPC bekräftar spänningsreglering enligt börvärde.
Bekräftad EF T101	WPC bekräftar reglering av effektfaktor enligt börvärde.
Bekräftad f-reglering T101	WPC bekräftar frekvensreglering enligt börvärde.
Prod.begränsning 20 % Pn T101	WPC bekräftar produktionsbegränsning till 20%
Prod.stopp Ellevio T101	WPC bekräftar stopp av produktion.
Prod.stopp NUS A30	WPC bekräftar att turbiner stoppat p.g.a. NUS.
Justerat U lutning T101	WPC bekräftar att U-lutning är justerat till börvärdet.
P-reglering T101	WPC är i P-reglering
Q-reglering T101	WPC är i Q-reglering
U-reglering Ellevio T101	WPC är i spänningsreglering, beordrad av DC. Lindningskopplare på transformator ska blockeras mot automatisk reglering.
EF-reglering T101	WPC är i EF-reglering
PQ-reglering aktiv	WPC har återgått till PQ-kontroll och är redo för spänningsreglering.

U-reglering låg spänning T101	WPC är i spänningsreglering p.g.a. låg spänning. Lindningskopplare på transformator ska blockeras mot automatisk reglering.
VP prod.begränsad av annan part T101	Signalen används för att visa att aktiv effekt är begränsad av annan part än DC.
VP redo för U-Reglering <U T101	WPC är redo för spänningsreglering. Bekräftelse på att WPC återgått till annan reglering än spänningsreglering.
T101-LK automatik blockerad	WPC är i spänningsreglering'. RTU har blockerat automatisk reglering av lindningskopplare. Signalen går endast från RTU till DC.

12.3. Analog signaler från DC till vindparkkontroll (WPC)

ASDU typ 48

Signalnamn	Kommentar	Enhet	Min	Max
Börvärde P T101	Värde för aktiv effekt som ska användas vid aktivering av begränsning.	MW	0	X
Börvärde Q T101	Värde för reaktiv effekt som ska användas vid aktivering av reaktiv kontroll.	MVA _r	-0,4 X	0,4 X
Börvärde U T101	Värde för spänning som ska användas vid aktivering spänningsreglering.	kV	0,8xUn	1,2xUn
Börvärde EF T101	Värde för effektfaktor som ska användas vid aktivering effektfaktorreglering.	cosPhi	-0,95	0,95
Börvärde U lutning T101	Värde för U lutning som ska användas vid spänningsreglering	%	2	8

X enligt skalning av normaliserade värden.

12.4. Analog signaler från vindparkkontroll (WPC) till DC

ASDU typ 13.

Signalnamn	Kommentar	Enhet	Min	Max
Kvittens Börvärde P T101	Bekräftat värde för aktiv effekt vid effektbegränsning beordrat av DC.	MW	0	X
Kvittens Börvärde Q T101	Bekräftat värde för reaktiv effekt vid reaktiv kontroll.	MVar	-0,4 X	0,4 X
Kvittens Börvärde U T101	Bekräftat värde för spänning vid spänningsreglering.	kV	0,8xUn	1,2xUn
Kvittens Börvärde EF T101	Bekräftat värde för effektfaktor vid effektfaktorreglering.	cosPhi	-0,95	0,95
Kvittens Börvärde U lutning T101	Bekräftat värde för U lutning vid spänningsreglering		2	8
Ärvärde P från annan part T101	Börvärde för effekt beordrad från annan part.	MW	0	X
Antal inkopplade vindkraftverk A30	Antal vindkraftverk som är anslutna och utan fel till klustret.		0	Z
Tillgänglig P T101	Beräknad, av WPC, tillgänglig aktiv effekt.	MW	0	X
Tillgänglig Q (ind) VP T101	Beräknad, av WPC, tillgänglig reaktiv effekt. Induktiv	MVar	-0,4 X	0
Tillgänglig Q (kap) VP T101	Beräknad, av WPC, tillgänglig reaktiv effekt. Kapacitiv	MVar	0	0,4 X
Aktuell P vindkraftverk T101	Av WPC uppmätt aktiv effekt	MW	0	X
Aktuell Q vindkraftverk T101	Av WPC uppmätt reaktiv effekt	MVar	-0,4 X	0,4 X
Ärvärde P VP-SCADA T101	Bekräftat värde för aktiv effekt vid effektbegränsning. Värdet är det lägsta beordrat av DC eller annan part.	MW	0	X
Vindriktning (Vindpark)	Medelvindriktning i vindpark	gr	0	360
Vindhastighet (Vindpark)	Medelvindhastighet i vindpark	m/s	0	75

Utetemperatur (Vindpark)	Utetemperatur i vindpark	gr C	-50	50
Vindriktning (station)	Medelvindriktning från stationsmätning	gr	0	360
Vindhastighet (station)	Medelvindhastighet från stationsmätning	m/s	0	75
Utetemperatur (station)	Utetemperatur från stationsmätning	gr C	-50	50

X, och Z enligt skalning av normaliserade värden.

