

Kravanmeldelse

Anmeldelse af ændringer af Tekniske krav

Indhold

Indledning og proces	3
Høring og inddragelse af aktører	3
Anvendelsesområde.....	4
Indstilling til godkendelse.....	5
Retsgrundlag	5
Kravændringer.....	7
Krav til detektering af \emptyset -drift.....	7
Krav til informationsudveksling for anlæg af type A og type B.....	8
Krav til reduktion af aktiv effekt for anlæg af type B, C og D.....	9
Krav til begrænser funktioner for aktiv effekt	10
Krav til beskyttelsesfunktion og -indstillinger for anlæg af type B, C og D	11
Krav til informationsudveksling for produktionsanlæg af type B, C og D	15
Krav til aktiv effekt regulering.....	18
Krav til spændingsbeskyttelsesfunktioner og -indstillinger	19
Krav til \emptyset -drift.....	20
Krav til registrering af fejlhændelser for type C og D anlæg	20
Krav til simuleringsmodeller for produktionsanlæg af type C og D	23
Krav til regulering af aktiv effekt for produktionsanlæg af type C og D.....	24
Krav til gradient-effektbegrænser for anlæg af type C og D	28
Krav til jording for anlæg af type C og D	29
Krav til fastsættelse af 1 p.u. spænding	29
Krav til reaktiv tillægsstrøm	29
Krav til regulering af reaktiv effekt for type B synkrone produktionsanlæg.....	32
Krav til reaktiv effekt for type C og D synkrone produktionsanlæg.....	41
Krav til spændingsregulering af synkrone produktionsanlæg af type D	44

Krav til regulering af reaktiv effekt for type B elproducerende produktionsanlæg.....	52
Krav til levering af reaktiv tillægsstrøm for elproducerende anlæg af type B, C og D	62
Krav til reaktiv effekt for type C og D elproducerende anlæg	64
Høringsparter	70

INDLEDNING OG PROCES

Den 17. maj 2018 anmeldte daværende Dansk Energi til Forsyningstilsynet de krav, som daværende Dansk Energi fastsatte i medfør af Kommissionens Forordning (EU) 2016/631 af 14. april 2016 om fastsættelse af netregler om krav til nettilslutning for produktionsanlæg (Requirements for Generators, herefter RfG).

Forsyningstilsynet har den 22. februar 2019 godkendt daværende Dansk Energis anmeldte krav efter RfG artikel 13-28, jf. RfG artikel 7.

Med baggrund i den rivende udvikling i den grønne omstilling, øget elektrificering, de nationale politiske initiativer, som alle spiller ind i en stigende efterspørgsel på tilslutning til det kollektive elforsyningsnet og ændringen af det kollektive elforsyningsnets dynamiske forhold ønsker Green Power Denmark at ændre en del af de tekniske krav for nettilslutning af produktionsanlæg til distributionsnettet.

Anmeldelsen sker på vegne af Elforsyningsvirksomhederne i Green Power Denmark.

HØRING OG INDDRAGELSE AF AKTØRER

Green Power Denmark har ved udarbejdelsen af de nye tekniske krav til produktionsanlæg inviteret til aktørinddragelse efter RfG's artikel 10 med invitationer til aktørmøder og efterfølgende skriftlige, offentlige høringer af ændringerne.

På aktørmøderne er aktørerne kommet med forslag til ændringer af tekniske krav, og Green Power Denmark har præsenteret, hvilke ændringer vi vil anmelde og givet uddybende forklaringer om baggrunden for ændringerne. Feedbacken fra aktørerne er taget til efterretning og inkluderes i ændringerne, hvor det er vurderet muligt for driften af distributionsnettet og hensynet til driften af det samlede elsystem.

Desuden er ændringerne sket i tæt samarbejde med Energinet via en lang række møder.

Følgende elementer har indgået i vurderingen af behovet for ændringer af de eksisterende krav:

- Energinets arbejde med opdatering af tekniske krav
 - o Ændrer Energinet krav, kan det medføre uoverensstemmelser mellem kravene fastsat af Energinet (TSO) og Elforsyningsvirksomhederne (DSO) krav. Ændringer af Energinets krav og DSO krav bør derfor foretages sideløbende.
- Den praktiske anvendelse af de eksisterende krav for tilslutning af produktionsanlæg
 - o Green Power Denmark har identificeret krav, der praktisk er meget svære at implementere og som ved ændring sikre en nemmere implementering uden at gå på kompromis med systemsikkerheden.
- Udviklingen i det kollektive elforsyningsnet
 - o Den stigende produktion fra vedvarende energikilder medfører en ændring af de dynamiske forhold i nettet. Ændringerne af kravene skal sikre at Elforsyningsvirksomhederne kan følge med udviklingen.
- Processen for godkendelse af produktionsanlægs tekniske egenskaber
 - o Den eksisterende proces sikrer ikke den nemmeste og hurtigste tilslutningsproces. Green Power Denmark ønsker at ændre kravene så processen effektiviseres.

- Elforsyningsvirksomhedernes og aktørernes erfaringer med eksisterende krav
 - o Alle parter er blevet mere erfarne med implementeringen af kravene. Enkelte krav er derfor også ændret, så de er optimeret ift. erfaringer.

Green Power Denmark har involveret aktører på informationsmøde den 17. maj 2022 samt efterfølgende aktørmøde den 20. juni 2022. Information om møderne har været sendt ud til aktører og været offentliggjort på Green Power Denmarks hjemmeside, hvor der har været åbent for tilmelding.

Green Power Denmark har afholdt offentlig høring af de ændrede krav ved at lægge ændringsforslagene op på Green Power Denmarks hjemmeside og ved fremsendelse af link til høringen direkte til aktørerne angivet i afsnittet *Høringsparter*.

Forløbet for ændring af kravene har indtil videre været som følger:

- 02/5-2022: Online informationsmøde annonceret på Green Power Denmarks hjemmeside
- 10/5-2022: Informeret om ændringerne på Energinets online opstartsmøde for arbejdet med RfG opdateringen.
- 17/5-2022: Online informationsmøde samt annoncering af aktørmøde d. 20/06-2022
- 19/5-2022: Fysisk aktørmøde annonceret på Green Power Denmarks hjemmeside
- 15/6-2022: Justeringsforslag sendt til aktører
- 20/6-2022: Fysisk aktørmøde om de fremsendte krav
- 13/12-2022 til 13/01-2023: Høring af ændringsforslag og anmeldelse

Udover ovenstående proces er aktørerne blevet opfordret til at fremsende konkrete inputs og justeringer pr. e-mail.

Ligeledes får aktørerne også mulighed for at komme med inputs ved Forsyningstilsynets offentlige høring.

ANVENDELSESOMRÅDE

De ændrede krav vil i udgangspunktet kun finde anvendelse på nye produktionsanlæg, men da der ikke er beskrevet en overgangsproces i RfG'en ved ændringer af kravene, vil de ændrede krav også finde anvendelse på produktionsanlæg, der ikke har modtaget den endelige nettilslutningstilladelse, hvis der ikke vedtages en overgangsperiode.

Green Power Denmark ser udfordringer med en hård skæringsdato for de anlæg, som er i en tilslutningsproces, da kunderne så vil kunne opleve at deres anlæg skal overholde nye tekniske krav end dengang tilslutningsprocessen blev igangsat.

Green Power Denmark indstiller derfor til en overgangsordning som foreskrevet nedenfor, som skal sikre, at der tages højde for de anlæg, der er i gang med at blive tilsluttet distributionsnettet efter de gældende krav i overensstemmelse med RfG artikel 7, stk. 7.

Overgangsordning mellem de gældende krav og de nye krav som godkendes med nærværende anmeldelse:



Produktionsanlæg, som indgår en nettilslutningsaftale efter Forsyningstilsynets eventuelle godkendelse af anmeldelsen af de ændrede krav, skal overholde de nye ændrede krav.

Er nettilslutningsaftalen indgået inden Forsyningstilsynets eventuelle godkendelse af anmeldelsen om de ændrede krav, skal anlægsejer overholde og dokumentere de tekniske krav, som var gældende på tidspunktet for nettilslutningsaftalens indgåelse.

Den indstillede overgangsordning sikrer, at anlægsejere er bevidste om, at nye krav er på vej, således at de allerede ved indgåelsen af nettilslutningsaftalen kan have det med i deres investeringsovervejelser.

INDSTILLING TIL GODKENDELSE

Green Power Denmark anmelder en række ændringer til de godkendte krav for nettilslutning af produktion til lav-, mellem- og højspændingsnettet.

Af RfG artikel 7, stk. 7, fremgår det, at hvis den relevante systemoperatør eller den relevante TSO vurderer, at det er nødvendigt at ændre de krav til metoder, der er fastsat og godkendt i henhold til stk. 1 og 2, gælder kravene i stk. 3-8 for den foreslåede ændring.

Det følger af RfG artikel 7, stk. 6, at den kompetente enhed/regulerende myndighed (Forsyningstilsynet) skal træffe afgørelse senest 6 måneder efter, anmeldelsen er modtaget.

De godkendte krav ændres med en ny version, se bilag 2: Kravdokument – RfG v1 til denne anmeldelse.

Anmeldte krav er udarbejdet efter principperne i RfG artikel 7, stk. 3, om princippet om proportionalitet og ikke-diskrimination, gennemsigtighed, højeste samlede effektivitet og laveste samlede omkostninger for involverede parter.

Ændringerne til de krav er endvidere udarbejdet under hensyn til elforsyningsloven § 1, herunder særligt i forhold til at sikre elforsynings sikkerheden i Danmark.

RETSGRUNDLAG

De lovgivningsmæssige aspekter i RfG, herunder godkendelsen af krav efter RfG, er fastsat i RfG artikel 7:

"1. Generelle krav, der skal fastsættes af relevante systemoperatører eller TSO'er i henhold til denne forordning, godkendes af den af medlemsstaten udpegede enhed og offentliggøres. Den udpegede enhed er den regulerende myndighed, medmindre medlemsstaten fastsætter andet.



2. Hvad angår anlægsspecifikke krav, der skal fastsættes af relevante systemoperatører eller TSO'er i henhold til denne forordning, kan medlemsstaten fastsætte, at disse skal godkendes af en udpeget enhed.

3. Når denne forordning anvendes, skal medlemsstaterne, de kompetente enheder og systemoperatørerne:

- a) anvende proportionalitetsprincippet og princippet om ikke-diskrimination
- b) sikre gennemsigtighed
- c) anvende princippet om optimering mellem den højeste samlede effektivitet og de lavest samlede omkostninger for alle involverede parter
- d) respektere det ansvar, der er pålagt den relevante TSO med henblik på at sikre systemsikkerheden, herunder i henhold til kravene i national lovgivning
- e) tage højde for anerkendte europæiske standarder og tekniske specifikationer.

4. Den relevante systemoperatør eller TSO fremsender et forslag om de generelle krav eller de metoder, de anvender til at beregne eller fastsætte disse krav, til godkendelse hos den kompetente enhed senest to år efter denne forordnings ikrafttræden.

5. Hvis den relevante systemoperatør, den relevante TSO, anlægsejeren og/eller DSO'en i henhold til denne forordning skal nå til enighed, skal de tilstræbe at opnå dette senest seks måneder efter, at en af parterne har fremlagt det første forslag for de andre parter. Hvis de ikke når til enighed inden for denne frist, kan den enkelte part anmode den relevante regulerende myndighed om at træffe en afgørelse senest inden seks måneder.

6. De kompetente enheder træffer afgørelse om forslagene til krav og metoder senest seks måneder efter, at de har modtaget sådanne forslag.

7. Hvis den relevante systemoperatør eller TSO vurderer, at det er nødvendigt at ændre de krav eller metoder, der er fastsat og godkendt i henhold til stk. 1 og 2, gælder kravene i stk. 3-8 for den foreslåede ændring. Systemoperatører og TSO'er, der foreslår en ændring, tager højde for eventuelle berettigede forventninger, som anlægsejere, ejere af jævnstrømsforbundne elproducerende anlæg, udstyrsproducenter og andre interesseparter måtte have, og som var baseret på de oprindeligt fastsatte eller aftalte krav og metoder.

8. Enhver part, der ønsker at klage over en relevant systemoperatør eller TSO i forbindelse med den pågældende operatørs forpligtelser i henhold til denne forordning, kan indbringe en klage for den regulerende myndighed, som i sin egenskab af tvistbilæggelsesmyndigheder skal træffe en afgørelse senest to måneder efter modtagelsen af klagen. Denne periode kan forlænges med yderligere to måneder, hvis den regulerende myndighed ønsker yderligere oplysninger. Den regulerende myndigheds afgørelse har bindende virkning, medmindre og indtil den underkendes efter påklage.

9. Hvis et krav i denne forordning skal fastsættes af en relevant systemoperatør, som ikke er TSO, kan medlemsstaten fastsætte, at TSO'en i stedet får ansvaret for at fastsætte det eller de pågældende krav.”

Retsgrundlaget for de enkelte krav fremgår af bilag 1 og bilag 2, hvor ændringerne er fremhævet som registrerede ændringer.

KRAVÆNDRINGER

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre en række krav i de godkendte Tekniske Krav for nettilslutning af produktionsanlæg til lav-, mellem- og højspændingsnettet. De krav, der ønskes ændret, har alle hjemmel i RfG-forordningen og ændres med hjemmel i RfG-forordningens artikel 7, stk. 7. Ændringerne ønskes gennemført i et kravdokument ark der oplister alle krav med hjemmel i RfG-forordningen.

Foruden nedenstående krav er der foretaget mindre redaktionelle ændringer. Alle krav og ændringsforslag til produktionsanlæg med hjemmel i RfG-forordningen i vedhæftede Bilag 2: Kravdokument - RfG v1.

Herudover indeholder anmeldelsen justering af formalia til kravet til generiske simuleringssmodeller anmeldt den 31. august 2022. Dette krav ønskes godkendt som fremgår af vedhæftede Bilag 3: Kravdokument – EU-forordning 2017/1485 v1.

Ændringsforslagene er stillet op, så det eksisterende krav fremgår først, efterfulgt af det ændrede krav og sidst en begrundelse. I de ændrede krav er den ændrede tekst fra det eksisterende krav markeret med **gul** for at fremhæve ændringen.

Følgende krav ønskes ændret:

Krav til detektering af ø-drift

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre kravet i henhold til RfG artikel 13, stk. 1, litra b).

Eksisterende krav:

Et produktionsanlæg skal være i stand til at detektere utilsigtet ø-drift og skal frakoble sig det kollektive elforsyningsnet, hvis det detekterer utilsigtet ø-drift.

I Danmark benyttes udelukkende passive metoder til detektering af ø-drift. Det er ikke tilladt at bruge vektorspringrelæer (ANSI 78) eller aktiv ø-drift-detektering til beskyttelse af anlæg, som er tilsluttet det kollektive elforsyningsnet i Danmark.

Et produktionsanlæg skal have de i tabel 4.8 angivne funktioner til ø-drift-detektering. Medmindre andet aftales med elforsyningsvirksomheden, anvendes standardværdien i tabellen. Intervaller og opløsning er vejledende.

Beskyttelsesfunktion	Symbol	Indstilling (Interval / Opløsning)		Funktionstid (Interval / Opløsning)	
Frekvensændring	df/dt	2 – 3,5 / 0,1 Standard: ±2,5	Hz/s	0,08 – 5 / 0,01 Standard: 0,08	s

Tabel 4.8 – Krav til \emptyset -drift-detektering.

Ændret krav:

Der anvendes RoCoF i distributionsnettet, middelværdi/måling beregnes som beskrevet i forbindelse med RoCoF robusthed

RoCoF – Udkobling overfrekvens: hvor beregnet RoCoF værdi er $> +2,5$ Hz/s i mere end i 120 ms

RoCoF – Udkobling underfrekvens: hvor beregnet RoCoF værdi er $> -2,5$ Hz/s i mere end i 120 ms

Underspændingstrin 2 kan anvendes for A anlæg som alternativ til RoCoF. Underspænding (trin 2): $U_c < 0,8$ pu i 200ms

Begrundelse for ændring:

Der har hersket tvivl om, hvorvidt en ændring større end 2,5 Hz/s sammenlagt i både positiv og negativ retning skulle give anledning til udkobling af anlægget. Dette er præciseret, så det fremgår tydeligt, at der skal opleves en ændring på enten 2,5 Hz/s i positiv eller negativ retning, før relæet skal udkoble.

Herudover er standardfunktionstid udvidet fra 80 ms til 120 ms for at sikre en større pålidelighed og en reduktion i fejludkoblinger. Standardfunktionstiden på 120 ms er inden for det tidligere godkendte interval, som indstillingen kan indstilles indenfor efter aftale med netvirksomheden.

Mange netvirksomheder vælger i dag at indstille relæet til 120 ms, da det mindsker antallet af fejludkoblinger. Green Power Denmark er ikke bekendt med df/dt-relæer, der kan møde det eksisterende krav på 80 ms, men som ikke kan indstilles med en reaktionstid på 120 ms. Green Power Denmark vurderer derfor, at ændringen er proportional ved at sikre færre fejlhændelser, uden at systemsikkerheden kompromitteres, og uden at ændringen medfører øgede omkostninger for nettets aktører.

Formuleringen er ændret for at gøre kravet mere specifikt som følge af overgangen fra tekniske betingelser til kravdokumentet.

Krav til informationsudveksling for anlæg af type A og type B

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre kravet i henhold til RfG artikel 13, stk. 6.

Eksisterende krav:

Et produktionsanlæg skal være udstyret med en grænseflade i PCOM med henblik på at kunne standse produktionen af aktiv effekt. Produktionen skal være standset, senest 5 sekunder efter at kommando herom er modtaget.

Signalbetegnelse	Signal type
Stopsignal	Kommando
Holdesignal – ”Frigivet til start”	Kommando

Tabel 4.14 – Tabel over signaler der skal stilles til rådighed i grænsefladen PCOM

Et produktionsanlæg må starte produktionen, når betingelserne for genindkoblingskriterierne er opfyldt jf. afsnit 4.2, og ”Frigivet til start” er modtaget.

Det aftales med elforsyningsvirksomheden om anlægget skal kunne fjernstyres.

Ændret krav:

Det aftales med elforsyningsvirksomheden, om anlægget skal kunne fjernstyres.

Begrundelse:

Formalia ændret i led med overgangen fra de tekniske betingelser til kravdokumentet. Vejledende tekst er fjernet. Kravet indeholder efter ændringen således kun kravet fastsat med hjemmel i artikel 13, stk. 6 og ikke krav fastsat i andre hjemler eller vejledende tekst.

Dette gøres blandt andet for at præcisere, hvad det konkrete krav er overfor anlægsejer, og vil derved øge gennemsigtigheden for kravet.

Krav til reduktion af aktiv effekt for anlæg af type B, C og D

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre kravet i henhold til artikel 14, stk. 2, litra b).

Eksisterende krav:

Et produktionsanlæg på 1 MW og derover skal som minimum kunne udveksle følgende information i realtid:

Signalbetegnelse	Signal type
[...]	[...]
Absolut effektbegrænser	Kommando
Absolut effektbegrænser	Setpunkt
[...]	[...]

Ændret krav:

Fjernstyring af aktiv effekt skal implementeres for produktionsanlæg på 1 MW eller derover.

Begrundelse:

Formalia ændret i led med overgangen fra de tekniske betingelser til kravdokumentet. Kravet er det samme. Selve signalet vil blive specificeret i signallisten, som anmeldes separat i samarbejde med Energinet.

Den nye formulering af kravet i kravdokumentet er nemmere at henvise til. Den tydelige henvisning samt kravdokumentet gør det mere gennemskueligt, hvor kravet kommer fra, og hvad det omhandler.

Der er derved udelukkende tale om redaktionelle ændringer, og derved vurderer Green Power Denmark, at kravet er i overensstemmelse med RfG artikel 7, stk. 3.

Krav til begrænser funktioner for aktiv effekt

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre kravet i henhold til artikel 14, stk. 5, litra a), i).

Eksisterende krav:

Absolut-effektbegrænser

Et produktionsanlæg skal have mulighed for at begrænse sin maksimale aktive effekt.

Absolut-effektbegrænser bruges til at begrænse den aktive effekt fra produktionsanlægget til en setpunktsbestemt maksimal effektgrænse i nettilslutningspunktet.

Systemværn for type B-anlæg

Kravet for systemværn gælder for elproducerende anlæg og for synkron produktionsanlæg af dækkes behovet ved tildeling af nettilslutningspunktet.

Ændret krav:

Systemværn:

Systemoperatøren – i samarbejde med den systemansvarlige virksomhed – skal oplyse, om der er krav til etablering af et systemværn i forbindelse med fastlæggelse af POC.

Absolut effektbegrænser:

Absolut effektbegrænser bruges til at beskytte det kollektive elforsyningsnet mod overbelastning i kritiske situationer.

Angivelse af setpunkter skal kunne ske i trin på 1 % af P_n eller bedre.

Reguleringen skal ske med en nøjagtighed på ± 2 % af nominel aktiv effekt for produktionsanlægget. Nøjagtigheden for reguleringen måles over en periode på 1 minut.

Reguleringen med en ny parameter for absolut-effektbegrænser skal være fuldført inden for 5 minutter fra modtagelse af ordre om parameterændring.

Medmindre anden funktionalitet, inklusive markedsydelse, kræver en højere gradient fx genoprettelse af aktiv effekt efter fejl m.m., må gradienten ikke overstige mere end 20 % af P_n/min. Det gælder både for op- og nedregulering under hensyntagen til tilgængeligheden af den primære energikilde.

Begrundelse:



Formalia er ændret i led med overgangen fra de tekniske betingelser til kravdokumentet. Dertil er det tilføjet, at anlæg fortsat kunne begrænse den aktive effekt, hvis dette findes nødvendigt ved indgåelsen af nettilslutningsaftalen.

Kravet til nøjagtigheden af reguleringen samt gradientbegrænsningen har tidligere været godkendt med hjemmel i netvirksomhedsbekendtgørelsen § 27. Kravet er vigtigt for systemsikkerheden og er stillet i fællesskab med Energinet. Uden krav til nøjagtighed har en begrænser funktion af den aktive effekt ingen reel effekt.