13. Provning

Provningen är uppdelad i tre delar. Signal-, Kall- och Funktionsprov.

13.1. Signalprovning

I den första delen kontrolleras, att alla signaler från RTU till Nätägarens DC och vindkraftens SCADA-system fungerar (Punkt till Punkt-test). Om det finns signal-interface mot annan part, ska även dessa signaler provas.

Dessa tester kan utföras vid olika tillfällen.

I provningen ingår att säkerställa funktion till och från utrustning i ställverk t.ex. utlöst NUS-skydd och blockering av lindningskopplare på transformator.

Genomfört prov dokumenteras ("grönas") i signallistan.

13.2. Kallprovning

Vid kallprov, kontrolleras att kedjan är intakt mellan Nätägarens DC och vindkraftens SCADA alternativt annan part. Proven ska visa att funktioner i vindparkens styrning fungerar som tänkt.

Vid provningen kontrolleras att de gränser som finns för analoga börvärden fungerar, det vill säga att värden utanför området inte kan skickas eller tas emot av systemen.

Kallprov av styrningen får inte påverka turbiner i parken.

Prov av funktioner markerade *) ska inkludera:

- Aktivering av funktion från Nätägarens DC. t.ex. Aktivera P T101
- Bekräftelse av funktion är aktiverad i WPC t.ex. Bekräftad P T101
- Ändring av Börvärde för funktionen t.ex. Börvärde P T101
- Kvittens att WPC använder Börvärde t.ex. Kvittens Börvärde P T101
- Indikering att reglermoden används. t.ex. P-reglering T101

- Kontroll att värden utanför område (min/max), inte kan aktiveras.

Kallprov ska genomföras enligt Lista 1. Kallprovning (Signalprovning) Nätägarens SCADA till/från Vindkraft SCADA . Vid flera kluster ska proven utföras för respektive anslutning. Listan ska användas för dokumentation av genomförd provning

13.3. Funktionsprovning

Vid funktionsprov, kontrolleras att funktioner fungerar hela vägen ut till vindkraftverk. Proven ska visa att funktioner i vindparkens styrning fungerar vid produktion.

Det förutsätts att kallprovning av funktioner är genomförda och godkända.

Vid prov av funktioner markerade **) ska följande förutsättningar vara uppfyllda:

- Antal turbiner i produktion ska vara >70% av totalt antal turbiner
- - Produktion av aktiv effekt ska vara >70 % av totalt installerad effekt

Funktionsprov ska genomföras enligt Lista 2. Funktionsprovning Nätägarens SCADA till/från Vindkraft SCADA. Vid flera kluster ska proven utföras för respektive anslutning. Listan ska användas för dokumentation av genomförd provning

14. Dokumentation

Dokumentation gällande hårdvara för kommunikationen ska inkluderas i stationsdokumentation enligt gällande standard.

Dokumentation för genomförd provning sparas, tillsammans med skärmdumpar av specifika tester, i Ellevios System.

Lista 1. Kallprovning Nätägarens SCADA till/från Vindkraft SCADA

Test	Beskrivning	Notering
	Station: Skena/Transformator: Datum: Prov genomförda av:	
1.	Prod.begränsning 20 % Pn inkl. återgång till normaldrift inkl. Produktionsstopp från drift vid 20%.	
2.	Produktionsstopp inkl. återgång till normaldrift	
3.	NUS-stopp Utlöst reläskydd ska ge stopp av vindkraftverk Indikering: Prod.stopp NUS	
4.	Indikering av mod. PQ-reglering	
5.	Spänningsreglering pga låg spänning Indikering: U-Reglering <U Indikering: LK automatik blockerad Manöver: Avaktivera U-reglering låg spänning Indikering: Vp redo för U-Reglering <U	
6.	P-reglering *)	
7.	Q-reglering *)	
8.	U-reglering *) inkl. indikering av LK automatik blockerad	
9.	Justering U-lutning *)	
10.	EF-reglering *)	
11.	Styrning av aktiv effekt från annan part. VP prod.begränsad av annan part Ärvärde P annan part	
12.	Vindmätning vindpark Hastighet, Riktning och utetemperatur	