Kravet til gradienten for justeringen af den aktive effekt er nødvendigt for at sikre, at mange anlæg ikke justeres fra 0 % til 100 % indenfor en meget kort tidsperiode. Samlet udgør anlæg af kategori B en så stor del af den samlede produktion i Danmark, at dette vil kunne skubbe til effektbalancen og frekvensen af nettet og derfor udgøre en reel trussel mod driften af elnettet.

Dertil kan netvirksomhedernes spændingsregulering i distributionsnettet ikke nå at reagere på en hurtig op- eller ned-rampning af aktiv effekt, og omkringliggende kunder vil derfor opleve forringet spændingskvalitet.

Gradientkravet sikrer, at Energinet som systemansvarlig virksomhed kan nå at reagere ved en opjustering af produktionen i distributionsnettet. Samtidig understøtter gradientkravet, at spændingen i tilslutningspunktet kan holdes inden for normalspændingsområdet.

De nøjagtighedskrav, som anmeldes, er omfattet af den europæiske standard EN 50549-1, og invertere, der ønskes tilsluttet til det danske elnet, forventes i vidt omfang at kunne leve op til de anmeldte nøjagtighedskrav.

Green Power Denmark vurderer derfor, at kravet på behørig vis understøtter systemsikkerheden og tager hensyn til omkostningerne forbundet med nøjagtighedskravet. Green Power Denmark vurderer derfor, at det anmeldte krav er i overensstemmelse med RfG artikel 7, stk. 3.

Fjernstyring af setpunkt er relevant for anlæg på 1 MW eller derover, eller hvor fastsat efter aftale med elforsyningsvirksomheden jf. A13(6).

Krav til beskyttelsesfunktion og -indstillinger for anlæg af type B, C og D

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre kravet i henhold til RfG artikel 14, stk. 5, litra b).

Eksisterende krav

Anlæggets beskyttelsesfunktioner og tilhørende indstillinger skal være som angivet i efterfølgende underafsnit. Kun efter tilladelse fra elforsyningsvirksomheden må der anvendes indstillinger, der afviger fra de anbefalede indstillingsværdier, fx i tilfælde af problemer med lokale overspændinger.

Relæbeskyttelsen skal ved interne kortslutninger i anlægget være selektiv med netbeskyttelsen; det vil sige, at kortslutninger i anlægget skal være udkoblet inden for 100 ms.

Alle indstillinger er angivet som RMS-værdier.

Anlægget skal udkobles eller stoppes, hvis et målesignal afviger mere fra dets nominelle værdi end indstillingen.

Den oplyste funktionstid er den måletid, hvor udløsebetingen konstant skal være opfyldt, for at beskyttelsesfunktionen må afgive udløsesignal.

Nøjagtigheden, hvormed spænding og frekvens måles, skal være henholdsvis $\pm 1\%$ af U_c og $\pm 0,05$ Hz eller bedre.

Hvis et anlæg isoleres med en del af det kollektive elforsyningsnet, må anlægget ikke give anledning til midlertidige overspændinger, der kan medføre skader på anlægget eller det kollektive elforsyningsnet.

Et produktionsanlæg skal have beskyttelsesfunktioner, som vist i tabel 4.6. Medmindre andet aftales med elforsyningsvirksomheden, anvendes standardværdierne i tabellen. Intervaller og opløsninger er vejledende.

Beskyttelsesfunktion	Symbol	Indstilling (Interval/opløsning)		Funktionstid (interval/opløsning)	
Overspænding (trin 2)	U>>	1,0 – 1,3 U / 0,01 Standard: 1,15	Uc	0,1 – 5 s / 0,05 Standard: 0,2	s
Overspænding (trin 1)	U>	1,0 – 1,2 U / 0,01 Standard: 1,10	Uc	0,1 – 100 s / 0,1 Standard: 60	s
Underspænding (trin 1)	U<	0,2 – 1,0 U / 0,01 Standard: 0,85	Uc	0,1 – 100 s / 0,1 Standard: 50	s
Overfrekvens	f>	50,0 – 52,0 Hz / 0,1 Standard: 51,5	Hz	0,1 – 5 s / 0,05 Standard: 0,2	s
Underfrekvens	f<	47,0 – 50,0 Hz / 0,1 Standard: 47,5	Hz	0,1 – 5 s / 0,05 Standard: 0,2	s

Tabel 4.6 – Krav til beskyttelse for alle produktionsanlæg i kategori B.

Synkrone produktionsanlæg skal, udover de generelle beskyttelsesfunktioner, og -indstillinger, også have de beskyttelsesfunktioner og -indstillinger, der er angivet i tabel 4.7.

Synkront underspændingsrelæ er kun et krav i det tilfælde at asynkron sammenkobling ved automatisk genindkobling kan forekomme. Elforsyningsvirksomheden fastsætter indstillingsværdierne for det synkrone underspændingsrelæ.

Det er tilladt at benytte en sikring i stedet for overstrøm (trin 1). I så fald skal sikringens størrelse og karakteristik godkendes af elforsyningsvirksomheden.

Beskyttelsesfunktion	Symbol [IEC]	Indstilling		Funktionstid	
Synkron underspænding*	-	Fastsættes af elforsyningsvirksomheden	V	≤ 50	ms
Overstrøm (trin 2)**	I>>	Fastsættes af elforsyningsvirksomheden	A	50	ms
Overstrøm (trin 1)	I>	1,2	In	2 s	s

*) Hvis synkront underspændingsrelæ anvendes.
Synkront underspændingsrelæ: Indstillingen er afhængig af de lokale generator- og netdata. Den aktuelle indstilling beregnes af elforsyningsvirksomheden.
**) Hvis der ikke anvendes synkront underspændingsrelæ, anvendes generatorfabrikantens indstillinger for overstrømsbeskyttelse.

Tabel 4.7 – Yderligere beskyttelsesindstillinger for synkrone produktionsanlæg.

Ændret krav:

Relæbeskyttelsen skal ved interne kortslutninger i anlægget være selektiv med netbeskyttelsen.

Anlæg skal udkobles eller stoppes, hvis et målesignal afviger mere fra dets nominelle værdi end indstillingen.

Nøjagtigheden, hvormed spænding og frekvens måles, skal være henholdsvis $\pm 1\%$ af U_n og $\pm 0,05$ Hz eller bedre.

Hvis et anlæg isoleres med en del af det kollektive elforsyningsnet, må anlægget ikke give anledning til midlertidige overspændinger, der kan medføre skader på anlægget eller det kollektive elforsyningsnet.

Beskyttelsesfunktioner:

Beskyttelsesfunktion	Indstilling (Interval/opløsning)	Funktionstid (interval/opløsning)
Overspænding (trin 2)	1,0 – 1,3 U / 0,01 Standard: 1,15 U	0,1 – 5 s / 0,05 Standard: 0,2 s
Overspænding (trin 1)	1,0 – 1,2 U / 0,01 Standard: 1,10 U	0,1 – 100 s / 0,1 Standard: 60 s
Underspænding (trin 1)	0,2 – 1,0 U / 0,01 Standard: 0,85 U	0,1 – 100 s / 0,1 Standard: 50 s
Overfrekvens	50,0 – 52,0 Hz / 0,1 Standard: 51,5 Hz	0,1 – 5 s / 0,05 Standard: 0,2 s

Underfrekvens	47,0 – 50,0 Hz / 0,1 Standard: 47,5 Hz	0,1 – 5 s / 0,05 Standard 0,2 s
---------------	---	------------------------------------

For produktionsanlæg tilsluttet lavspændingsnettet (≤ 1 kV) er U lig med U_n som er den nominelle spænding i lavspændingsnettet (400 V).

For produktionsanlæg tilsluttet mellem- og højspændingsnettet (< 1 kV) er U lig med U_c som er den normale driftsspænding i tilslutningspunktet

Yderligere krav for synkron produktionsanlæg:

Beskyttelses-funktion	Indstilling	Funktionstid
Synkron underspænding*	Fastsættes af elforsynings-virk-somheden	≤ 50 ms
Overstrøm (trin 2)**	Fastsættes af elforsynings-virk-somheden	50 ms
Overstrøm (trin 1)	$1,2 I_n$	2 s
* Kun krav hvis elforsyningsvirksomheden vurderer, at der er risiko for asynkron sammenkobling ** Hvis der ikke anvendes synkront underspændingsrelæ, anvendes generatorfabrikantens indstillinger for overstrømsbeskyttelse		

Det er tilladt at benytte en sikring i stedet for overstrøm (trin 1). I så fald skal sikringens størrelse og karakteristik godkendes af elforsyningsvirksomheden.

Begrundelse for ændringer:

Specifikationen af udkoblingstiden for interne kortslutninger i anlægget på 100 ms er fjernet fra kravets andet afsnit. Dette skyldes, at udkoblingstiden er længere end brydernes brydetid. Hensigten har oprindeligt været en detekteringstid på 100 ms. Ved at fjerne specificeringen overlades designet af intern beskyttelse til anlægsejer, der dog skal tage højde for selektivitet med netbeskyttelsen.

Green Power Denmark vurderer, at det er proportionalt at fjerne de 100 ms til udkobling ved interne kortslutninger, idet kravet har været implementeret uden reel virkning for det kollektive elnet. Beskyttelsen af produktionsanlægget overlades med det nye krav til anlægsejer, uden at det udfordrer netsikkerheden.

Green Power Denmark vurderer, at nettes sikkerhed mod kortslutninger, der måtte forekomme internt i et produktionsanlæg, fortsat er sikret ved netvirksomhedens brydere. Ændring af kravet vurderes derfor ikke at have en negativ virkning på systemsikkerheden.

Ved at overlade beskyttelsen af produktionsanlægget til anlægsejer vil anlægsejer frit kunne tage højde for omkostninger forbundet med den interne beskyttelse af anlægget.

Samlet vurderer Green Power Denmark, at den anmeldte ændring er i overensstemmelse med RfG artikel 7, stk. 3.

Green Power Denmark har modtaget opfordringer til at ændre målemetoden for frekvensændringen, da elforsyningsvirksomhederne har svært ved at godkende anlæg til produktion, da kun enkelte relæer lever op til de eksisterende krav for målemetode af frekvensændringen. Dertil opleves der store udfordringer med at få oplyst relæernes målemetode. Green Power Denmark har videregivet et ændringsforslag til Energinet, som varetager fastsættelsen af kravet for målemetoden.

Ændringsforslag til kravet til målemetoden er ikke medtaget i anmeldelsen, da dette ikke fastsættes af netvirksomhederne.

Green Power Denmark vurderer, at det opdaterede krav ikke vil påvirke systemsikkerheden negativt, men at de vil give en mere smidig proces for nettilslutning – til gavn for såvel anlægsejer som elforsyningsvirksomhed. Green Power Denmark indstiller derfor til, at det anmeldte krav tages til efterretning.

Krav til informationsudveksling for produktionsanlæg af type B, C og D

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre kravet i henhold til artikel 14, stk. 5, litra d).

Eksisterede krav:

Krav for anlæg af type B

Informationen skal tidsstemples. Tidsstemplingen skal have en opdateringstid som angivet nedenfor:

- Maksimal opdateringstid af funktionsstatus (aktiveret/de-aktiveret) er 10 ms.
- Maksimal opdateringstid af parameterværdi er 1 sekund.
- Maksimal opdateringsværdi af måleværdier er 1 sekund.

Et produktionsanlæg under 1 MW skal minimum kunne udveksle følgende information:

Signalbetegnelse	Signal type
Stopsignal	Kommando
Holdesignal – ”Frigivet til start”	Kommando

Figur 4.12 – Krav til informationsudveksling, som et produktionsanlæg under 1 MW skal kunne udveksle.

Et produktionsanlæg på 1 MW og derover skal som minimum kunne udveksle følgende information i realtid:

Signalbetegnelse	Signal type
Stopsignal	Kommando
Holdesignal – ”Frigivet til start”	Kommando
Absolut effektbegrænser	Setpunkt
Absolut effektbegrænser	Aktiveret/ikke aktiveret
Afbryderindikering	Status
Generatorafbryder indikering	Status
Aktiv effekt	Måling
Reaktiv effekt	Måling
Strøm	Måling

Spænding	Måling
Effektfaktor (PF)	Måling (må gerne være beregnet)
Q-regulering	Setpunkt
Q-regulering	Aktiveret/ikke aktiveret
Effektfaktorregulering	Setpunkt
Effektfaktorregulering	Aktiveret/ikke aktiveret

Tabel 4.15 – Krav til information, som et produktionsanlæg på 1 MW eller derover skl kunne udveksle i realtid i grænsefladen PCOM.

Krav til anlæg af type C

Et produktionsanlæg skal være udstyret med en grænseflade i PCOM, hvor det er muligt at udveksle signaler i realtid

Informationen skal tidsstemples. Tidsstemplingen skal have en opdateringstid, som angivet nedenfor:

- Maksimal opdateringstid af funktionsstatus (aktiveret/de-aktiveret) er 10 ms.
- Maksimal opdateringstid af parameterværdier er 1 sekund.
- Maksimal opdateringstid af måleværdier er 1 sekund.

Et produktionsanlæg skal som minimum kunne udveksle følgende information i realtid:

Signalbetegnelse	Signal type
Absolut effektbegrænser	Setpunkt
Absolut effektbegrænser	Aktiveret/ikke aktiveret
Afbryderindikering i POC	Status
Afbryderindikering i PGC	Status
Aktiv effekt	Måling
Reaktiv effekt	Måling
Strøm	Måling
Spænding	Måling
Planlagt aktiv effekt (vise aktuelt setpunkt)	Setpunkt
Effektfaktor (PF)	Måling (må gerne være beregnet)
Q-regulering	Setpunkt
Q-regulering	Aktiveret/ikke aktiveret
Effektfaktorregulering	Setpunkt
Effektfaktorregulering	Aktiveret/ikke aktiveret
Spændingsregulering	Aktiveret/ikke aktiveret
Spændingsregulering – ønsket spænding	Setpunkt
Spændingsregulering – statik	Setpunkt
Nedregulering ved højvind*	Aktiveret/ikke aktiveret
Systemværn**	Aktiveret/ikke aktiveret
Systemværn**	Setpunkter for trin
*Gælder kun for vindkraftanlæg	
**Gælder kun hvis det vurderes at etelproducerende anlæg, skal have systemværn ved tilslutning.	

Tabel 5.5 – Krav til information, som et produktionsanlæg skal udveksle i realtid i grænsefladen PCOM

Krav til anlæg af type D

Samme som for kategori C.

Et produktionsanlæg skal som minimum kunne udveksle følgende information i realtid:

Signalbetegnelse	Signal type
Absolut effektbegrænser	Setpunkt
Absolut effektbegrænser	Aktiveret/ikke aktiveret
Mulig aktiv effektregulering	Værdi i forhold til Pn
Mulig reaktiv effektregulering	Værdi i forhold til Qn
Afbryderindikering i POC	Status
Afbryderindikering i PGC	Status
Aktiv effekt	Måling
Reaktiv effekt	Måling
Strøm	Måling
Spænding	Måling
Planlagt aktiv effekt (vise aktuelt setpunkt)	Setpunkt
Effektfaktor (PF)	Måling (må gerne være beregnet)
Q-regulering	Setpunkt
Q-regulering	Aktiveret/ikke aktiveret
Effektfaktorregulering	Setpunkt
Effektfaktorregulering	Aktiveret/ikke aktiveret
Spændingsregulering	Aktiveret/ikke aktiveret
Spændingsregulering – ønsket spænding	Setpunkt
Spændingsregulering – statik	Setpunkt
Nedregulering ved højvind*	Aktiveret/ikke aktiveret
Systemværn**	Aktiveret/ikke aktiveret
Systemværn**	Setpunkter for trin
*Gælder kun for vindkraftanlæg **Gælder kun hvis det vurderes at etelproducerende anlæg, skal have systemværn ved tilslutning.	

Tabel 6.1 – Krav til information, som et produktionsanlæg skal udveksle i realtid i grænsefladen PCOM.

Ændret krav:

Artikel 14, stk. 5, litra d), i):

Informationsudveksling: realtid eller periodisk – med tidsstempling

Maksimal opdateringstid af funktionsstatus (aktiveret/de-aktiveret) er 10 ms.

Maksimal opdateringstid af parameterverdier er 1 sekund.

Maksimal opdateringsværdi af måleværdier er 1 sekund.

Øvrige krav specificeres under A14(5)(d)(ii).

Artikel 14, stk. 5, litra d), ii):

Krav jf. Energinets Bilag 1.A

Begrundelse:

Formalia ændret i led med overgangen fra de tekniske betingelser til kravdokumentet.

Den nuværende version af Energinets Bilag 1.A beskriver de signaler, der er godkendt i dag, og som fremgår af Green Power Denmarks tekniske betingelser. Derved vil denne ændring af kravet udelukkende være redaktionel.

Green Power Denmark vurderer derfor, at ændringsforslaget er i overensstemmelse med RfG artikel 7, stk. 3.

Netvirksomhederne og Energinet er i gang med at udarbejde og anmelde en ny signalliste, der er mere tydelig om de konkrete udvekslingssignaler, der stilles krav til. Disse bliver udgivet som ny version af Energinet Bilag 1.A.

Krav til aktiv effekt regulering

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre kravet i henhold til artikel 15, stk. 2 litra a) og b).

Eksisterende krav:

Et produktionsanlæg skal kunne regulere sin aktive effekt. Angivelse af setpunkter skal kunne ske i trin på 1% af P_n eller bedre.

Regulering af aktiv effekt skal ske med en gradient på mindst 1% P_n/min for synkrone produktionsanlæg og mindst 20% P_n/min for elproducerende anlæg. For synkrone produktionsanlæg er der desuden 10 minutters reaktionstid til teknologineutralitet hvis nødvendigt.

Reguleringen skal ske med en nøjagtighed på ±% af nominal aktiv effekt for produktionsanlægget. Nøjagtigheden for reguleringen måles over en periode på 1 minut.

[...]

Frekvensen skal måles med en nøjagtighed på ±10 mHz eller bedre.

Ændret krav:

Artikel 15, stk. 2, litra a):

Synkrone produktionsanlæg:

Minimum 1% af P_n/min, desuden 10 minutters reaktionstid til teknologineutralitet hvis nødvendigt.

Elproducerende produktionsanlæg:

Minimum 20 % af P_n/min.

Angivelse af setpunkter for aktiv effekt skal kunne ske med en opløsning på 1 % af P_n eller bedre.

Frekvensparametrene i reguleringsfunktionerne for aktiv effekt skal kunne indstilles med en opløsning på 10 mHz eller bedre.

Reguleringsstatikerne skal kunne indstilles med en opløsning på 1 % eller bedre af Pn.

For alle reguleringsfunktioner for aktiv effekt gælder, at nøjagtigheden for en fuldført eller en kontinuerlig regulering, maksimalt må afvige med en gennemsnitlig størrelse på fejlen på 2 % af Pn målet over en periode på 1 minut. (gælder dog ikke for LFSM-O og LFSM-U)

Frekvensmålinger skal udføres med en nøjagtighed på ± 10 mHz eller bedre-

Artikel 15, stk. 2, litra b):

Jf. A(15)(2)(a).

Begrundelse:

Formalia ændret i forbindelse med overgangen fra de tekniske betingelser til kravdokumentet. Derudover ensrettes teksten med Energinets tekst til kravet.

Ændringen medfører ingen materielle ændringer, men tjener til at øge gennemsigtigheden.

Da der ikke er ændret i det tekniske krav, vurderer Green Power Denmark, at kravet er i overensstemmelse med RfG artikel 7, stk. 3.

Krav til spændingsbeskyttelsesfunktioner og -indstillinger

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre kravet i henhold til artikel 15, stk. 3 og artikel 16, stk. 2, litra c).

Eksisterende krav:

Beskyttelsesfunktion	Sym-bol	Indstilling (Interval/opløsning)		Funktionstid (interval/opløsning)	
Overspænding (trin 3)	U>>>	1,0 – 1,3 U / 0,01 Standard: 1,20	Uc	0,1 – 5 s / 0,05 Standard: 0,1	s
Overspænding (trin 2)	U>>	1,0 – 1,3 U / 0,01 Standard: 1,15	Uc	0,1 – 5 s / 0,05 Standard: 0,2	s
Overspænding (trin 1)	U>	1,0 – 1,2 U / 0,01 Standard: 1,10	Uc	0,1 – 100 s / 0,1 Standard: 60	s
Underspænding (trin 1)	U<	0,2 – 1,0 U / 0,01 Standard: 0,85	Uc	0,1 – 100 s / 0,1 Standard: 50	s

Ændret krav:

Beskyttelsesfunktion	Indstilling (Interval/opløsning)	Funktionstid (interval/opløsning)
Overspænding (trin 3)	1,0 – 1,3 U / 0,01 Standard: 1,20 Uc	0,1 – 5 s / 0,05 Standard: 0,1 s

Overspænding (trin 2)	1,0 – 1,3 U / 0,01 Standard: 1,15 Uc	0,1 – 5 s / 0,05 Standard: 0,2 s
Overspænding (trin 1)	1,0 – 1,2 U / 0,01 Standard: 1,10 Uc	0,1 – 100 s / 0,1 Standard: 60 s
Underspænding (trin 1)	0,2 – 1,0 U / 0,01 Standard: 0,85 Uc	0,1 – 100 s / 0,1 Standard: 50 s

Uc er den normale driftsspænding i tilslutningspunktet.

Begrundelse:

Formalia ændret i led med overgang fra de tekniske betingelser til kravdokumentet.

Der er ikke foretaget ændringer til selve kravet. På denne baggrund indstiller Green Power Denmark ændringen til godkendelse.

Krav til Ø-drift

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre kravet i henhold til artikel 15, stk. 5. litra b).

Eksisterende krav:

Ø-drift

En driftssituation, som kan opstå i distributionsnettet, hvor en del af distributionsnettet kører videre uden forbindelse til det kollektive elforsyningsnet.

Dette er en uønsket driftssituation, som typisk detekteres ved frekvensændring (df/dt) eller større spændingsafvigelse. Netbeskyttelsen skal frakoble produktionsanlæg i disse situationer.

Ændret krav:

Produktionsanlæg tilsluttet distributionsnettet skal ikke kunne deltage i område-Ø-drift.

Begrundelse:

Formalia ændret i led med overgangen fra tekniske betingelser til kravdokumentet.

Kravet er omformuleret, men ikke ændret materielt og medfører fortsat, at produktionsanlæg skal frakoble ved Ø-drift. Vejledende tekst er skåret fra. Netvirksomhederne vurderer, at ændringen er i overensstemmelse med RfG artikel 7, stk. 3.

Krav til registrering af fejlhændelser for type C og D anlæg

Green Power Denmark indstiller ændring af krav – efter aftale med Energinet – til registrering af fejlhændelser i henhold til RfG artikel 15, stk. 6, litra b) til godkendelse ved Forsyningstilsynet.

Eksisterende krav:

For et produktionsanlæg i kategori C eller D skal logning realiseres via et elektronisk udstyr, der kan opsættes til, som minimum at logge relevante hændelser for nedennævnte signaler i nettilslutningspunktet ved fejl i det kollektive elforsyningsnet.

Anlægssejer installerer i nettilslutningspunktet et logningsudstyr (fejlskriver), der som minimum registrerer:

- Spænding for hver fase for anlægget
- Strøm for hver fase for anlægget
- Aktiv effekt for anlægget (kan være beregnede størrelser)
- Reaktiv effekt for anlægget (kan være beregnede størrelser)
- Frekvens for anlægget
- Frekvensafvigelse
- Hastighedsafvigelse (Gælder kun synkrone produktionsanlæg)
- Aktivisering af interne beskyttelsesfunktioner

Specifikke krav til målinger beskrives i nettilslutningsaftalen.

Logning skal udføres som sammenhængende tidsserier af måleværdier fra 10 sekunder før hændelsestidspunktet til 60 sekunder efter hændelsestidspunktet.

Minimum samplefrekvens for alle fejllogninger skal være 1 kHz.

De specifikke opsætninger af hændelsesbaseret logning aftales med elforsyningsvirksomheden og den systemansvarlige virksomhed ved opstart af anlægget.

Alle målinger og data, der udveksles i PCOM, skal logges med en tidsstemping og en nøjagtighed, som sikrer, at disse kan korreleres med hinanden og med tilsvarende registreringer i det kollektive elforsyningsnet.

Logninger skal arkiveres i minimum tre måneder fra fejlsituationen, dog maksimalt op til 100 hændelser.

Elforsyningsvirksomheden og den systemansvarlige virksomhed skal på forlangende have adgang til loggede og relevante registrerede informationer.

Ændret krav:

Logning skal realiseres via et elektronisk udstyr, der kan opsættes til, som minimum, at logge relevante hændelser for nedennævnte signaler i tilslutningspunktet ved fejl i det kollektive elforsyningssystem og tilsluttet anlæg.

Anlægssejer skal installere et logningsudstyr, der som minimum registrerer:

- Spænding for hver fase for anlægget
- Strøm for hver fase for anlægget
- Aktiv effekt for anlægget (kan være beregnede størrelse)
- Reaktiv effekt for anlægget (kan være beregnede størrelse)
- Frekvens for anlægget (kan være beregnede størrelse, kan være rotorhastighed (synkron generator))
- Aktivisering af interne beskyttelsesfunktioner

Specifikke krav til måling, her initiering af logning, kan beskrives i nettilslutningsaftalen.

Logning skal udføres som sammenhængende tidsserier af måleværdier med angivet tid før (-) og efter (+) hændelsestidspunktet.

Logning af hændelser differentieres med udgangspunkt i anlæggets nominelle effekt.

Følgende logninger/filer skal på efterspørgsel leveres:

Nominel effekt [MW]	Tidsserie [s]	Type	Sample-frekvens
$3 \leq P_n \leq 10$	-10 til +60	Slow scan	50 Hz, RMS-værdier
$10 \leq P_n \leq 25$	-10 til +60	Slow scan	50 Hz, RMS-værdier
$10 \leq P_n \leq 25$	-0,25 til +2,75	Fast scan	Minimum 1 kHz
$P_n \geq 25$	-10 til +60	Slow scan	50 Hz, RMS-værdier
$P_n \geq 25$	-3 til +60	Fast scan	Minimum 1 kHz

Note: ved fast scan logges kun spændinger og strømme.

Alle målinger og data, der skal opsamles, skal logges med en tidsstempling og en nøjagtighed, som sikrer, at disse kan korreleres med hinanden og med tilsvarende registreringer i det kollektive elforsyningssystem.

Logningen skal arkiveres i minimum tre måneder fra fejlsituationen, dog maksimalt op til 100 hændelser.

Den relevante DSO og/eller Energinet skal på forlangende have adgang til loggede og relevante registrerede informationer.

Begrundelse for ændring:

Netvirksomhederne ønsker lempeligere krav til fejlregistrering for produktionsanlæg mindre end 25 MW. Det er identificeret er behovet for "fast scan", dvs. høj opløsning fejllogning ikke er så stort som fastsat med det oprindelige krav.

Det eksisterende krav medfører at anlægsejer skal installere ekstra udstyr til logning, som pålægger anlægsejere en større omkostning som ikke er proportional med den viden udstyret leverer omkring fejl til netvirksomheden. Der opsættes i dag relæer i nettilslutningspunktet for alle store produktionsanlæg, som kan logge fejlhændelser i tidsserien -3 til +7 sekunder. Dette vurderer netvirksomhederne opfylder formålet med fejllogning for anlæg af type C.

Fejlskriveren er nødvendig for at kunne analysere, hvad der forårsagede fejlen i anlægget eller nettet og vil være med til at reducere antallet af fejl i fremtiden. Det er derfor essentielt, at udstyret installeres.

Energinet har vurderet, at der for transmissionsnettet er behov for en tidsserie på store produktionsanlæg i distributionsnet, som overstiger de -3 til +7 sekunder, som relæudstyret kan logge. Derfor er kravet til en udvidet tidsserie medtaget.

For Energinets begrundelse for den udvidede tidsserie henvises der til Energinets kravændring beskrevet i Energinets anmeldelse af ændringer af RfG-krav (Høringsudgave juli 2022).

Kravændringen er aftalt med Energinet og blev udarbejdet på Energinets aktørmøder i maj 2022. Green Power Denmark henviser til Energinets anmeldelse for vurdering af overensstemmelse af RfG artikel 7, stk. 3.

Krav til simuleringsmodeller for produktionsanlæg af type C og D

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre kravet i henhold til artikel 15, stk. 6, litra c) og EU-Forordning 2017/1485 A48(1)(h).

Eksisterende krav (anmeldt 31. august 2023):

Anlæg af type C:

Der stilles som udgangspunkt ikke krav til simuleringsmodeller for produktionsanlæg.

Der kan være særlige tilfælde, hvor Elforsyningsvirksomheden har behov for at udarbejde en simuleringsmodel for produktionsanlæg ≥ 10 MW. Derfor kan Elforsyningsvirksomheden anmode om parameterverdier for produktionsanlægget. Elforsyningsvirksomheden kan i sådanne tilfælde stille krav til parametre nødvendigt for at Elforsyningsvirksomheden kan udarbejde en generisk simuleringsmodel for produktionsanlægget. Kravene er beskrevet i [Parameterverdier til udarbejdelse af generiske simuleringsmodeller for produktionsanlæg ≥ 25 MW].

Hvis Elforsyningsvirksomheden anmoder om krav beskrevet i [Parameterverdier til udarbejdelse af generiske simuleringsmodeller for produktionsanlæg ≥ 25 MW] vil dette blive indskrevet som et krav i nettilslutningsaftalen.

Anlæg af type D:

Der stilles krav til simuleringsmodeller for produktionsanlæg. Kravene til simuleringsmodeller er opdelt i to kravsæt, da der både stilles krav af den systemansvarlige virksomhed og Elforsyningsvirksomheden.

Elforsyningsvirksomheden

Elforsyningsvirksomhedens krav fremgår af Green Power Danmarks notat om levering af parameterverdier til udarbejdelse af generisksimuleringsmodel [Parameterverdier til udarbejdelse af generiske simuleringsmodeller for produktionsanlæg ≥ 25 MW].

Elforsyningsvirksomheden kan anmode om de samme krav som der stilles af den systemansvarlige virksomhed, i sådanne tilfælde vil dette indskrives som krav i nettilslutningsaftalen.

Ændret krav:

EU-Forordning 2017/1485 A48(1)(h):

Anlæg af type C og D:

Elforsyningsvirksomheden kan anmode om parameterverdier jf. Green Power Danmarks notat om levering af parameterverdier til udarbejdelse af generisk simuleringsmodel [Parameterverdier til udarbejdelse af generiske simuleringsmodeller for produktionsanlæg ≥ 25 MW]

RfG artikel 15, stk. 6, litra c):

Anlæg af type C:

Elforsyningsvirksomheden kan stille samme krav til anlæg over 10 MW som kravene beskrevet i Bilag 3: Kravdokument EU-Forordning 2017/1485 A48(1)(a).

Anlæg af type D:

Jf. Bilag 3: Kravdokument EU-Forordning 2017/1485 A48(1)(a).

Elforsyningsvirksomheden kan anmode om de samme krav, som der stilles af den systemansvarlige virksomhed, hvis elforsyningsvirksomheden vurderer, at denne har behov for modellen for at simulere de dynamiske forhold i distributionsnettet.

Begrundelse:

Der er foretaget en enkelt ændring af kravet i forhold til det krav, der blev anmeldt den 31. august 2022.

Med det anmeldte krav ønsker netvirksomhederne at kunne få udleveret en simuleringssmodel svarende til den simuleringssmodel, som anlægsejer ved nettilslutning har udarbejdet og sendt til Energinet til godkendelse.

Netvirksomhederne kræver ikke i dag simuleringssmodeller fra anlægsejer. Green Power Denmark vurderer, at de store ændringer i elsystemet, som Energistyrelsens analyseforudsætninger forudser, vil medføre en ændring i de dynamiske forhold i distributionsnettet. Green Power Denmark vurderer derfor, at der i fremtiden kan blive behov for, at netvirksomhederne modtager simuleringssmodeller fra anlægsejer for at have mulighed for at simulere den dynamiske respons i distributionsnettet.

Green Power Denmark vurderer, at det er proportionalt for netvirksomhederne at bede om simuleringssmodeller for nye tilslutninger. Risikoen ved at vente med at indføre dette krav betyder, at data vil gå tabt. Netvirksomhederne kan ikke vente med at få godkendt kravet, til behovet for simuleringer opstår, da de i så fald ikke vil have mulighed for at få fremsendt simuleringssmodeller for anlæg, der er nettilsluttet.

Hertil kommer, at anlægsejer allerede ved godkendelse af Energinets anmeldelse af simuleringssmodeller vil have udarbejdet modellen, som netvirksomhederne ville efterspørge. Derfor pålægges kravet ikke anlægsejer yderligere omkostninger eller ressourcer.

Green Power Denmark vurderer samlet set, at ændringen til kravet er i overensstemmelse med RfG artikel 7, stk. 3.

Formalia er ændret i led med overgangen fra tekniske betingelser til kravdokumentet for at sikre, at anmeldelsen under behandling ved Forsyningstilsynet også medtages i de nye formalia, som Green Power Denmark ønsker at præsentere kravene i. Dette sikrer en ensretning i formalia for krav anmeldt af netvirksomhederne og giver bedre gennemsigtighed for aktørerne.

Krav til regulering af aktiv effekt for produktionsanlæg af type C og D

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre - efter aftale med Energinet - kravet i henhold til artikel 15, stk. 6, litra d) for anlæg af type C og D.

Eksisterende krav:

Systemværn:

Der er krav til, at et elproducerende anlæg skal være udstyret med et systemværn som beskrevet nedenfor.

For synkrone produktionsanlæg besluttet behovet for systemværn ved tildeling af tilslutningspunkt.

Et produktionsanlæg skal være udstyret med et systemværn, som er en nødreguleringsfunktion, der på baggrund af en nedreguleringsordre meget hurtigt skal kunne regulere den aktive effekt leveret fra et produktionsanlæg til et eller flere foruddefinerede setpunkter. Setpunkterne fastlægges af elforsyningsvirksomheden ved idriftsættelsen.

Anlægget skal have mulighed for minimum fem forskellige konfigurerbare reguleringstrin.

Som standardværdier anbefales følgende reguleringstrin:

1. Til 70 % af mærkeeffekt
2. Til 50 % af mærkeeffekt
3. Til 40 % af mærkeeffekt
4. Til 25 % af mærkeeffekt
5. Til 0 % af mærkeeffekt, dvs. anlægget er stoppet.

Reguleringen skal påbegyndes inden for 1 sekund og skal være fuldført indenfor 10 sekunder fra modtagelse af ordre om nedregulering.

I det tilfælde, at der til systemværnet beordres en opregulering, f.eks. fra trin 4 (25 %) til 3 (40 %), accepteres det, at designmæssige grænser for anlæggets generatorer eller øvrige anlægsenheder kan give en forøget tid for fuldførelse af ordren.

Reduktion af aktiv effekt ved høj vind

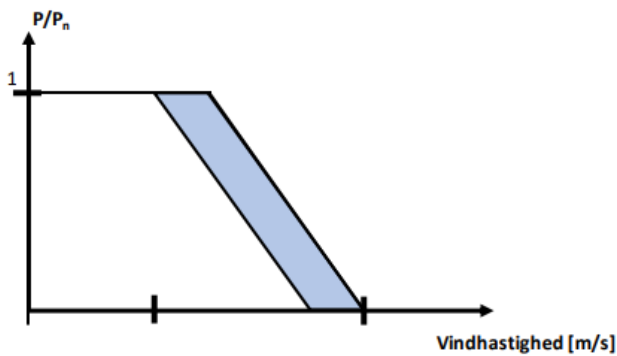
Som en del af kravene til gradient-effektbegrænser, er der for vindkraftværker krav til reduktion af aktiv effekt ved høj vind.

For at sikre systemstabiliteten skal et vindkraftværk kunne reducere den aktive effekt ved høje vindhastigheder, så der ikke opleves momentane udfald af aktiv effekt, når vindhastigheden overstiger vindkraftværkets højvindsbegrænsning.

Reduktionen i aktiv effekt skal ligge inden for et bånd, som vist på figur 5.3. Reduktionen kan foretages kontinuert eller i diskrete trin. Hvis reduktionen foretages i diskrete trin, må trinstørrelsen ikke overstige 25% af P_n . Indstillingerne for reduktion af aktiv effekt ved høj vind aftales med elforsyningsvirksomheden inden idriftsættelse af vindkraftværket.

Den automatiske nedregulering specificeres som minimum ved 3 punkter:

- Vindhastighed – aktivering af nedregulering [m/s]
- Vindhastighed – 10 % af P_n [m/s]
- Vindhastighed – cutout [m/s]



Figur 5.9 – Nedregulering ved høj vind.

Ændret krav:

Systemværn:

For synkrone produktionsanlæg gælder;

Krav om synkrogeneratorers behov for systemværn afdækkes når POC er tildelt.

For elproducerende produktionsanlæg gælder;

Et anlæg skal være udstyret med et systemværn, som er en nødreguleringsfunktion, der på baggrund af en nedreguleringsordre meget hurtigt skal kunne regulere den aktive effekt leveret fra et produktionsanlæg til et eller flere foruddefinerede setpunkter. Setpunkterne fastlægges af elforsyningsvirksomheden ved idriftsættelsen.

Anlægget skal have mulighed for minimum fem forskellige konfigurerbare reguleringstring.

Som standardværdier anbefales følgende reguleringstring:

1. til 70 % af P_n
2. til 50 % af P_n
3. til 40 % af P_n
4. til 25 % af P_n
5. Til 0 % af P_n , dvs. anlægget er stoppet

Reguleringen skal påbegyndes inden for 1 sekund og skal være fuldført indenfor 10 sekunder fra modtagelse af ordre om nedregulering.

I det tilfælde at der til systemværnnet beordres en opregulering, f.eks. fra trin 4 (25 %) til 3 (40 %), accepteres det, at designmæssige grænser for anlæggets generatorer eller øvrige enheder kan give en forøget tid for fuldførelse af ordren.

For anlæg på 10 MW eller derover skal nedreguleringsordren sendes via binære transmittere fra elforsyningsvirksomheden til anlægget. Forbindelsen kan enten være kobber eller fiber efter aftale med elforsyningsvirksomheden.

Signalet er et autonomt signal sendt direkte fra systemoperatørens station, hvor anlægget er tilsluttet, til anlæggets park-regulering, og skal sikre hurtig nedregulering af parken.

Elforsyningsvirksomheden stiller krav til, at systemværnet også kan justeres fra PCOM-grænsefladen som beskrevet i signallisten. Det godtages for signaler modtaget fra PCOM-grænsefladen at reguleringen påbegyndes inden for 5 sekunder og fuldføres inden for 15 sekunder fra modtagelse af ordre om nedregulering.

Automatisk nedreguleringsfunktion af aktiv effekt ved stopvindhastighed:

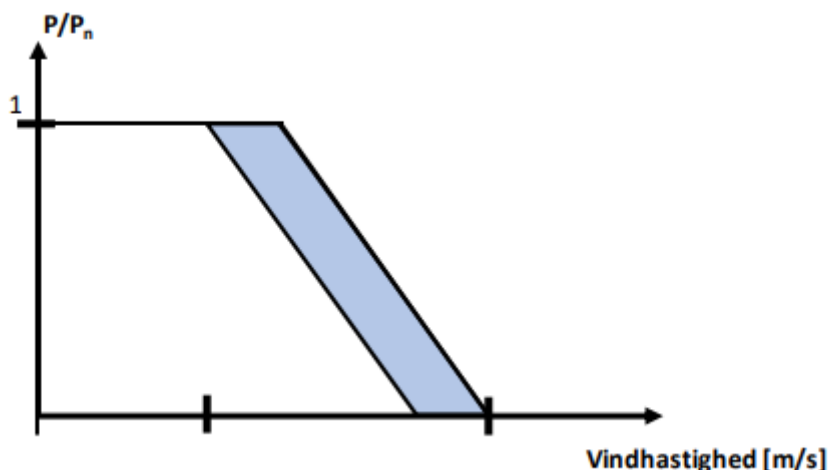
Et produktionsanlæg, hvor primær energi er vind, skal kunne nedregulere den aktive effektproduktion, når der optræder høje vindhastigheder, inden vindmøllernes indbyggede beskyttelsesfunktion ved høje vindhastigheder (stopvindhastighed) aktiveres.

Produktionsanlægget skal kunne regulere den aktive effekt til en vilkårlig værdi i intervallet fra 100 % til 10 % af P_n .

Reguleringsfunktionen skal kunne aktiveres / de-aktiveres via ordrer.

Nedregulering kan foretages som en kontinuert regulering eller en diskret regulering.

Diskret regulering må maksimalt have en trinstørrelse på 25 % af P_n inden for det skraverede område vist i figur x



Nedreguleringsbåndet aftales med elforsyningsvirksomheden ved idriftsættelse af produktionsanlægget. Bredden af nedreguleringsbåndet kan afhænge af de lokale vindforhold.

Den automatiske nedreguleringsfunktion præciseres som minimum ved;

- Vindhastighed – aktivering af nedregulering [m/s]
- Vindhastighed – 10 % af P_n [m/s]
- Vindhastighed – cutout [m/s]

Begrundelse for ændring:

Signalerne, som anlægget skal kunne modtage og reagere på, er specificeret for at sikre bedre gennemsigtighed for anlægsejer i overensstemmelse med RfG artikel 7, stk. 3, litra b). Ændringen af kravet udgør en uddybning, som sikrer en nemmere implementering for anlægsejerne,

da denne ikke længere skal afvente elforsyningsvirksomhedens tilbagemelding om, hvilken slags signalstyring, der skal etableres for systemværnet. Dette fremgår fremadrettet direkte af det tekniske krav.

Efter det eksisterende krav skal anlægsejer stille signaludveksling til rådighed i PCOM. Ændringen til kravet er således krav til at signalet også sendes direkte via binære transmittere, som kan benyttes til automatisk nedjustering ved fejl. Dette muliggør at netvirksomhederne distributionsnet automatisk kan sende nedreguleringssignaler til anlæggene ved fejl i det lokale distributionsnet. Tilføjelsen af automatikken sikre nettet for overbelastninger i fejlsituationer, og da automatikken kan respondere hurtigere end driftsmedarbejdere, derved mindskes risikoen for følgefejl.

Formalia ændret i led med overgangen fra de tekniske betingelser til kravdokumentet.

Kravændringen er aftalt med Energinet i led med udarbejdelsen af opdateringen af signallisten.

Krav til gradient-effektbegrænser for anlæg af type C og D

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre kravet i henhold til artikel 15, stk. 6, litra e).

Eksisterende krav:

Et produktionsanlæg skal have mulighed for at begrænse gradienten af den aktive effekt. Med mindre anden funktionalitet, inklusive markedsydelse, kræver en højere gradient fx genopretelse af aktiv effekt efter fejl, skal gradienten ligge inden for maks. og min. gradienterne ved op- og nedregulering.

Opregulering	Maks.	20 % af Pn/min, dog maks. 60 MW/min
	Min.	1 % af Pn/min
Nedregulering	Maks.	20 % af Pn/min, dog maks. 60 MW/min
	Min.	1 % af Pn/min

Tabel 5.3 – maks. og min. gradienter ved op- og nedregulering.

Ændret krav:

Op: Min: 1 % af Pn/min

Op: Max: 20 % af Pn dog højst 60 MW/min

Ned: Min: 1 % af Pn/min

Ned: Max: 20 % af Pn/min dog højst 60 MW/min

Kravene til minimum og maksimum gradienter for ændringer af aktiv effekt er gældende, hvis andre betingelser/regler ikke fastsætter respektive gradienter herunder og systemydelse, energimarked etc.

Begrundelse:

Teksten er ændret i led med overgangen fra tekniske betingelser til kravdokumentet og vejledende tekst er fjernet.

Da der ikke er ændret i det nuværende krav til anlæggets tekniske egenskaber, vurderer Green Power Denmark, at ændringsforslaget er i overensstemmelse med RfG artikel 7, stk. 3.

Krav til jording for anlæg af type C og D

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre kravet i henhold til artikel 15, stk. 6, litra f).

Eksisterende krav:

Forhold omkring jording af produktionsanlægget skal aftales med elforsyningsvirksomheden.

Ændret krav:

Forhold omkring jording af produktionsanlæg skal aftales med elforsyningsvirksomheden.

Begrundelse:

Formalia ændret i led med overgangen fra tekniske betingelser til kravdokumentet.