13.	Vindmätning station Hastighet, Riktning och utetemperatur	
14.	Övriga signaler från vindkontroll till Nätägarens DC Antal inkopplade vindkraftverk Tillgänglig P Tillgänglig Q (ind) VP Tillgänglig Q (kap) VP Aktuell P vindkraftverk Aktuell Q vindkraftverk Ärvärde P VP-SCADA	
15.	Parallelldrift av kluster Om funktion finns för sammankoppling av flera skenor till en transformator, ska denna provas. Säkerställ att vindkraftkontroll ändras till styrning av flera kluster med gemensam transformator. Observera att provningen inte kan göras mot vid driftsatt station.	

Lista 2. Funktionsprovning Nätägarens SCADA till/från Vindkraft SCADA		
Test	Beskrivning	Notering
	Station: Skena/Transformator: Datum: Prov genomföras av: Vindhastighet i vindpark: Produktion vid start av prov: Produktion vid slutfört prov: Antal turbiner i produktion:	
1.	Prod.begränsning 20 % Pn **) Notera: Tid för ändring av effekt till 20%. Visa nedstyrning och återgång med skärmdump. Kontrollera att Produktionsstopp kan beordras när vid produktionsbegränsning.	
2.	Produktionsstopp **) Notera: Tid för stopp Visa stopp och start (auto) med skärmdump.	
3.	NUS-stopp Utlöst reläskydd ska ge stopp av vindkraftverk Indikering: Prod.stopp NUS Säkerställ sekventiell återstart 90 sekunder efter spänning är tillbaka.	
4.	Spänningsreglering pga låg spänning Indikering: U-Reglering <U Indikering: LK automatik blockerad Manöver: Avaktivera U-reglering låg spänning Indikering: Vp redo för U-Reglering <U	
5.	P-reglering **)	
6.	Q-reglering **)	
7.	U-reglering inkl. indikering av LK automatik blockerad	
8.	Justering U-lutning	

9.	EF-reglering	
10.	Styrning av aktiv effekt från annan part. VP prod.begränsad av annan part Ärvärde P annan part	
11.	Övriga signaler från vindkontroll till Nätägarens DC Antal inkopplade vindkraftverk Tillgänglig P Tillgänglig Q (ind) VP Tillgänglig Q (kap) VP Aktuell P vindkraftverk Aktuell Q vindkraftverk Ärvärde P VP-SCADA	
12.	Paralleldrift av kluster Om funktion finns för sammankoppling av flera skenor till en transformator, ska denna provas. Observera att provningen kan begränsas av driftsatt station.	

15. Bilagor

Bilaga 1 – Exempel Signallista vindpark

Leverans, Montage, Installation,
Drifttagning

	Nätägarens stations-entreprenör	Nätägarens kommunikations-entreprenör	Beställaren	Specifikation
Schakt och läggning kanalisation, inkl. optobrunn	X			2X32 HDPE rör Ex. E 06 600 49, eller likvärd Brunns typ E 0660314 eller likvärdig, Tomrör tätas i ändar
Kanalisation i Nätägarens kontrollrum	X			
Kanalisation i Beställarens utrymme			X	
Fibertrunk Nätägarens kontrollrum / Beställarens utrymme.	X			24 fiber G657, SC/UPC, Kabel tätas i kanalisation typ E5060108 eller likvärdig
Skarvning alt. terminering av fiber	X			
LOOP 6820 i Nätägarens kontrollrum och Beställarens utrymme		X		
24 VDC matning till LOOP 6820 i Nätägarens kontrollrum	X			
24 VDC matning till LOOP 6820 i Beställarens utrymme			X	
Inkoppling mot RTU, samt uppkoppling av SNMP i Nätägarens anläggning		X		
Utplintning av Kroneplint i Beställarens utrymme		X		1 st kroneplint, RS485 halv duplex

Vid behov, koppla fiberpatch i de fall internetaccess är beställd, och som går via Nätägarens anläggning		X		Avser de teknikrum som Nätägaren ansvarar för, Beställaren ansvarar för sina delar utanför Nätägarens anläggningar.
Övervakning av kommunikation mellan Nätägarens kontrollrum och Beställarens utrymme.		X		