Krav til fastsættelse af 1 p.u. spænding

Green Power Denmark indstiller nyt krav til godkendelse i henhold til artikel 16, stk. 2, litra a).

Præcisering af nyt krav:

1 p.u. svarer til den opgivne normal driftsspænding i tilslutningspunktet Uc.

Begrundelse for ændring:

Det har ikke tidligere været tydeligt specificeret, hvilken spænding der er lig med 1 p.u. Dette præciseres efter den praksis, der hidtil har været benyttet, hvor 1 p.u. er lig med den normale driftsspænding i tilslutningspunktet Uc.

Ændringen gennemføres for at tydeliggøre eksisterende krav for anlægsejerne og derved mindske tvivl og sikre en nemmere proces for nettilslutning.

Denne ændring skal ses i sammenhæng med Green Power Danmarks anmeldelse af krav til normal driftsspænding angivet i Uc i anmeldelsen af tekniske krav med hjemmel i elforsyningsloven.

Green Power Denmark vurderer, at kravet skaber større gennemsigtighed for anlægsejer. Green Power Denmark vurderer derfor, at kravet er i overensstemmelse med RfG artikel 7, stk. 3.

Krav til reaktiv tillægsstrøm

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre kravet i henhold til artikel 20, stk. 2, litra b).

Eksisterende krav

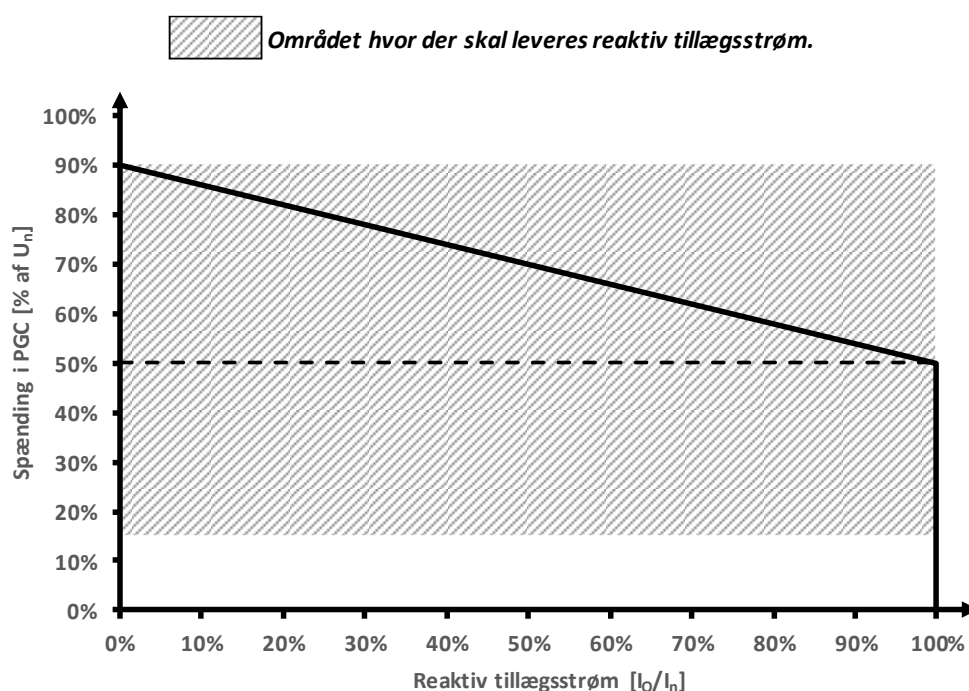
Et elproducerende anlæg skal kunne levere en reaktiv tillægsstrøm, I_Q , i generatortilslutningspunktet i tilfælde af en symmetrisk fejl (trefaset fejl) for at opretholde spændingsstabilitet i nettet under og efter en fejl.

Et elproducerende anlæg skal kunne levere en reaktiv tillægsstrøm (synkronkomponent) i området over den fuldt optrukne linje i figur 5.2 og op til 90 % af den normale driftsspænding i generatortilslutningspunktet.

Regulering af den reaktive tillægsstrøm fra et elproducerende anlæg skal følge figur 5.3.

Den reaktive tillægsstrøm skal kunne leveres inden for 100 ms med en nøjagtighed på $\pm 20\%$ af I_n .

Under et fejlforløb skal et elproducerende anlæg prioritere den reaktive tillægsstrøm højest og dernæst levering af den aktive effekt i området fra 90 % til 15 % af U_n , se det skraverede område på figur 5.3



Figur 5.3 – Levering af reaktiv tillægsstrøm fra et elproducerende anlæg.

Ændret krav

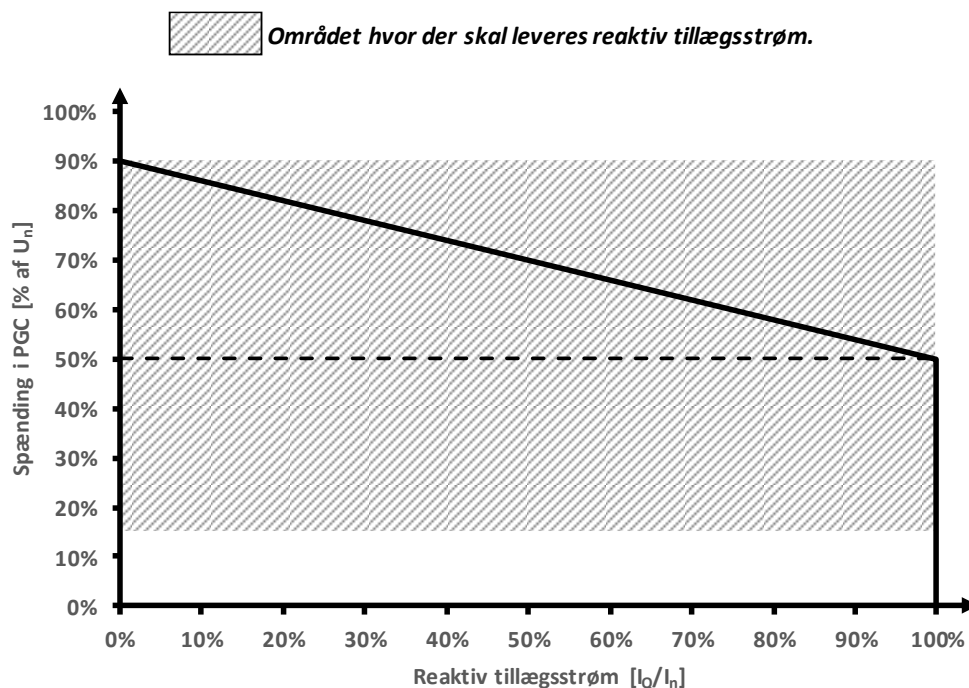
Et elproducerende anlæg skal kunne levere en reaktiv tillægsstrøm, I_Q , i generatortilslutningspunktet i tilfælde af en symmetrisk fejl (trefaset fejl) for at opretholde spændingsstabilitet i nettet under og efter en fejl.

Et elproducerende anlæg skal kunne levere en reaktiv tillægsstrøm (synkronkomponent) i området over den fuldt optrukne linje i figur 5.2 og op til 90 % af den normale driftsspænding i generatortilslutningspunktet.

Regulering af den reaktive tillægsstrøm fra et elproducerende anlæg skal følge figur 5.3.

Den reaktive tillægsstrøm skal kunne leveres inden for 100 ms med en nøjagtighed på $\pm 20\%$ af I_n .

Under et fejlforløb skal et elproducerende anlæg prioritere den reaktive tillægsstrøm højest og dernæst levering af den aktive effekt i området fra 90 % til 15 % af U_n , se det skraverede område på figur 5.3



Figur 5.3 – Levering af reaktiv tillægsstrøm fra et elproducerende anlæg.

Med henblik på asymmetrisk fejlstrømsinjektion kan dette aftales med elforsyningsvirksomheden og den systemansvarlige virksomhed, i det omfang teknologien har mulighed for at respondere med asymmetrisk fejlstrøm i forbindelse med asymmetriske fejl, så længe krav til levering af reaktiv tillægsstrøm overholdes.

Begrundelse for ændring

Det fremgår af de godkendte krav i dag, jf. RfG artikel 20, stk. 2, litra b), at symmetrisk reaktiv tillægsstrøm skal leveres både ved symmetriske og asymmetriske fejl.

Med den ønskede ændring ønsker Green Power Denmark at åbne for anvendelsen af asymmetrisk fejlstrømsinjektion på kontrolleret vis. Dette gøres i udgangspunktet ved at vurdere og validere aktørernes individuelle anlægsegenskaber og for at kunne drage bedst nytte af relevante anlægsegenskaber i produktionsanlæg.

Ændringsforslaget kræver ikke, at anlægsejere kan levere asymmetrisk fejlstrøm i forbindelse med asymmetriske fejl, men åbner for muligheden, så der kan foretages forsøg på påvirkningen i fællesskab mellem anlægsejer, netvirksomheden og Energinet.

Da der udelukkende er tale om en tilladelse ved aftale med netvirksomheden, ændres der ikke ved det eksisterende krav. Derved er ændringsforslaget i skrappeste tilfælde status quo med eksisterende krav, og derfor vurderer Green Power Denmark, at ændringsforslaget er i overensstemmelse med RfG artikel 7, stk. 3.

Krav til regulering af reaktiv effekt for type B synkrone produktionsanlæg

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre kravet i henhold til RfG artikel 17, stk. 2, litra a).

Eksisterende krav for lavspændingstilsluttede anlæg af type B:

Et produktionsanlæg skal kunne levere reaktiv effekt. Kun en af de krævede reguleringsfunktioner kan være aktiv ad gangen.

Produktionsanlægget skal kunne regulere sin reaktive effekt ved brug af de funktioner og karakteristikker, som er beskrevet i afsnit 5.4.2 til 5.4.4. Angivelse af setpunkter skal kunne ske i trin på 1% af S_n eller bedre for effekter og 0,01 eller bedre for effektfaktor.

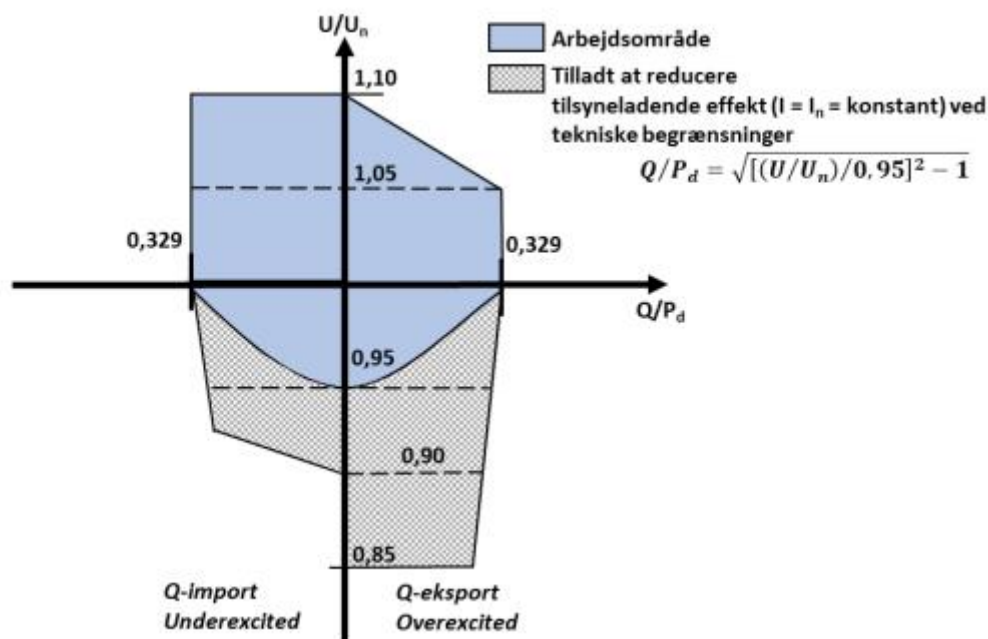
Reguleringen skal ske med en nøjagtighed på $\pm 2\%$ af nominel tilsyneladende effekt for produktionsanlægget. Nøjagtigheden for reguleringen måles over en periode på 1 minut.

Det er tilladt, at nøjagtigheden af reguleringen er dårligere end $\pm 2\%$ af S_n , når produktionen af aktiv effekt er under 10% af produktionsanlæggets nominelle tilsyneladende effekt. Dog må udvekslingen af ukontrolleret reaktiv effekt aldrig være større end 10% af produktionsanlæggets nominelle tilsyneladende effekt.

I tilfælde, hvor en eller flere elproducerende enheder i et elproducerende anlæg er ude til revision, accepteres det, at det elproducerende anlægs levering af reaktiv effekt reduceres pro rata i henhold til det antal elproducerende enheder, som er ude til revision.

5.4.1 Arbejdsområde for reaktiv effekt

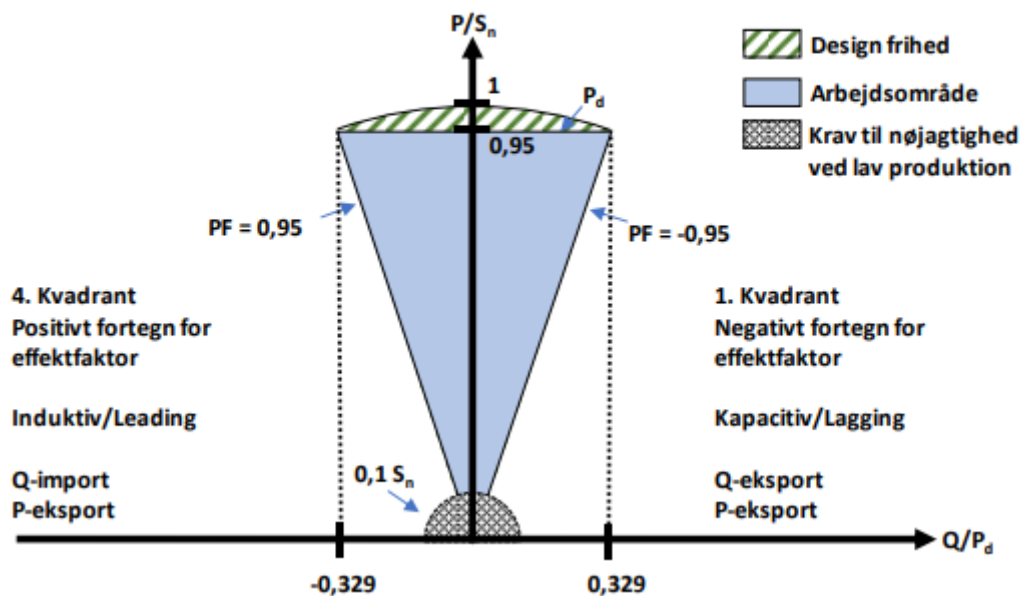
Et synkront produktionsanlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i nettilslutningspunktet (POC), som angivet i figur 5.4.



Figur 5.4 – Krav til levering af reaktiv effekt ved maksimal produktion af aktiv effekt.

Et synkront produktionsanlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt, som angivet i figur 5.5.

For synkrone produktionsanlæg hvor P_d er mindre end P_n er drift inden for området "design frihed" tilladt. Det synkrone produktionsanlæg må ikke levere en aktiv effekt som er større end P_n .



Figur 5.5 – Krav til levering af reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt.

Uden for det på figur 5.4 og figur 5.5 beskrevne arbejdsområde skal et synkront produktionsanlæg levere en stabil reaktiv effekt, som skal være i overensstemmelse med den valgte reguleringsform, og som kun må være begrænset af enhedens tekniske ydeevne, som fx mætning eller underkompensering.

5.4.2 Effektfaktorregulering

Samme som for kategori A.

5.4.3 Automatisk effektfaktorregulering

Samme som for kategori A.

5.4.4. Q-regulering

Samme som for kategori A.

Eksisterende krav for mellem- og højspændingstilsluttede anlæg af type B:

Et produktionsanlæg skal kunne levere reaktiv effekt. Kun en af de krævede reguleringsfunktioner kan være aktiv ad gangen.

Produktionsanlægget skal kunne regulere sin reaktive effekt ved brug af de funktioner og karakteristiker, som er beskrevet i afsnit 4.4.2 til 4.4.4. Angivelse af setpunkter skal kunne ske i trin på 1% af S_n eller bedre for effekter og 0,01 eller bedre for effektfaktor.

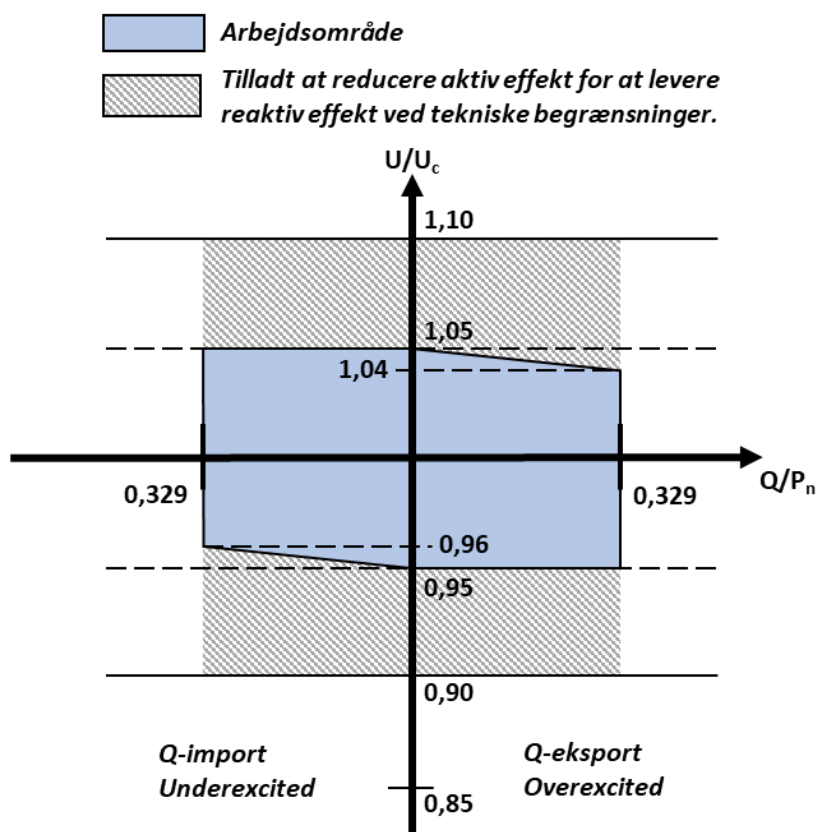
Reguleringen skal ske med en nøjagtighed på $\pm 2\%$ af nominel tilsyneladende effekt for produktionsanlægget. Nøjagtigheden for reguleringen måles over en periode på 1 minut.

Det er tilladt, at nøjagtigheden af reguleringen er dårligere end $\pm 2\%$ af S_n , når produktionen af aktiv effekt er under 10% af produktionsanlæggets nominelle tilsyneladende effekt. Dog må udvekslingen af ukontrolleret reaktiv effekt aldrig være større end 10% af produktionsanlæggets nominelle tilsyneladende effekt.

I tilfælde, hvor en eller flere elproducerende enheder i et elproducerende anlæg er ude til revision, accepteres det, at det elproducerende anlægs levering af reaktiv effekt reduceres pro rata i henhold til det antal elproducerende enheder, som er ude til revision.

4.4.1 Arbejdsområde for reaktiv effekt

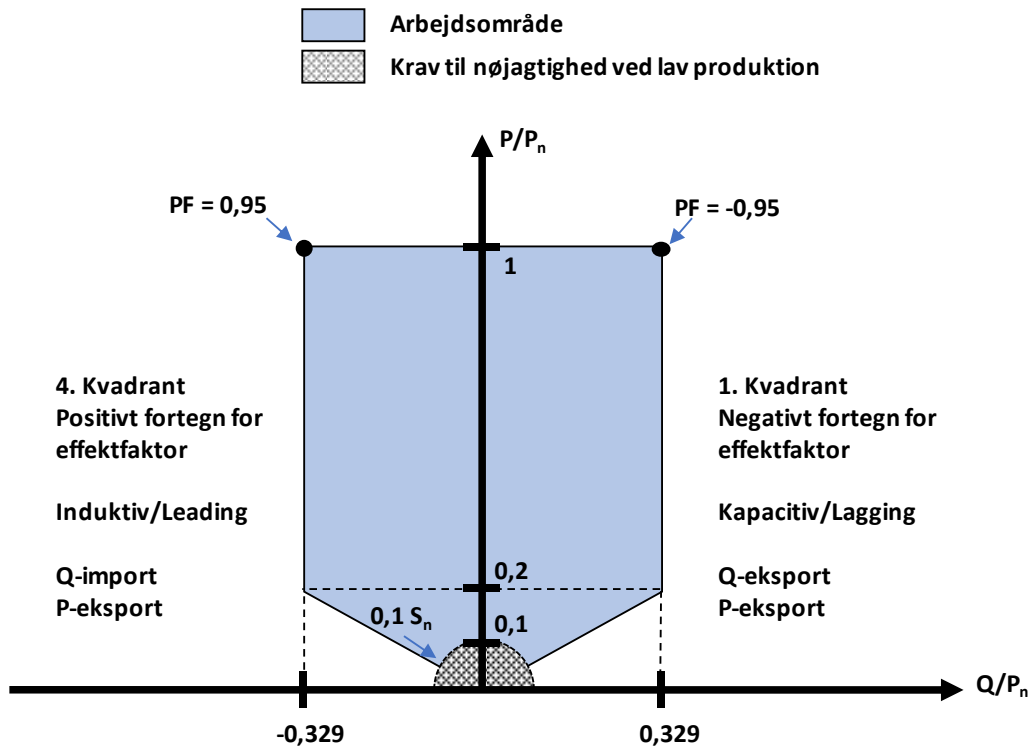
Ved maksimal produktion af aktiv effekt skal et produktionsanlæg være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i nettilslutningspunktet (POC), som angivet i figur 4.7



Figur 4.7 – Krav til levering af reaktiv effekt ved maksimal produktion af aktiv effekt.

I det skraverede område på figur 4.7 skal produktionsanlægget levere en stabil reaktiv effekt, som skal være i overensstemmelse med den valgte reguleringsform, og som kun må være begrænset af enhedens tekniske ydeevne, som fx mætning eller underkompensering.

Når produktionen af aktiv effekt er under den maksimale kapacitet, skal et produktionsanlæg være i stand til at arbejde inden for det område, som er angivet i figur 4.8.

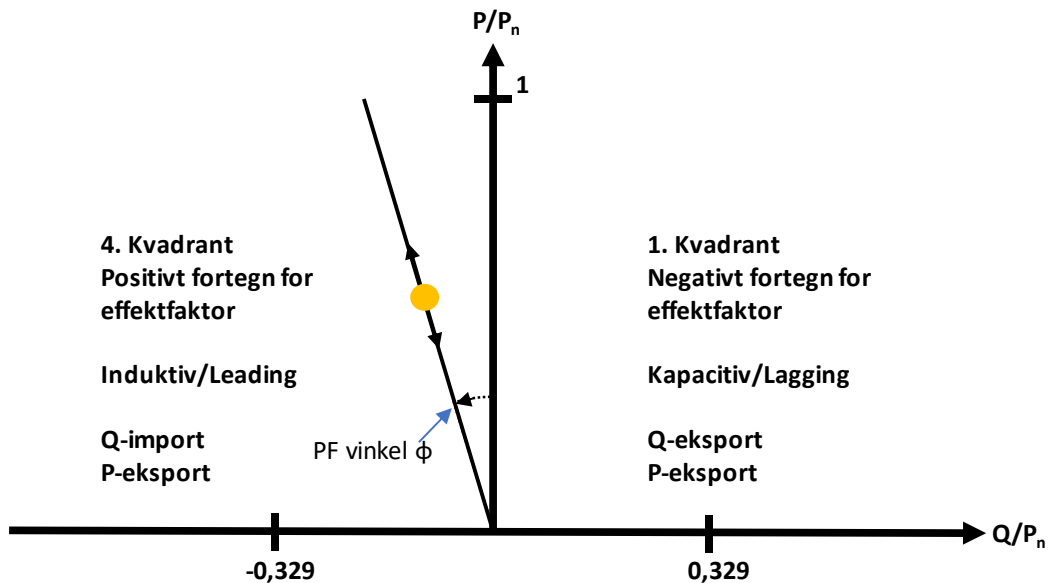


Figur 4.7 – Krav til levering af reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt.

4.4.2 Effektfaktorregulering

Et produktionsanlæg skal kunne udføre effektfaktorregulering, så den reaktive effekt kan reguleres ved hjælp af fast effektfaktor, se figur 4.9.

Når et nyt setpunkt for effektfaktoren sættes, skal reguleringen være færdig inden for 1 minut.



Figur 4.9 – Eksempel på effektfaktorregulering [$\cos \phi$ fix].

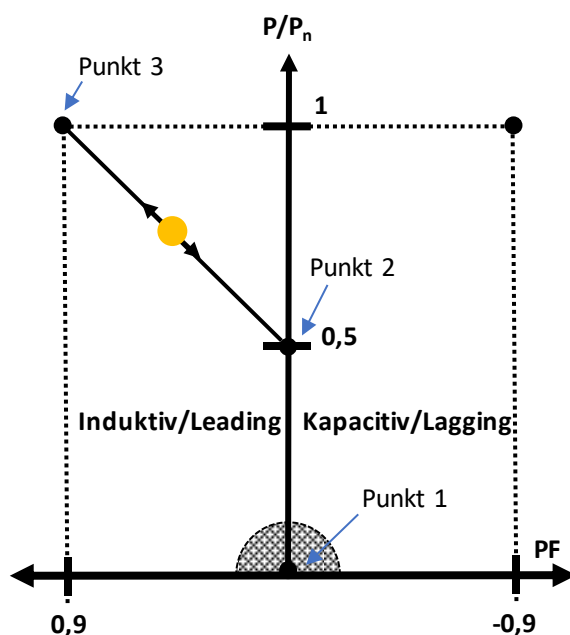
Et produktionsanlæg må ikke udveksle reaktiv effekt med det kollektive elforsyningsnet, medmindre andet er aftalt med elforsyningsvirksomheden. Dvs. produktionsanlægget skal producere ved en effektfaktor på 1 som standard.

Hvis funktionen skal aktiveres, aftales de aktuelle indstillingsværdier for reguleringsfunktionen med elforsyningsvirksomheden.

4.4.3 Automatisk effektfaktorregulering

Et produktionsanlæg skal kunne udføre automatisk effektfaktorregulering, som vist på figur 4.10.

Reguleringen af den reaktive effekt skal være færdig inden for 10 sekunder, efter den aktive effekt har stabiliseret sig.



Figur 4.10 – Standardindstilling for automatisk effektfaktorregulering [$\cos \phi (P)$].

Standardindstillingerne for karakteristikken er angivet i tabel 4.5.

Punkter for karakteristikken		
Punkt	P/P_n	Effektfaktor
1	0,0	1,0
2	0,5	1,0
3	1	0,9 ind

Tabel 4.5 – Punkter for karakteristikken.

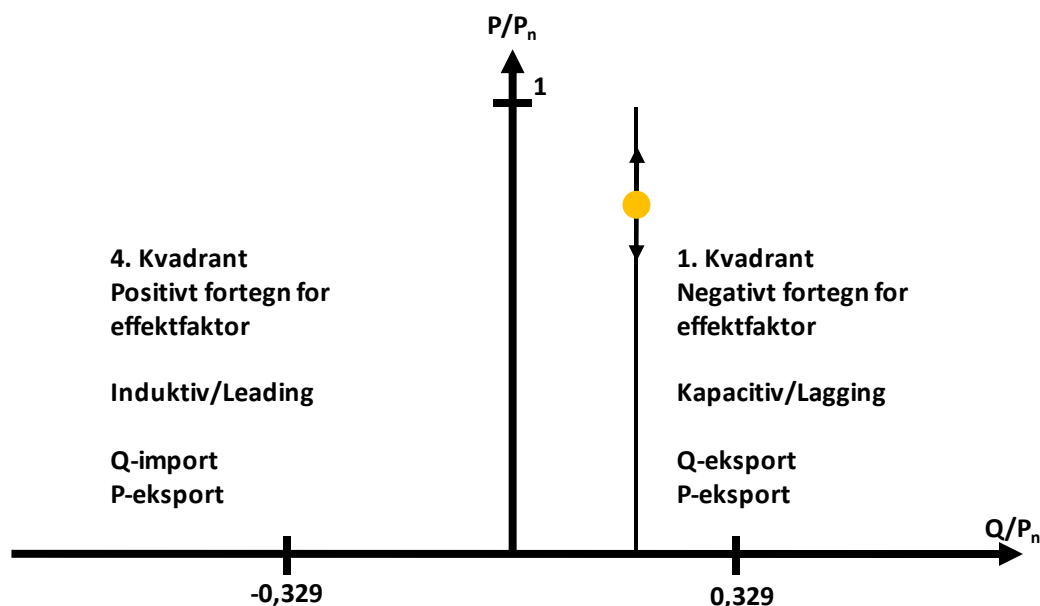
Aktiveringsniveauet for funktionen er normalt 105 % af U_c , og deaktiveringsniveauet er 100 % af U_c .

Et produktionsanlæg må ikke udveksle reaktiv effekt med det kollektive elforsyningsnet, medmindre andet er aftalt med elforsyningsvirksomheden. Dvs. produktionsanlægget skal producere ved en effektfaktor på 1 som standard.

Hvis funktionen skal aktiveres, aftales de aktuelle indstillingsværdier for reguleringsfunktionen med elforsyningsvirksomheden.

4.4.4. Q-regulering

Et produktionsanlæg skal kunne udføre Q-regulering, som vist på figur 4.11.



Figur 4.11 – Eksempel på Q-regulering [Q setpunkt].

Reguleringen fra et setpunkt til et nyt punkt skal være udført inden for 1 minut.

Et produktionsanlæg må ikke udveksle reaktiv effekt med det kollektive elforsyningsnet, medmindre andet er aftalt med elforsyningsvirksomheden. Dvs. produktionsanlægget skal producere ved en effektfaktor på 1 som standard.

Hvis funktionen skal aktiveres, aftales de aktuelle indstillingsværdier for reguleringsfunktionen med elforsyningsvirksomheden.

Ændret krav:

Angivelse af setpunkter skal kunne ske i trin på 1 % af S_n eller bedre for effekter og 0,01 eller bedre for effektfaktor.

Reguleringen skal ske med en nøjagtighed på ± 2 % af S_n målt over en periode på 1 minut.

Det er tilladt at nøjagtigheden er dårligere end ± 2 % af S_n , når produktionen af aktiv effekt er under 10 % af S_n . Udvekslingen af ukontrolleret reaktiv effekt må aldrig være større end 10 % af S_n .

I tilfælde, hvor en eller flere elproducerende enheder i et elproducerende anlæg er ude til revision, accepteres det, at det elproducerende anlægs levering af reaktiv effekt reduceres pro rata i henhold til det antal elproducerende enheder, som er ude til revision.

Effektfaktor regulering:

Et produktionsanlæg skal kunne udføre effektfaktorregulering, så den reaktive effekt kan reguleres ved hjælp af fast effektfaktor.

Når et nyt setpunkt for effektfaktoren sættes, skal reguleringen være færdig inden for 1 minut.

Produktionsanlægget skal producere ved en effektfaktor på 1 som standard.

Automatisk effektfaktorregulering:

Et produktionsanlæg skal kunne udføre automatisk effektfaktorregulering med standardindstillingerne for karakteristikken angivet i tabel x.

Punkter for karakteristikken

Punkt	P/Pn	Effektfaktor
1	0,0	1,0
2	0,5	1,0
3	1,0	0,9 induktiv

Aktiveringsniveauet for funktionen er normalt 105 % af U_n , og deaktiveringsniveauet er 100% af U_n . For anlæg tilsluttet lavspændingsnettet er U_c lig med U_n .

Reguleringen af den reaktive effekt skal være færdig inden for 10 sekunder, efter den aktive effekt har stabiliseret sig.

Hvis funktionen aktiveres, aftales de aktuelle indstillingsværdier for reguleringsfunktionen med elforsyningsvirksomheden.

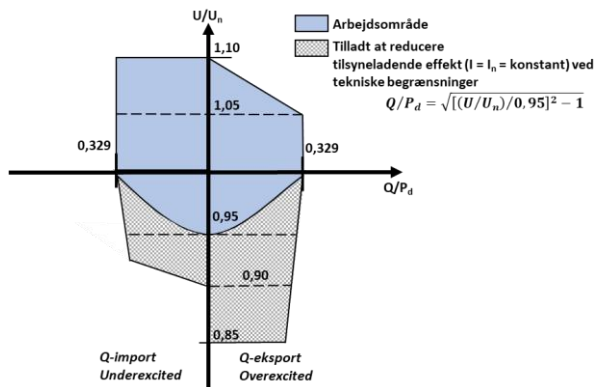
Q-regulering:

Et produktionsanlæg skal kunne udføre Q-regulering.

Reguleringen fra et setpunkt til et nyt setpunkt skal være udført inden for 1 minut.

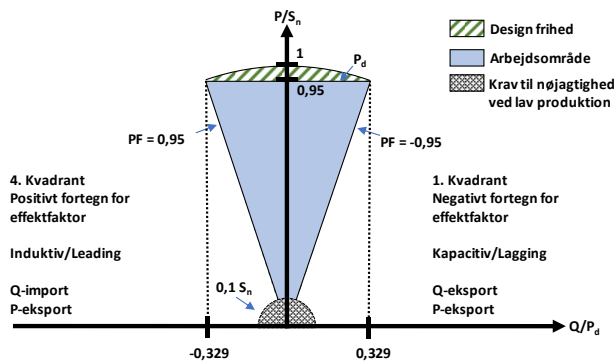
Anlæg tilsluttet lavspændingsnettet:

Et synkront produktionsanlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i POC, som angivet i figur x.



Et synkront produktionsanlæg skal være i stand til at levere reaktiv ved forskellige niveauer af aktiv effekt, som angivet i figur x.

Et synkront produktionsanlæg, hvor P_d er mindre end P_n , er drift inden for området "designfrihed" tilladt. Det synkron produktionsanlæg må ikke levere en aktiv effekt, som er større end P_n .

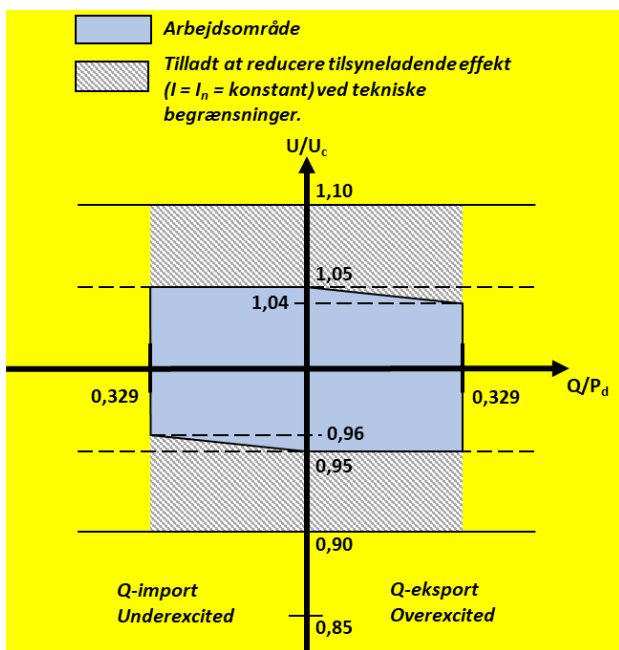


Uden for der beskrevne arbejdsområder skal et synkront produktionsanlæg levere en stabil reaktiv effekt, som skal være i overensstemmelse med den valgte reguleringsform, og som kun må være begrænset af anlæggets tekniske ydeevne som fx mætning eller underkompensering.

Anlæg tilsluttet mellem- og højspændingsnettet:

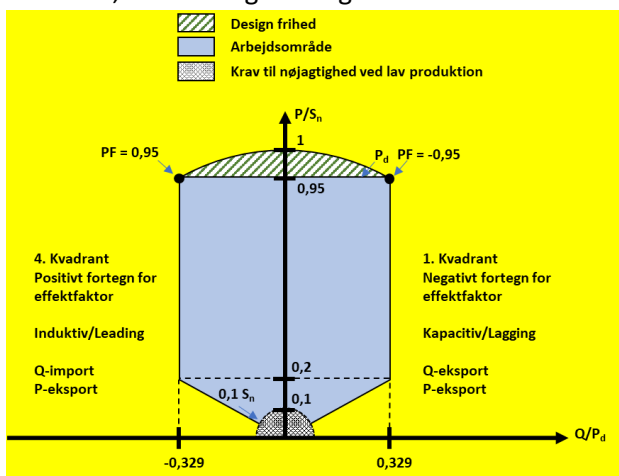
Når et produktionsanlæg skal levere eller optage reaktiv effekt, er det tilladt at reducere produktionen af aktiv effekt for at overholde produktionsanlæggets nominelle tilsyneladende effekt. Reduktionen skal være så lille som teknisk muligt.

Et synkront produktionsanlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i POC, som angivet i figur x.



I det skraverede område skal produktionsanlægget levere en stabil reaktiv effekt, som skal være i overensstemmelse med den valgte reguleringsform, og som kun må være begrænset af anlæggets tekniske ydeevne, som fx mætning eller underkompensering.

Et produktionsanlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt, som er angivet i figur x.



Begrundelse for ændring:

I normaldrift er levering af reaktiv effekt gået fra at være en tjeneste til en ydelse og skal derfor markedsudsættes. Derved er der ikke længere en risiko for, at elforsyningsvirksomhedens efterspørgsel på reaktiv effekt påvirker anlægsejers balance i de eksisterende elmarkeder uden forudgående kontrakt om levering af reaktiv effekt. Det medfører, at ansvaret for, at der ikke sker negative interaktioner med eksisterende elmarkeder ved levering af reaktiv effekt, nu ene og alene påhviler anlægsejer.

Green Power Denmark ser det derfor ikke som nødvendigt at påtvinge overdimensionering af synkron produktionsanlæg af type B tilsluttet mellem- og højspændingsnettet for at sikre, at der kan leveres reaktiv effekt i unormale driftssituationer. Opstår behovet for levering af

systemydelse i form af fuld reaktiv effekt, kan elforsyningsvirksomheden påtvinge en nedregulering af den aktive effekt til P_d for at sikre, at anlægget kan levere den fulde reaktive effekt, der er nødvendig for at levere den påkrævede systemydelse.

I nøddrift (på systemniveau) vurderes det, at der ikke vil være noget synderligt tab af funktionalitet for elsystemet ved ændringen grundet anlæggenes størrelse og forudgående kendskab til anlæggenes tekniske begrænsninger. I nøddrift er elmarkedet alligevel sat ud af drift, så der kan ikke være negativ interaktion med eksisterende elmarkeder ved levering af reaktiv effekt.

Det nye krav vil kunne frigøre produktion af aktiv effekt for eksisterende anlæg. Netvirksomhederne vurderer dog at enkelte krav ikke kan rulles tilbage, og eksisterende anlæg der ønsker dette lempeligere krav implementeret efter en eventuel godkendelse, vil derfor skulle opfylde alle gældende krav på det pågældende tidspunkt.

Formalia ændret i led med overgangen fra tekniske betingelser til kravdokumentet.

Green Power Denmark vurderer, at en lempelse af kravet er i overensstemmelse med RfG artikel 7, stk. 3.

Krav til reaktiv effekt for type C og D synkrone produktionsanlæg

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre - efter aftale med Energinet - kravene i henhold til RfG artikel 18, stk. 2, litra a) og b).

Eksisterende krav for synkrone produktionsanlæg af type C:

Et produktionsanlæg skal kunne levere reaktiv effekt. Kun en af de krævede funktioner kan være aktiv ad gangen.

Angivelse af setpunkter skal kunne ske i trin på 100 kVAr eller bedre for effekter og 0,01 eller bedre for effektfaktor.

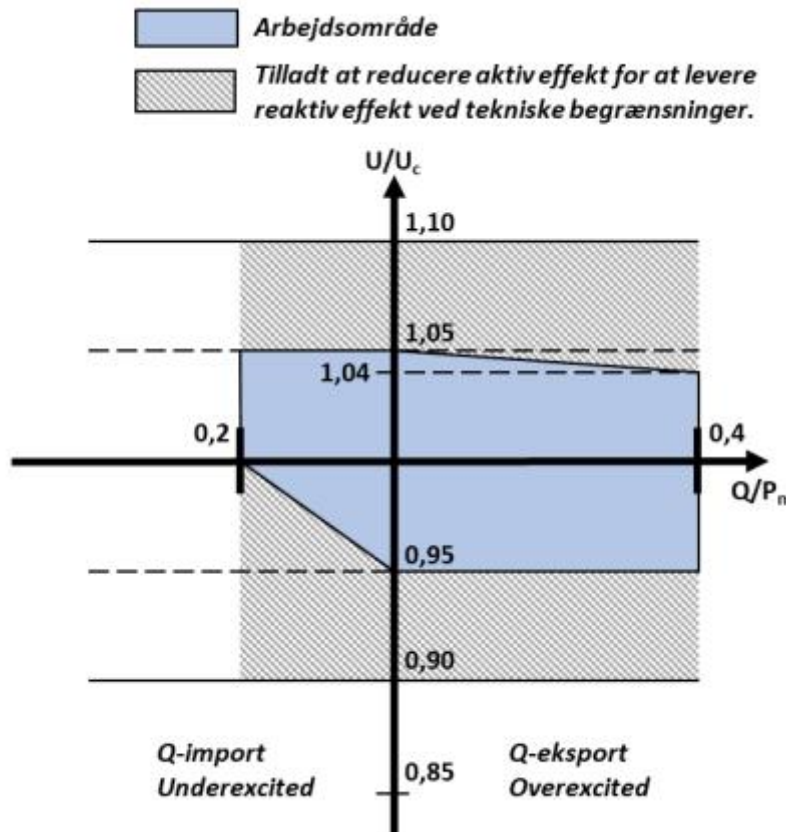
Reguleringen skal ske med en nøjagtighed på $\pm 3\%$ af Q_n eller bedre. Nøjagtigheden for regulering måles over en periode på 1 minut.

I tilfælde, hvor en eller flere elproducerende enheder i et produktionsanlæg er ude til revision, accepteres det, at produktionsanlæggets levering af reaktiv effekt reduceres pro rata i henhold til det antal elproducerende enheder, som er ude til revision.

Det påhviler anlægsejer at kompensere for anlægsinfrastrukturens reaktive effekt i situationer, hvor anlægget er udkoblet eller ikke producerer aktiv effekt.

5.4.1.1. (a) Et synkront produktionsanlæg

Ved maksimal produktion af aktiv effekt skal et synkront produktionsanlæg være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i nettilslutningspunktet (POC), som angivet i figur 5.4.



Figur 5.4 – Krav til levering af reaktiv effekt ved maksimal produktion af aktiv effekt.

I det skraverede område på figur 5.4 skal det synkrone produktionsanlæg levere en stabil reaktiv effekt, som skal være i overensstemmelse med den valgte reguleringsform, og som kun må være begrænset af enhedens tekniske ydeevne, som fx mætning eller underkompensering.

Eksisterende krav for synkrone produktionsanlæg af type D:

Et produktionsanlæg skal kunne levere reaktiv effekt. Kun en af de krævede funktioner kan være aktiv ad gangen.

Angivelse af setpunkter skal kunne ske i trin på 100 kVAr eller bedre for effekter og 0,01 eller bedre for effektfaktor.

Reguleringen skal ske med en nøjagtighed på $\pm 3\%$ af Q_n eller bedre. Nøjagtigheden for regulering måles over en periode på 1 minut.

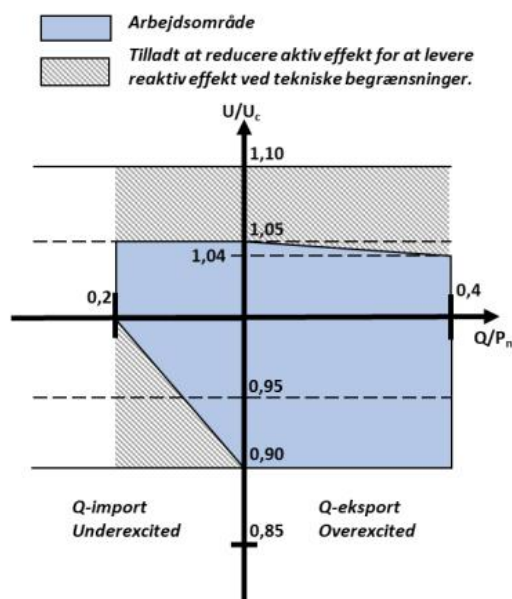
I tilfælde, hvor en eller flere elproducerende enheder i et produktionsanlæg er ude til revision, accepteres det, at produktionsanlæggets levering af reaktiv effekt reduceres pro rata i henhold til det antal elproducerende enheder, som er ude til revision.

Det påhviler anlægsejer at kompensere for anlægsinfrastrukturens reaktive effekt i situationer, hvor anlægget er udkoblet eller ikke producerer aktiv effekt.

6.4.1.1. (a) Et synkront produktionsanlæg

Ved maksimal produktion af aktiv effekt skal et synkront produktionsanlæg være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i nettilslutningspunktet (POC), som angivet i figur 6.1.

I det skraverede område på figur 6.1 skal det synkrone produktionsanlæg levere en stabil reaktiv effekt, som skal være i overensstemmelse med den valgte reguleringsform, og som kun må være begrænset af enhedens tekniske ydeevne, som fx mætning eller underkompensering.



Figur 5.4 – Krav til levering af reaktiv effekt ved maksimal produktion af aktiv effekt.

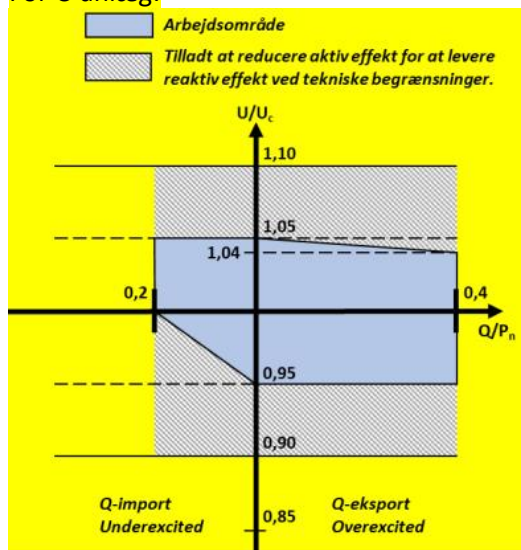
Ændret krav:

Artikel 18 stk. 2, litra a):

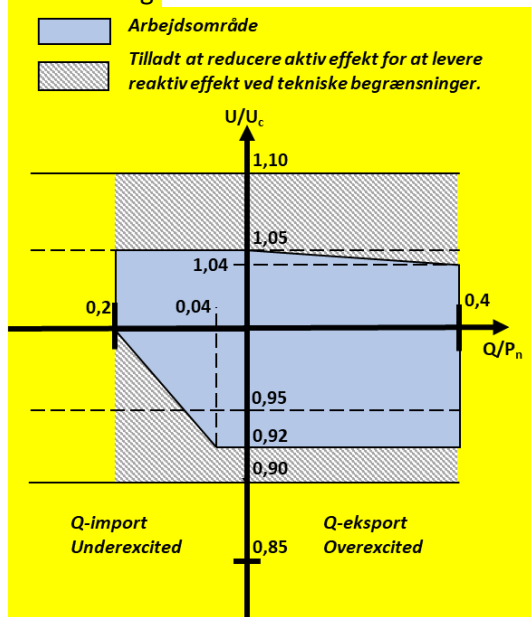
Det påhviler anlægsejer at kompensere for anlægsinfrastrukturens reaktive effekt i situationer, hvor anlægget er udkoblet eller ikke producerer aktiv effekt.

Artikel 18 stk. 2, litra b):

For C-anlæg:



For D-anlæg:



Artikel 18 stk. 2, litra c):

Angivelse af setpunkter skal kunne ske i trin på 100 kVAr eller bedre for effekter og 0,01 eller bedre for effektfaktor.

Reguleringen skal ske med en nøjagtighed på $\pm 3\%$ af Q_n eller bedre. Nøjagtigheden for regulering måles over en periode på 1 minut.

Begrundelse for ændring:

Flere dele af det godkendte krav er indeholdt i de normative krav. Artikel 18 stk. 2 litra b) indeholder kun hjemmel til at fastsætte arbejdsområdet.

De danske netvirksomheder driver ikke nettene under $0,92 U_c$. Kravets nedre spændingsgrænse justeres derfor til $0,92 U_c$. Kravet ændres derfor med henblik på at afspejle den faktiske driftssituation. Green Power Denmark vurderer, at en sådan justering er i overensstemmelse med proportionalitetsprincippet i RfG artikel 7, stk. 3 Green Power Denmark vurderer, at en ændring fra 0,9 til 0,92 er en lempelse af kravet overfor anlægsejer og muliggør, at anlægget kan benytte en større del af sin nominelle effekt til at levere aktiv effekt. Herved vil der være en potentiel økonomisk gevinst for anlægsejer ved den anmeldte ændring.

Det første og det andet afsnit er taget ud af kravet, da disse vejledende tekst.

Krav til spændingsregulering af synkron produktionsanlæg af type D

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre kravet i henhold til RfG artikel 19, stk. 2, litra a).

Eksisterende krav:

Krav til magnetiseringsystem:

De specifikke krav til og indstillinger for magnetiseringssystem og PSS aftales med elforsyningsvirksomheden og den systemansvarlige virksomhed.

Magnetiseringssystem

Et synkront produktionsanlæg skal være udstyret med et kontinuert fungerende automatisk magnetiseringssystem. Formålet er at sikre stabil drift af anlægget, samt give mulighed for at bidrage til regulering af spænding og/eller den reaktive effektbalance i det kollektive elforsyningsnet.

Magnetiseringssystemet skal konstrueres i overensstemmelse med den europæiske standard DS/EN 60034-16-1:2011 "Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Chapter 1: Definitions" og DS/CLC/TR 60034-16-3:2004 "Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Section 3: Dynamic performance".

I tilfælde af netforstyrrelser der medfører spændingsreduktion, skal generatoren i mindst 10 sekunder kunne overmagnetiseres 1,6 gange magnetiseringsstrøm og -spænding ved nominel effekt og $\text{tg}\varphi = 0,4$ i POC og normal driftsspænding. Hvis overmagnetiseringsegenskaben afhænger af spændingen i POC, skal den nævnte egenskab være tilgængelig ved reduceret netspænding i POC ned til 0,6 pu.

Generatorens overmagnetiseringsbeskyttelse og anden beskyttelse skal konstrueres og indstilles, så generatorens evne til midlertidig overbelastning kan udnyttes af uden at overskride generatorens termiske grænser.

Magnetiseringssystemets begrænserfunktioner skal være selektive med anlæggets beskyttelsesfunktioner, og derved muliggøre kortvarig udnyttelse af overbelastningsegenskaber uden udkobling af anlægget.

Magnetiseringssystemets tidsrespons (målt på generatorklemmerne) under gomgang (generatoren er frakoblet nettet og drevet ved nominel omløbshastighed) ved en momentan 10 % ændring af referencespændingen skal være ikke-oscillerende, og have en stigetid ("rise-time"), som defineret i DS/EN 60034-16-3, på maksimalt 0,3 sekund for et statisk magnetiseringssystem. For et roterende magnetiseringssystem ("rotating exciter") tillades et tidsrespons på maksimal 0,5 sekund ved en positiv 10 % ændring af referencespændingen og tilsvarende maksimalt 0,8 sekund ved en negativ 10 % ændring af referencespændingen.

Magnetiseringssystemets oversving ("overshoot") målt på generatorklemmerne, som defineret i DS/EN 60034-16-3, ved en momentan 10 % ændring i referencespændingen, må maksimalt være 15 % af ændringen.

Power system stabilizer (PSS)

PSS-funktionen skal anvende input fra både rotorhastighed/netfrekvens og aktiv effekt (dual input) til at udlede stabilitetssignalet, hvor en dæmpetilsats af type IEEE PSS2B, jf. IEEE 421.4, er normgivende.

Justering af PSS-funktionen skal være således, at der opnås en betydelig dæmpning i frekvensområdet 0,2 til 0,7 Hz.

Fasen for det tilførte dæmpningssignal, som produceres af PSS-funktionen, skal i frekvensområdet 0,2 til 2 Hz være i fase med hastighedsændringen for generatorens rotor. Afvigelser på op til -30 grader (underkompenseret) kan accepteres.

Dæmpningen af anlæggets effektoscillationer (eksponentielt aftagende funktion) skal ved alle arbejds punkter, og ved enhver forstyrrelse med PSS-funktionen aktiveret, være hurtigere end 1 sekund.

Anlæggets naturlige dæmpning af "local mode" effektoscillationer må ikke påvirkes negativt af PSS-funktionen.

Justering af PSS-funktionen skal være således, at ændringer af anlæggets arbejds punkt (aktiv effekt) under normal drift, eller ved en fejl i fx turbineregulator, kedelanlæg, fødevandsanlæg eller andre hjælpekraftanlæg, ikke må medføre, at spændingen på højspændingssiden af anlæggets maskintransformer ændres mere end 1 %.

PSS-udgangssignalet skal begrænses, således at aktivering af PSS-funktionen ikke medfører en ændring af generatorspændingen større end ± 5 % af generatorens nominelle spænding. Det er tilladt, at grænserne reduceres automatisk og dynamisk af spændingsregulatoren, fx ved aktivering af magnetiseringssystemets begrænserfunktioner.

PSS-funktionen skal deaktiveres automatisk, når den producerede aktive effekt er mindre end 20 % af nominal effekt. Det skal være muligt at ind- og udkoble PSS-funktionen. Ved udkobling af PSS-funktionen skal der afgives en alarm.

Verifikationskrav magnetiseringssystem

Verifikation af ovenstående funktionskrav til magnetiseringsudstyret skal vedlægges som dokumentation. Udførte simuleringer, relevante målinger fra idriftsættelsestest, funktionsbeskrivelser samt "as build" indstillingsværdier skal vedlægges som del af den samlede anlæggsdokumentation.

Koordinering mellem begrænserfunktioner og beskyttelsesfunktioner dokumenteres ved et PQ-diagram for hhv. statisk og dynamisk karakteristik, indeholdende funktionstider og aktiveringsniveauer.

Simulering, analyse og idriftsættelsestest skal anvendes til at dokumentere, at magnetiseringssystemet har tilfredsstillende dynamiske egenskaber.

De udførte simuleringer skal omfatte nedenstående testscenarier:

1. RMS-simulering af spændingsdyk i henholdt til nedstående funktion, hvor maskinens før fejl driftspunkt er defineret ved $U_{POC} = 1$ pu, $P = 1$ pu, $Q_{POC} = 0,4$ pu:
 - a. $U_{poc}(t) = \{ 1 \text{ pu hvor } t < 0 \text{ s}; 0,6 \text{ pu hvor } t > 0 \text{ s}$
2. RMS-simulering af stepresponstest ved en momentan +/- 10 % ændring af reference-spændingen, hvor maskinen drives i tomgang og ved nominal omløbshastighed.

Den udførte idriftsættelsestest skal indeholde nedenstående tests:

1. Stepresponstest ved en momental +/- 10 % ændring af referencespændingen, hvor maskinen drives i tomgang og ved nominel omløbshastighed.
2. Test af selektivitet mellem undermagnetiseringsbeskyttelse og undermagnetiseringsbegrænsere. Dette udføres ved:
 - a. Stepresponstest, hvor maskinen forsøges tvunget i et undermagnetiseret arbejds punkt, som ligger uden for det tilladelige arbejdsområde for undermagnetiseringsbegrænsere.
 - b. Oprampning af aktiv effekt, fra P_{min} til P_n, hvor maskinen inden påbegyndelse af test, ligger i et undermagnetiseret arbejds punkt.
3. Test af selektivitet mellem overmagnetiseringsbeskyttelse og overmagnetiseringsbegrænsere. Dette udføres ved:
 - a. Steptestrespons, hvor maskinen forsøges tvunget i et overmagnetiseret arbejds punkt, som ligger uden for det tilladelige arbejdsområde for magnetiseringsbegrænsere.
 - b. Oprampning af aktiv effekt, fra P_{min} til P_n, hvor maskinen, inden påbegyndelse af test, ligger i et fuldt overmagnetiseret arbejds punkt.
4. Test af statorbegrænsers performance. Dette udføres ved:
 - a. Stepresponstest, hvor maskinen forsøges tvunget i et arbejds punkt, som ligger uden for den tilladelige strømværdi for statorstrømsbegrænsere. Testen udføres ved reduceret indstillinger.
5. Test af V/Hz-begrænsers performance. Dette udføres ved:
 - a. Stepresponstest, hvor maskinen forsøges tvunget i et arbejds punkt, som ligger uden for det tilladelige forhold mellem spænding og frekvens for V/Hz-begrænsere. Testen udføres ved reduceret indstillinger og hvor maskinen drives i tomgang og ved nominel omløbshastighed.
 - b. Ændring af omløbshastighed, hvor maskinen forsøges tvunget i et arbejds punkt, som ligger uden for det tilladelige forhold mellem spænding og frekvens for V/Hz-begrænsere. Testen udføres ved reduceret indstillinger og hvor maskinen drives i tomgang og ved nominel omløbshastighed før ændring af omløbshastighed.

Verifikationskrav PSS funktion

Overholdelse af ovenstående funktionskrav til PSS-funktionen skal vedlægges som dokumentation. Udførte simuleringer, relevante målinger fra idriftsættelsestest, funktionsbeskrivelser samt "as build" indstillingsværdier skal vedlægges som en del af den samlede anlægsdokumentation.

Simulering, analyse og idriftsættelsestest skal anvendes til at dokumentere, at de anvendte indstillingsværdier giver PSS-funktionen og det samlede magnetiseringssystem tilfredsstillende dynamiske egenskaber.

De udførte simuleringer skal omfatte nedenstående testscenarier, hvor disse, med undtagelse af Test 5, skal simuleres med PSS-funktionen aktiveret henholdsvis deaktiveret:

1. Verifikation af frekvenskarakteristikken, herunder fasekompensering af det samlede magnetiseringsanlæg, i form af Bode plots for forstærkning og fase.
2. Steprespons ved en momentan +/- 5 % ændring af referencespændingen. Simuleringer gennemføres for forskellige arbejds punkter, fx 25 %, 50 %, 75 % og 100 % af anlæggets nominelle effekt.
3. Generatornær kortslutning jf. afs. 6.1.3.2.

4. Udkobling af en linje, hvor ændringen i det kollektive elforsyningsnet går fra stærkeste til svageste netkonfiguration (kortslutningseffekt). Simuleringer gennemføres for forskellige arbejds punkter, fx 25 %, 50 %, 75 % og 100 % af anlæggets nominelle effekt.
5. Ændring af generatorens tilførte mekaniske effekt fra drivmaskinen i henholdende til nedstående funktioner (PSS-enhed skal være aktiv):
 - a. Sinusfunktion, $p(t) = A \cdot \sin(\omega \cdot t)$, $A = 0,1 \text{ pu}$, $\omega = 2 \cdot \pi \cdot 1/60 \text{ rad}$
 - b. Rampefunktion, $P(t) = \begin{cases} 0 \text{ pu} & \text{hvor } t < 0 \text{ s} \\ 0,25 \cdot t \text{ pu} & \text{hvor } 0 \text{ s} < t \leq 4 \text{ s} \\ 1 \text{ pu} & \text{hvor } t > 4 \text{ s} \end{cases}$
 - c. Stepfunktion, $p(t) = \begin{cases} 1 \text{ pu} & \text{hvor } t < 0 \text{ s} \\ 0,6 \text{ pu} & \text{hvor } t > 0 \text{ s} \end{cases}$

Den udførte idriftsættelse skal indeholde nedenstående tests:

1. Måling af fase og forstærkning (bode plot) for overføringsfunktionen $V_t(s)/V_{ref}(s)$ med PSS-funktionen deaktiveret og anlægget drevet "off-grid", ved nominal omløbshastighed og -terminalspænding.
2. Måling af fase og forstærkning (bode plot) for overføringsfunktionen $V_t(s)/V_{ref}(s)$ med PSS-funktionen deaktiveret og anlægget drevet "on-grid", ved et driftspunkt så tæt på $P = 0$ og $Q = 0$, som muligt.
3. Måling af overføringsfunktion for PSS-funktionen.
4. Stepresponstest ved en momentan +/- 5 % ændring af referencespændingen. Testen gennemføres for forskellige arbejds punkter, fx 25 %, 50 %, 75 % og 100 % af anlæggets nominelle effekt med PSS-funktionen aktiveret henholdsvis deaktiveret.
5. Forøgelse af PSS-forstærkning med en faktor 3 af den foreslåede værdi.

Ændret krav:

Note til artikel 19, stk. 2, litra a):

Parameter og indstillinger af komponenter til spændingsregulering aftales og defineres med udgangspunkt i en specifik analyse.

Magnetiseringssystem

Et synkront produktionsanlæg skal være udstyret med et kontinuert fungerende magnetiseringssystem. Formålet er at sikre stabil drift af anlægget, samt give mulighed for at bidrage til regulering af spænding og/eller den reaktive effektbalance i det kollektive elforsyningsnet.

Magnetiseringssystemet skal konstrueres i overensstemmelse med den europæiske standard DS/EN 60034-16-1:2011 "Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Chapter 1: Definitions", og DS/CLSC/TR 60034-16-3:2004 "Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Section 3: Dynamic performance".

I tilfælde af netforstyrrelser der medfører spændingsreduktion, skal generatoren i mindst 10 sekunder kunne overmagnetiseres 1,6 gange magnetiseringsstrøm og -spænding ved nominal effekt og $\text{tg}\varphi = 0,4$ i POC og nominal driftsspænding. Hvis overmagnetiseringsegenskaben afhænger af spændingen i POC, skal den nævnte egenskab være tilgængelig ved reduceret netspænding i POC ned til 0,6 p.u.

Generatorens overmagnetiseringsbeskyttelse og anden beskyttelse skal konstrueres og indstilles, så generatorens evne til midlertidig overbelastning kan udnyttes uden at overskride generatorens termiske grænser.

Magnetiseringssystemets begrænserfunktioner skal være selektive med anlæggets beskyttelsesfunktioner, og derved muliggøre kortvarig udnyttelse af overbelastningsegenskaber uden udkobling af anlægget.

Magnetiseringssystemets tidsrespons (målt på generatorklemmerne) under tomgang (generatoren er frakoblet nettet og drevet ved nominel omløbshastighed) ved en momentan 10 % ændring af referencespændingen skal være ikke-oscillerende, og have en stigetid ("rise-time"), som defineret i DS/EN 60034-16-3, på maksimalt 0,3 sekund for et statisk magnetiseringssystem. For et roterende magnetiseringssystem ("rotating exciter") tillades et tidsrespons på maksimal 0,5 sekund ved en positiv ændring af referencespændingen og tilsvarende maksimalt 0,8 sekund ved en negativ 10 % ændring af referencespændingen.

Magnetiseringssystemets oversving ("overshoot") målt på generator klemmerne, som defineret i DS/EN 60034-16-3, ved en momentan 10 % ændring i referencespændingen, må maksimalt være 15 % af ændringen.

Verifikationskrav magnetiseringssystem

Verifikationskrav af ovenstående funktionskrav til magnetiseringsudstyret skal vedlægges som dokumentation. Udførte simuleringer, relevant målinger fra idriftsættelsestest, funktionsbeskrivelser samt "as build" indstillingsværdier skal vedlægges som en del af den samlede anlægsdokumentation.

Koordinering mellem begrænserfunktioner og beskyttelsesfunktioner dokumenteres ved et P/Q-diagram for hhv. statisk og dynamisk karakteristik, indeholdende funktionstider og aktiveringsniveauer.

Simulering, analyse og idriftsættelsestest skal anvendes til at dokumentere, at magnetiseringssystemet har tilfredsstillende dynamiske egenskaber.

De udførte simuleringer skal omfatte nedenstående testscenarier:

1. RMS-simulering af spændingsdyk i henhold til nedstående funktion, hvor maskinens fejl driftspunkt er defineret ved $U_{POC} = 1$ p.u., $P = 1$ p.u., $Q_{POC} = 0,4$ p.u.:
 - a.
$$U_{poc}(t) = \begin{cases} 1 \text{ p.u. hvor } t < 0 \text{ s} \\ 0,6 \text{ p.u. hvor } t > 0 \text{ s} \end{cases}$$
 - b. RMS-simulering af stepresponstest ved en momentan +/- 10 % ændring af referencespændingen, hvor maskinen drives i tomgang ved nominel omløbshastighed.

Den udførte idriftsættelsestest skal indeholde nedenstående tests:

1. Stepresponstest ved en momentan +/- 10 % ændring af referencespændingen, hvor maskinen drives i tomgang og ved nominel omløbshastighed.
2. Test af selektivitet mellem undermagnetiseringsbeskyttelse og undermagnetiseringsbegrænser. Dette udføres ved:
 - a. Stepresponstest, hvor maskinen forsøges tvunget i et undermagnetiseret arbejds punkt, som ligger uden for det tilladelige arbejdsområde for undermagnetiseringsbegrænser.

- b. Opramning af aktiv effekt, fra P_{min} til P_n , hvor maskinen, inden påbegyndelse af test, ligger i et fuld undermagnetiseret arbejds punkt.
- 3. Test af selektivitet mellem overmagnetiseringsbeskyttelse og overmagnetiseringsbegrænsere. Dette udføres ved:
 - a. Stepresponstest, hvor maskinen forsøges tvunget i et overmagnetiseret arbejds punkt, som ligger uden for det tilladelige arbejdsområde for overmagnetiseringsbegrænsere.
 - b. Opramning af aktiv effekt, fra P_{min} til P_n , hvor maskinen, inden påbegyndelse af test, ligger i et fuldt overmagnetiseret arbejds punkt.
- 4. Test af statorstrømbegrænsers performance. Dette udføres ved:
 - a. Stepresponstest, hvor maskinen forsøges tvunget i et arbejds punkt, som ligger uden for den tilladte strømværdi for statorstrømbegrænsere. Testen udføres ved reduceret indstillinger.
- 5. Test af V/Hz-begrænsers performance. Dette udføres ved:
 - a. Stepresponstest, hvor maskinen forsøges tvunget i et arbejds punkt, som ligger uden for det tilladte forhold mellem spænding og frekvens for V/Hz-begrænsere. Testen udføres ved reduceret indstillinger og hvor maskinen drives i tomgang og ved nominel omløbshastighed.
 - b. Ændring af omløbshastighed, hvor maskinen forsøges tvunget i et arbejds punkt, som ligger uden for det tilladte forhold mellem spænding og frekvens for V/Hz-begrænsere. Testen udføres ved reduceret indstillinger og hvor maskinen drives i tomgang og ved nominel omløbshastighed før ændringen af omløbshastighed.

PSS-funktion

PSS-funktionen skal anvende input fra både rotorhastighed/netfrekvens og aktiv effekt (dual input) til at udlede stabilitetssignalet, hvor en dæmpetilsats af typen IEEE PSS2B, jf. IEEE 421.5 er normgivende.

Justering af PSS-funktionen skal være således, at der opnås en positiv dæmpning i frekvensområdet 0,2 Hz til 0,7 Hz.

Fasen af det tilførte dæmpningssignal som produceres af PSS-funktionen skal i frekvensområdet 0,2 til 2 Hz være i fase med hastighedsændringen for generatorens rotor, afvigelser på op til -30 grader (underkompenseret) kan accepteres.

Dæmpning af anlæggets effektoscillationer (eksponentielt aftagende funktion) skal ved alle arbejds punkter, og ved enhver forstyrrelse med PSS-funktionen aktiveret, være hurtigere end 1 sekund.

Anlæggets naturlige dæmpning af "local mode" effektoscillationer må ikke påvirkes negativt af PSS-funktionen.

Justering af PSS-funktionen skal være således, at ændringer af anlæggets arbejds punkt (aktiv effekt) under normal drift, eller ved en fejl i fx turbineregulator, kedelanlæg, fødevandsanlæg

eller andre hjælpekraftsanlæg, ikke må medføre, at spændingen på højspændingssiden af anlæggets maskintransformer ændres mere end 1 %.

PSS-udgangssignalet skal begrænses, således at aktivering af PSS-funktionen ikke medfører en ændring af generatorspændingen større end +/- 5 % af generatorens nominelle spænding. Det er tilladt, at grænserne reduceres automatisk og dynamisk af spændingsregulatoren, fx ved aktivering af magnetiseringssystemets begrænserefunktioner.

PSS-funktionen skal deaktiveres automatisk, når den producerede aktive effekter mindre end 20 % af nominel effekt.

Det skal være muligt at ind- og udkoble PSS-funktionen. Ved udkobling af PSS-funktionen skal der afgives en alarm.

Verifikationskrav PSS-funktion

Overholdelse af ovenstående funktionskrav til PSS-funktionen skal vedlægges som dokumentation. Udførte simuleringer, relevante målinger fra idriftsættelsestest, funktionsbeskrivelser samt "as build" indstillingsværdier skal vedlægges som en del af den samlede anlæggsdokumentation.

Simulering, analyse og idriftsættelsestest skal anvendes til at dokumentere, at de anvendte indstillingsværdier giver PSS-funktionen og det samlede magnetiseringssystem tilfredsstillende dynamiske egenskaber.

De udførte simuleringer skal omfatte nedenstående testscenarier, hvor disse, med undtagelse af Test 5, skal simuleres med PSS-funktionen aktiveret henholdsvis deaktiveret:

1. Verifikation af frekvenskarakteristikken, herunder korrekt fasekompensering af det samlede magnetiseringsanlæg, i form af Bode plots for forstærkning af fase.
2. Steprespons ved en momentan +/- 5 % ændring af referencespændingen. Simuleringer gennemføres for forskellige arbejds punkter, fx 25 %, 50 %, 75 % og 100 % af anlæggets nominelle effekt.
3. Generatornær kortslutning
4. Udkobling af en linje, hvor ændringen i det kollektive elforsyningsnet, går fra stærkeste til svageste netkonfiguration (kortslutningseffekt). Simuleringer gennemføres for forskellige arbejds punkter, fx 25 %, 50 %, 75 % og 100 % af anlæggets nominelle effekt.
5. Ændring af generatorens tilførte mekaniske effekt fra drivmaskinen i henholdende til nedstående funktioner (PSS-enhed skal være aktiv):

a. Sinusfunktion, $p(t) = A \cdot \sin(\omega \cdot t)$, $A = 0,1 \text{ p.u.}$, $\omega = 2 \cdot \pi \cdot \frac{1}{60} \text{ rad}$

b. Rampefunktion, $p(t) = \begin{cases} 0 \text{ p.u. hvor } t < 0 \text{ s} \\ 0,25 \cdot t \text{ p.u. hvor } 0 \text{ sec} < t \leq 4 \text{ s} \\ 1 \text{ p.u. hvor } t > 4 \text{ s} \end{cases}$

c. Stepfunktion, $p(t) = \begin{cases} 1 \text{ p.u. hvor } t < 0 \text{ s} \\ 0,6 \text{ p.u. hvor } t > 0 \text{ s} \end{cases}$

Den udførte idriftsættelsestest skal indeholde nedenstående tests:

1. Måling af fase og forstærkning (bode plot) for overføringsfunktionen $V_t(s)/V_{ref}(s)$ med PSS-funktionen deaktiveret og anlægget drevet "off-grid", ved nominel omløbshastighed og -terminalspænding

2. Måling af fase og forstærkning (bode plot) for overføringsfunktionen $V_t(s)/V_{ref}(s)$ med PSS-funktionen deaktiveret og anlægget drevet "on-grid", ved et driftspunkt så tæt på $P = 0$ og $Q = 0$, som muligt.
3. Måling af overføringsfunktion for PSS-funktionen.
4. Stepresponstest ved en momentan +/- 5 % ændring af referencespændingen. Testen gennemføres for forskellige arbejds punkter, fx 25 %, 50 %, 75 % og 100 % af anlæggets nominelle effekt med PSS-funktionen aktiveret henholdsvis deaktiveret.
5. Forøgelse af PSS-forstærkning med en faktor 3 af den foreslåede værdi.

Begrundelse:

Formulering ændret i led med overgangen fra tekniske betingelser til kravdokumentet. Der er ikke ændret i selve kravet, kun fremstillingen i kravdokumentet, derfor vurderer Green Power Denmark, at ændringsforslaget er i overensstemmelse med RfG artikel 7, stk. 3.

Krav til regulering af reaktiv effekt for type B elproducerende produktionsanlæg

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre kravet i henhold til RfG artikel 20, stk. 2, litra a).

Eksisterende krav for lavspændingstilsluttede anlæg af type B:

Et produktionsanlæg skal kunne levere reaktiv effekt. Kun en af de krævede reguleringsfunktioner kan være aktiv ad gangen.

Produktionsanlægget skal kunne regulere sin reaktive effekt ved brug af de funktioner og karakteristiker, som er beskrevet i afsnit 5.4.2 til 5.4.4. Angivelse af setpunkter skal kunne ske i trin på 1% af S_n eller bedre for effekter og 0,01 eller bedre for effektfaktor.

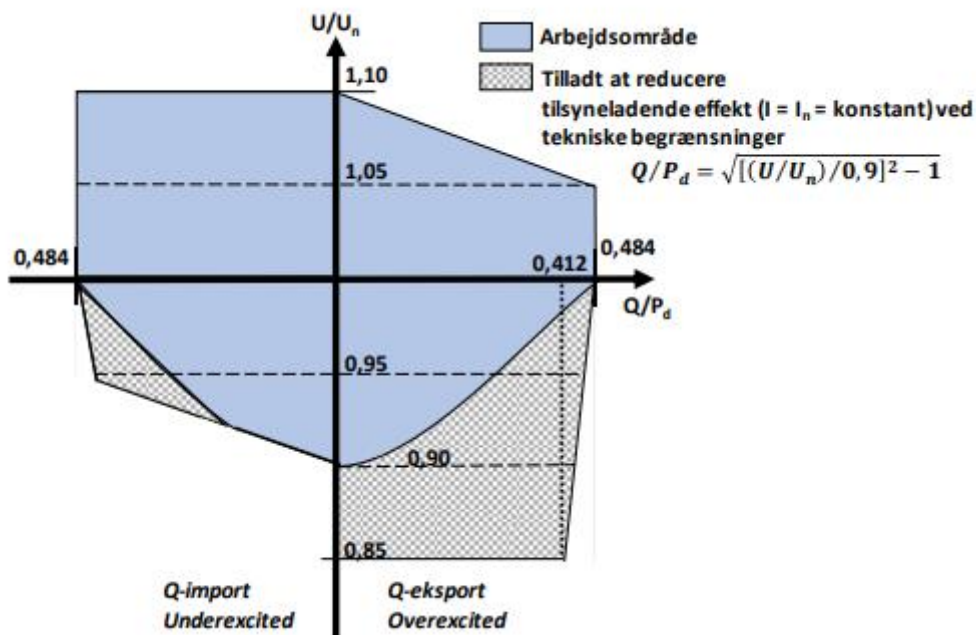
Reguleringen skal ske med en nøjagtighed på $\pm 2\%$ af nominel tilsyneladende effekt for produktionsanlægget. Nøjagtigheden for reguleringen måles over en periode på 1 minut.

Det er tilladt, at nøjagtigheden af reguleringen er dårligere end $\pm 2\%$ af S_n , når produktionen af aktiv effekt er under 10% af produktionsanlæggets nominelle tilsyneladende effekt. Dog må udvekslingen af ukontrolleret reaktiv effekt aldrig være større end 10% af produktionsanlæggets nominelle tilsyneladende effekt.

I tilfælde, hvor en eller flere elproducerende enheder i et elproducerende anlæg er ude til revision, accepteres det, at det elproducerende anlægs levering af reaktiv effekt reduceres pro rata i henhold til det antal elproducerende enheder, som er ude til revision.

5.4.1 Arbejdsområde for reaktiv effekt

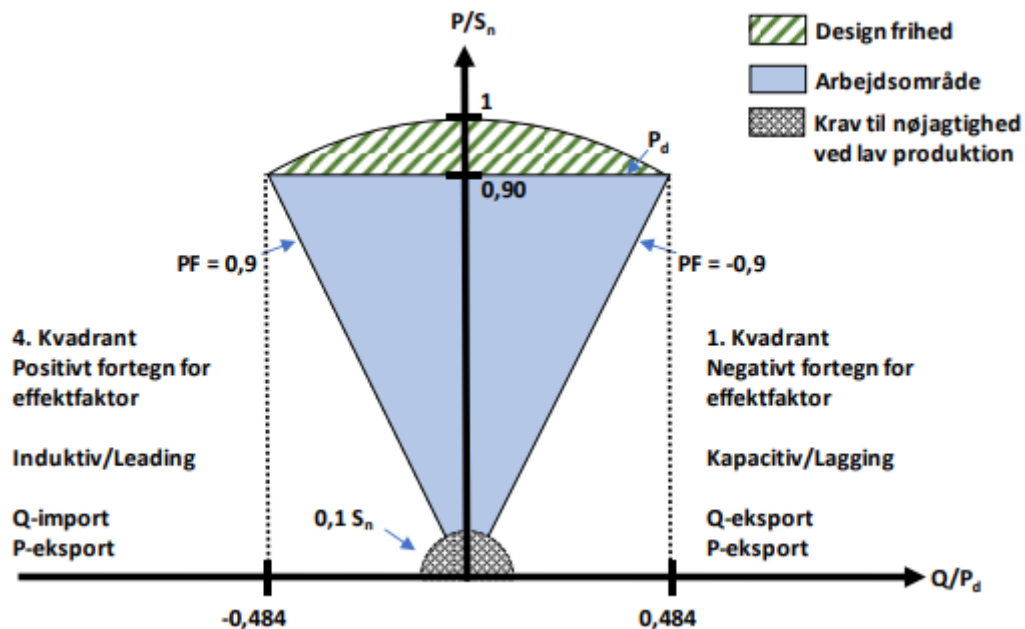
Et elproducerende anlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i nettilslutningspunktet (POC), som angivet i figur 5.6.



Figur 5.6 – Krav til levering af reaktiv effekt ved maksimal produktion af aktiv effekt.

Et elproducerende anlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt, som angivet i figur 5.7.

For elproducerende anlæg hvor P_d er mindre end P_n er drift inden for området "design frihed" tilladt. Det synkrone produktionsanlæg må ikke levere en aktiv effekt som er større end P_n .



Figur 5.7 – Krav til levering af reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt.

Uden for det på figur 5.6 og figur 5.7 beskrevne arbejdsområde skal et elproducerende anlæg levere en stabil reaktiv effekt, som skal være i overensstemmelse med den valgte

reguleringsform, og som kun må være begrænset af enhedens tekniske ydeevne, som fx mætning eller underkompensering.

5.4.2 Effektfaktorregulering

Samme som for kategori A.

5.4.3 Automatisk effektfaktorregulering

Samme som for kategori A.

5.4.4. Q-regulering

Samme som for kategori A.

Eksisterende krav for mellem- og højspændingstilsluttede anlæg af type B:

Et produktionsanlæg skal kunne levere reaktiv effekt. Kun en af de krævede reguleringsfunktioner kan være aktiv ad gangen.

Produktionsanlægget skal kunne regulere sin reaktive effekt ved brug af de funktioner og karakteristiker, som er beskrevet i afsnit 4.4.2 til 4.4.4. Angivelse af setpunkter skal kunne ske i trin på 1% af S_n eller bedre for effekter og 0,01 eller bedre for effektfaktor.

Reguleringen skal ske med en nøjagtighed på $\pm 2\%$ af nominel tilsyneladende effekt for produktionsanlægget. Nøjagtigheden for reguleringen måles over en periode på 1 minut.

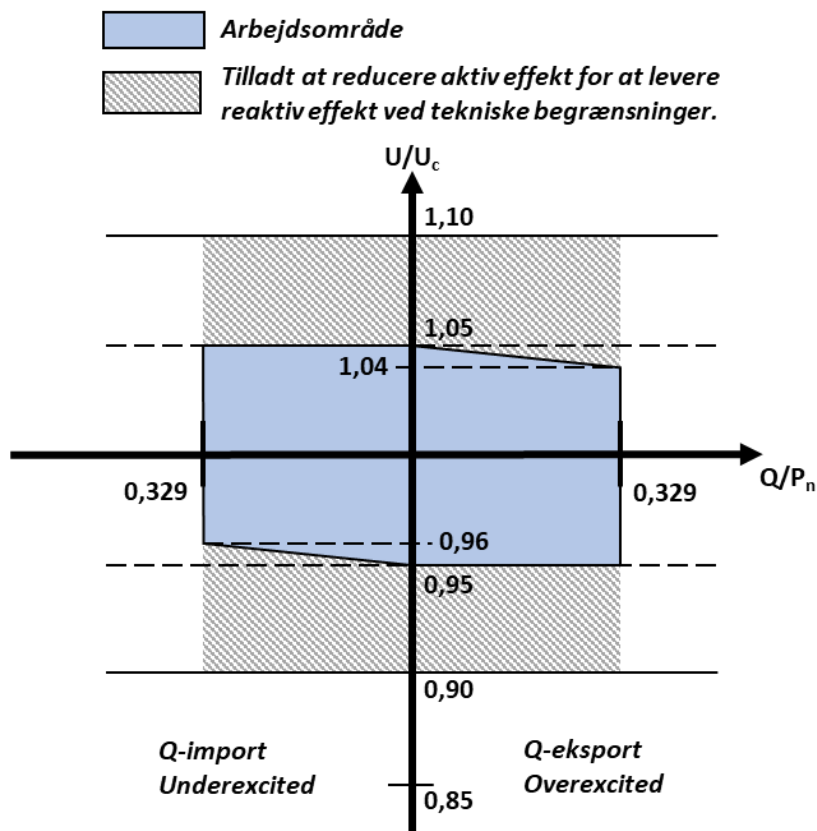
Det er tilladt, at nøjagtigheden af reguleringen er dårligere end $\pm 2\%$ af S_n , når produktionen af aktiv effekt er under 10% af produktionsanlæggets nominelle tilsyneladende effekt. Dog må udvekslingen af ukontrolleret reaktiv effekt aldrig være større end 10% af produktionsanlæggets nominelle tilsyneladende effekt.

I tilfælde, hvor en eller flere elproducerende enheder i et elproducerende anlæg er ude til revision, accepteres det, at det elproducerende anlægs levering af reaktiv effekt reduceres pro rata i henhold til det antal elproducerende enheder, som er ude til revision.

4.4.1 Arbejdsområde for reaktiv effekt

Ved maksimal produktion af aktiv effekt skal et produktionsanlæg være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i nettilslutningspunktet (POC), som angivet i figur 4.7

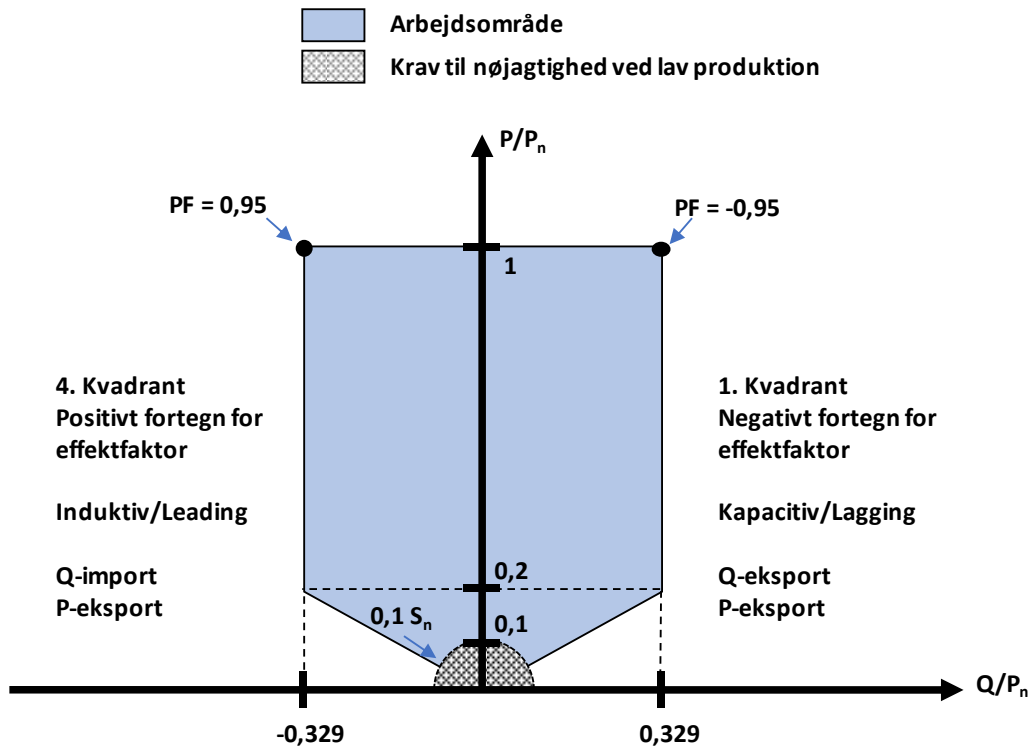




Figur 4.7 – Krav til levering af reaktiv effekt ved maksimal produktion af aktiv effekt.

I det skraverede område på figur 4.7 skal produktionsanlægget levere en stabil reaktiv effekt, som skal være i overensstemmelse med den valgte reguleringsform, og som kun må være begrænset af enhedens tekniske ydeevne, som fx mætning eller underkompensering.

Når produktionen af aktiv effekt er under den maksimale kapacitet, skal et produktionsanlæg være i stand til at arbejde inden for det område, som er angivet i figur 4.8.

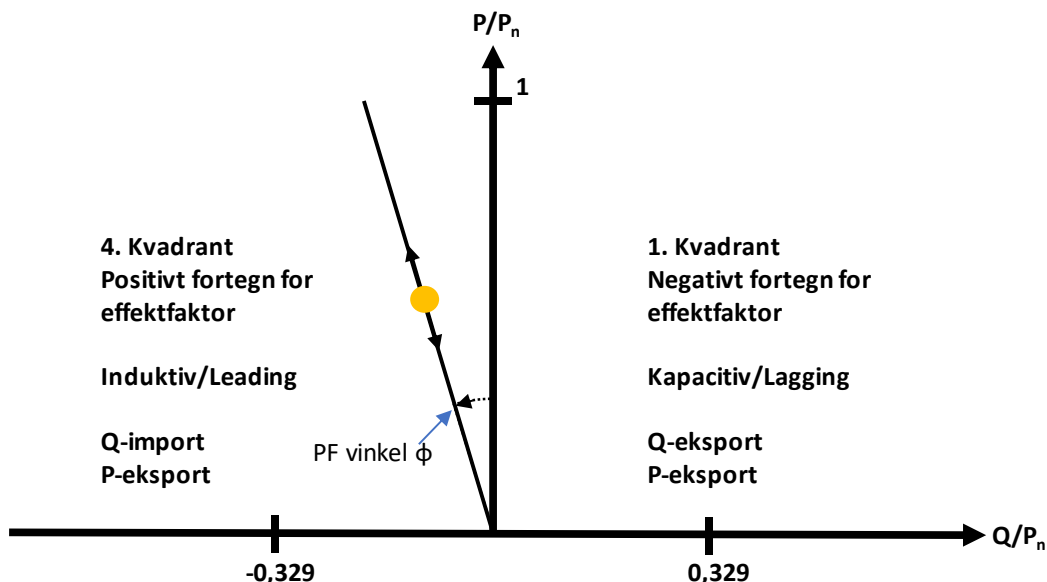


Figur 4.7 – Krav til levering af reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt.

4.4.2 Effektfaktorregulering

Et produktionsanlæg skal kunne udføre effektfaktorregulering, så den reaktive effekt kan reguleres ved hjælp af fast effektfaktor, se figur 4.9.

Når et nyt setpunkt for effektfaktoren sættes, skal reguleringen være færdig inden for 1 minut.



Figur 4.9 – Eksempel på effektfaktorregulering [$\cos \phi$ fix].

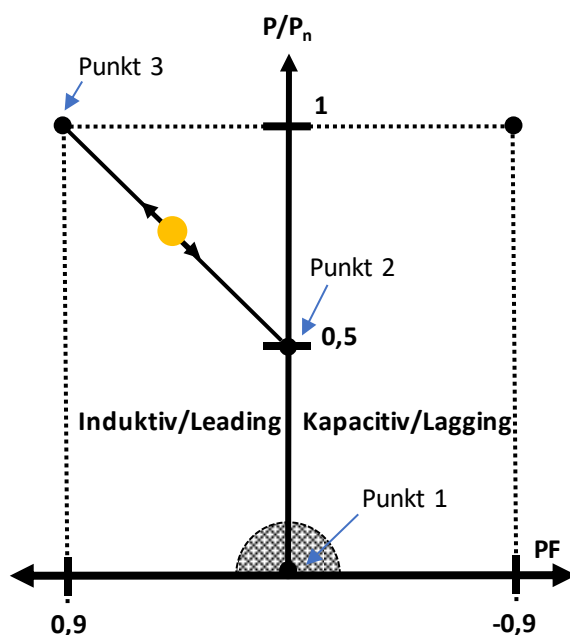
Et produktionsanlæg må ikke udveksle reaktiv effekt med det kollektive elforsyningsnet, medmindre andet er aftalt med elforsyningsvirksomheden. Dvs. produktionsanlægget skal producere ved en effektfaktor på 1 som standard.

Hvis funktionen skal aktiveres, aftales de aktuelle indstillingsværdier for reguleringsfunktionen med elforsyningsvirksomheden.

4.4.3 Automatisk effektfaktorregulering

Et produktionsanlæg skal kunne udføre automatisk effektfaktorregulering, som vist på figur 4.10.

Reguleringen af den reaktive effekt skal være færdig inden for 10 sekunder, efter den aktive effekt har stabiliseret sig.



Figur 4.10 – Standardindstilling for automatisk effektfaktorregulering [$\cos \phi (P)$].

Standardindstillingerne for karakteristikken er angivet i tabel 4.5.

Punkter for karakteristikken		
Punkt	P/P_n	Effektfaktor
1	0,0	1,0
2	0,5	1,0
3	1	0,9 ind

Tabel 4.5 – Punkter for karakteristikken.

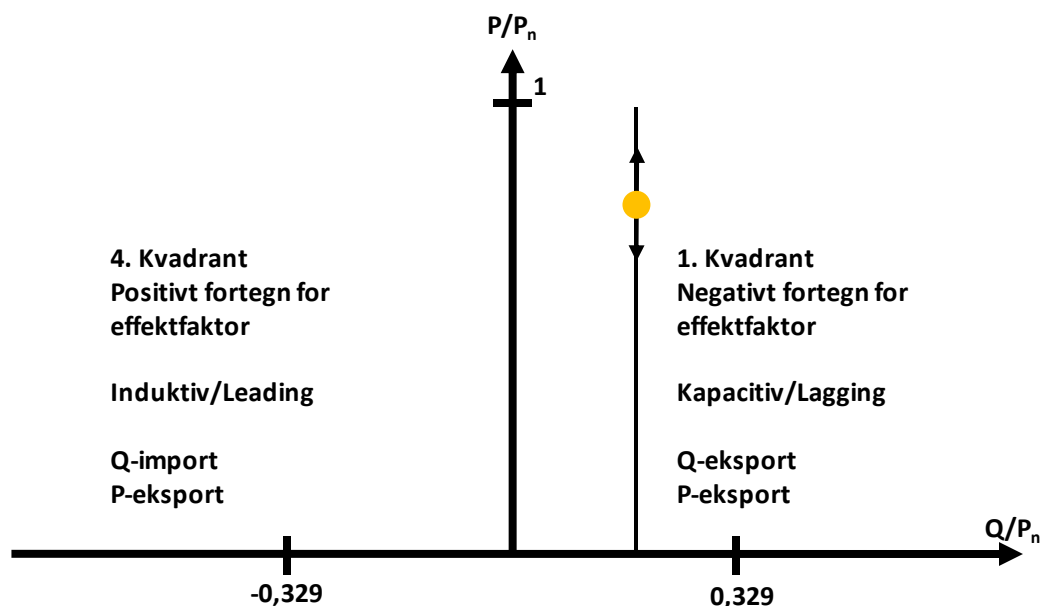
Aktiveringsniveauet for funktionen er normalt 105 % af U_c , og deaktiveringsniveauet er 100 % af U_c .

Et produktionsanlæg må ikke udveksle reaktiv effekt med det kollektive elforsyningsnet, medmindre andet er aftalt med elforsyningsvirksomheden. Dvs. produktionsanlægget skal producere ved en effektfaktor på 1 som standard.

Hvis funktionen skal aktiveres, aftales de aktuelle indstillingsværdier for reguleringsfunktionen med elforsyningsvirksomheden.

4.4.4. Q-regulering

Et produktionsanlæg skal kunne udføre Q-regulering, som vist på figur 4.11.



Figur 4.11 – Eksempel på Q-regulering [Q setpunkt].

Reguleringen fra et setpunkt til et nyt punkt skal være udført inden for 1 minut.

Et produktionsanlæg må ikke udveksle reaktiv effekt med det kollektive elforsyningsnet, medmindre andet er aftalt med elforsyningsvirksomheden. Dvs. produktionsanlægget skal producere ved en effektfaktor på 1 som standard.

Hvis funktionen skal aktiveres, aftales de aktuelle indstillingsværdier for reguleringsfunktionen med elforsyningsvirksomheden.

Ændret krav:

Angivelse af setpunkter skal kunne ske i trin på 1 % af S_n eller bedre for effekter og 0,01 eller bedre for effektfaktor.

Reguleringen skal ske med en nøjagtighed på ± 2 % af S_n målt over en periode på 1 minut.

Det er tilladt at nøjagtigheden er dårligere end ± 2 % af S_n , når produktionen af aktiv effekt er under 10 % af S_n . Udvekslingen af ukontrolleret reaktiv effekt må aldrig være større end 10 % af S_n .

I tilfælde, hvor en eller flere elproducerende enheder i et elproducerende anlæg er ude til revision, accepteres det, at det elproducerende anlægs levering af reaktiv effekt reduceres pro rata i henhold til det antal elproducerende enheder, som er ude til revision.

Effektfaktor regulering:

Et produktionsanlæg skal kunne udføre effektfaktorregulering, så den reaktive effekt kan reguleres ved hjælp af fast effektfaktor.

Når et nyt setpunkt for effektfaktoren sættes, skal reguleringen være færdig inden for 1 minut.

Produktionsanlægget skal producere ved en effektfaktor på 1 som standard.

Automatisk effektfaktorregulering:

Et produktionsanlæg skal kunne udføre automatisk effektfaktorregulering med standardindstillingerne for karakteristikken angivet i tabel x.

Punkter for karakteristikken

Punkt	P/Pn	Effektfaktor
1	0,0	1,0
2	0,5	1,0
3	1,0	0,9 induktiv

Aktiveringsniveauet for funktionen er normalt 105 % af U_n , og deaktiveringsniveauet er 100% af U_n . For anlæg tilsluttet lavspændingsnettet er U_c lig med U_n .

Reguleringen af den reaktive effekt skal være færdig inden for 10 sekunder, efter den aktive effekt har stabiliseret sig.

Hvis funktionen aktiveres, aftales de aktuelle indstillingsværdier for reguleringsfunktionen med elforsyningsvirksomheden.

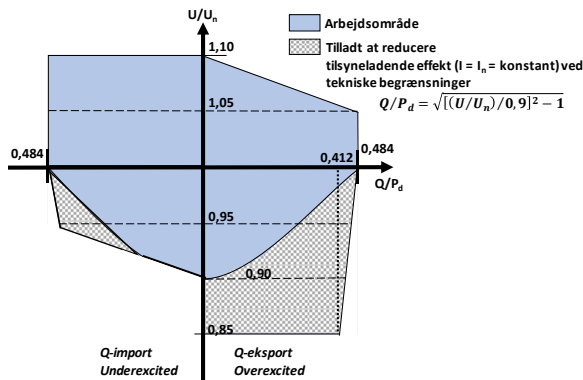
Q-regulering:

Et produktionsanlæg skal kunne udføre Q-regulering.

Reguleringen fra et setpunkt til et nyt setpunkt skal være udført inden for 1 minut.

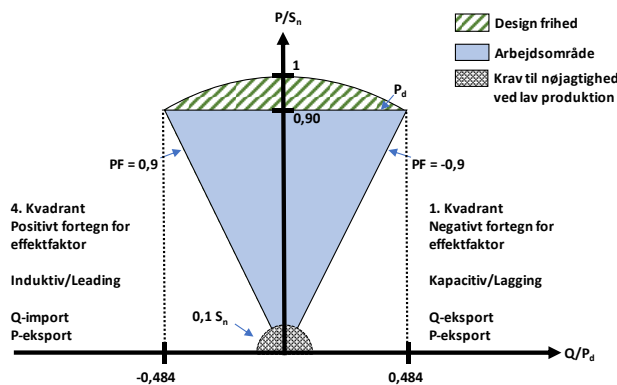
Anlæg tilsluttet lavspændingsnettet:

Et elproducerende produktionsanlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i POC, som angivet i figur x.



Et elproducerende produktionsanlæg skal være i stand til at levere reaktiv ved forskellige niveauer af aktiv effekt, som angivet i figur x.

Et elproducerende produktionsanlæg, hvor P_d er mindre end P_n , er drift inden for området "designfrihed" tilladt. Det elproducerende anlæg må ikke levere en aktiv effekt, som er større end P_n .

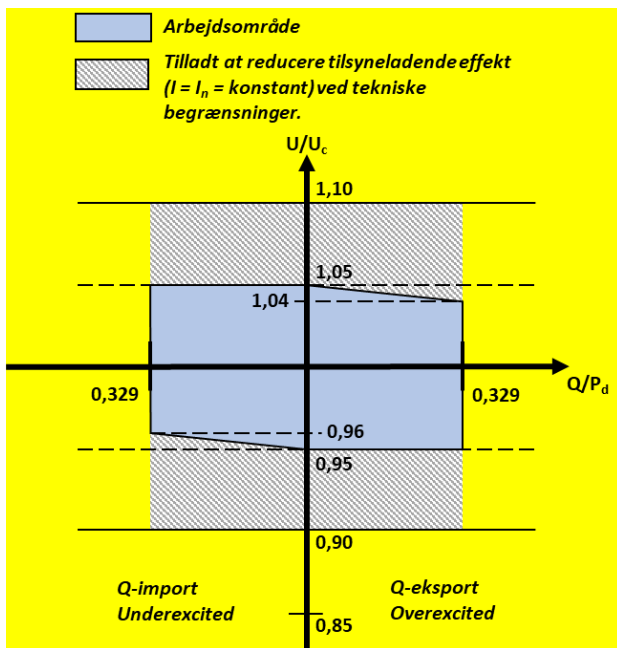


Uden for der beskrevne arbejdsområder skal et elproducerende anlæg levere en stabil reaktiv effekt, som skal være i overensstemmelse med den valgte reguleringsform, og som kun må være begrænset af anlæggets tekniske ydeevne som fx mætning eller underkompensering.

Anlæg tilsluttet mellem- og højspændingsnettet:

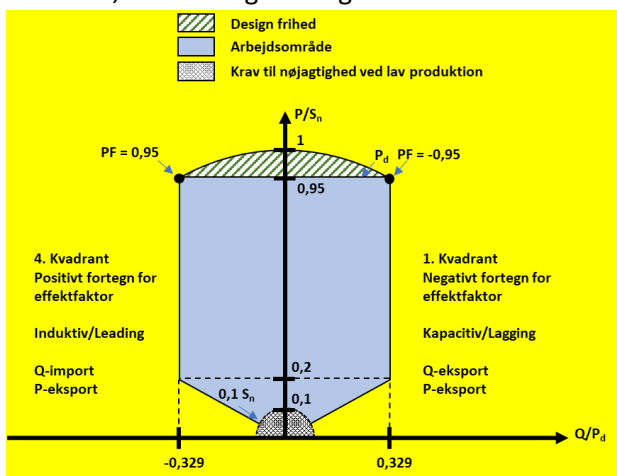
Når et produktionsanlæg skal levere eller optage reaktiv effekt, er det tilladt at reducere produktionen af aktiv effekt for at overholde produktionsanlæggets nominelle tilsyneladende effekt. Reduktionen skal være så lille som teknisk muligt.

Et synkront produktionsanlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i POC, som angivet i figur x.



I det skraverede område skal produktionsanlægget levere en stabil reaktiv effekt, som skal være i overensstemmelse med den valgte reguleringsform, og som kun må være begrænset af anlæggets tekniske ydeevne, som fx mætning eller underkompensering.

Et produktionsanlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt, som er angivet i figur x.



Begrundelse for ændring:

I normaldrift er levering af reaktiv effekt gået fra at være en tjeneste til en ydelse og skal derfor markedsudsættes. Derved er der ikke længere en risiko for, at elforsyningsvirksomhedens efterspørgsel på reaktiv effekt påvirker anlægsejers balance i de eksisterende elmarkeder uden forudgående kontrakt om levering af reaktiv effekt. Det medfører, at ansvaret for, at der ikke sker negative interaktioner med eksisterende elmarkeder ved levering af reaktiv effekt, nu ene og alene påhviler anlægsejer.

Green Power Denmark ser det derfor ikke som nødvendigt at påtvinge overdimensionering af synkron produktionsanlæg af type B tilsluttet mellem- og højspændingsnettet for at sikre, at der kan leveres reaktiv effekt i unormale driftssituationer. Opstår behovet for levering af

systemydelse i form af fuld reaktiv effekt, kan elforsyningsvirksomheden påtvinge en nedregulering af den aktive effekt til P_d for at sikre, at anlægget kan levere den fulde reaktive effekt, der er nødvendig for at levere den påkrævede systemydelse.

I nøddrift (på systemniveau) vurderes det, at der ikke vil være noget synderligt tab af funktionalitet for elsystemet ved ændringen grundet anlæggenes størrelse og forudgående kendskab til anlæggenes tekniske begrænsninger. I nøddrift er elmarkedet alligevel sat ud af drift, så der kan ikke være negativ interaktion med eksisterende elmarkeder ved levering af reaktiv effekt.

Formalia ændret i led med overgangen fra tekniske betingelser til kravdokumentet.

Det nye krav vil kunne frigøre produktion af aktiv effekt for eksisterende anlæg. Netvirksomhederne vurderer dog at enkelte krav ikke kan rulles tilbage, og eksisterende anlæg der ønsker dette lempeligere krav implementeret efter en eventuel godkendelse, vil derfor skulle opfylde alle gældende krav på det pågældende tidspunkt.

Green Power Denmark vurderer, at en lempelse af kravet er i overensstemmelse med RfG artikel 7, stk. 3.

Krav til levering af reaktiv tillægsstrøm for elproducerende anlæg af type B, C og D

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre kravet i henhold til artikel 20, stk. 2, litra b).

Eksisterende krav:

Et elproducerende anlæg skal kunne levere reaktiv tillægsstrøm, I_q , i generatortilslutningspunktet i tilfælde af en symmetrisk fejl (trefaset fejl) for at opretholde spændingsstabiliteten i nettet under og efter en fejl.

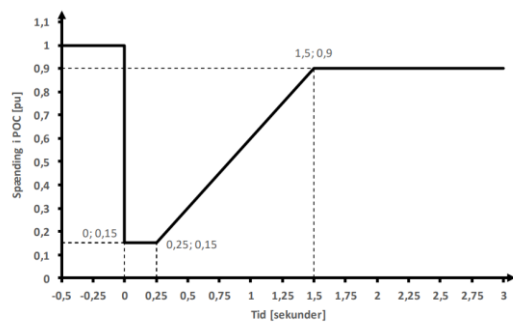
Et elproducerende anlæg skal kunne levere en reaktiv tillægsstrøm (synkronkomponent) i området over den fuldt optrukne linje i figur 4.4 og op til 90 % af den normale driftsspænding i generatortilslutningspunktet.

Regulering af en reaktiv tillægsstrøm fra et elproducerende anlæg skal følge figur 4.5.

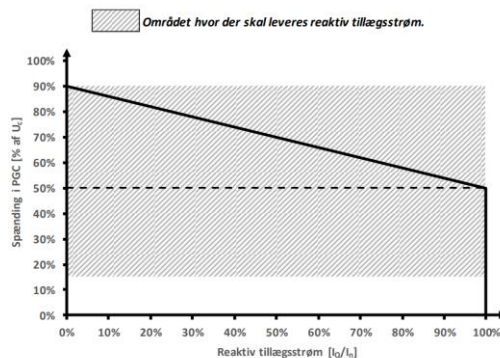
Den reaktive tillægsstrøm skal kunne leveres inden for 100 ms med en nøjagtighed på ± 20 % af I_n .

Under et fejlforløb skal et elproducerende anlæg prioritere den reaktive tillægsstrøm højest og dernæst levering af den aktive effekt i området fra 90 % til 15 % af U_c , se det skraverede område på figur 4.5.





Figur 4.4 – Robusthed over for spændingsdyk for et elproducerende anlæg.



Figur 4.5 – Levering af en reaktiv tillægsstrøm fra et elproducerende anlæg.

Ændret krav:

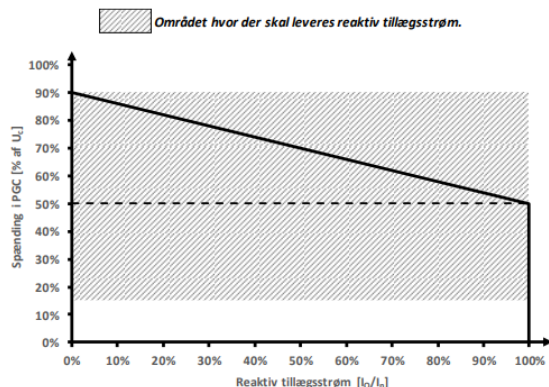
Artikel 20, stk. 2, litra b) i)

Reaktiv tillægsstrøm, I_Q , skal leveres i generatortilslutningspunktet.

Anlægget skal kunne levere en reaktiv tillægsstrøm (synkronkomponent) ved spændingsdyk under 90 % af den normale driftsspænding i generatortilslutningspunktet.

Regulering af en reaktiv tillægsstrøm skal følge figur x.

Den reaktive tillægsstrøm skal kunne leveres inden for 100 ms med en nøjagtighed på $\pm 20\%$ af I_n .



I det skraverede område på figur x har levering af reaktiv tillægsstrøm første prioritet, mens levering af aktiv effekt har anden prioritet.

Med henblik på asymmetrisk fejlstrømsinjektion kan dette aftales med elforsyningsvirksomheden og den systemansvarlige virksomhed, i det omfang teknologien har mulighed for at respondere med asymmetrisk fejlstrøm i forbindelse med asymmetriske fejl, så længe krav til levering af reaktiv tillægsstrøm overholdes.

Artikel 20, stk. 2, litra b) ii)

$U_c < 0,9$ pu: start

$U_c > 0,9$ pu: stop

Karakteristik af reaktiv tillægsstrøm er specificeret under A20(2)(b).

Begrundelse:

Formalia ændret i led med overgangen fra de tekniske betingelser til kravdokumentet. Dertil er der åbnet for, at kunderne kan levere asymmetrisk fejlstrøm, hvis både kunden, elforsyningsvirksomheden og den systemansvarlige virksomhed ønsker dette. Derudover er der ikke ændret i det konkrete krav, men kun i teksten, som beskriver kravet.

Da levering af asymmetrisk fejlstrøm er en mulighed og ikke et krav, vurderer Green Power Denmark, at kravet er i overensstemmelse med RfG artikel 7, stk. 3.

Krav til reaktiv effekt for type C og D elproducerende anlæg

Green Power Denmark indstiller til godkendelse at ændre – efter aftale med Energinet – kravene i henhold til RfG artikel 21, stk. 3, litra a), litra b) i), litra c) i) og litra d) iv), vi) og vii).

Eksisterende krav for elproducerende anlæg af type C:

Et produktionsanlæg skal kunne levere reaktiv effekt. Kun en af de krævede funktioner kan være aktiv ad gangen.

Produktionsanlægget skal kunne regulere sin reaktive effekt ved brug af de funktioner og karakteristikker, som er beskrevet i afsnit 5.4.2 til 5.4.4. Angivelse af setpunkter skal kunne ske i trin på 100 kVAr eller bedre for effekter og 0,01 eller bedre for effektfaktor.

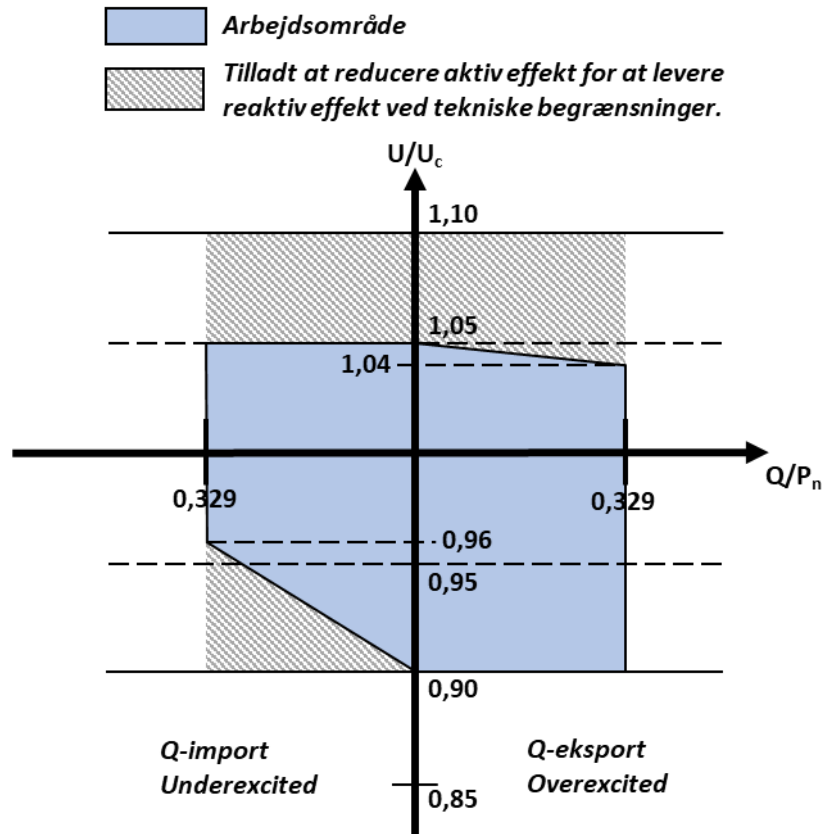
Reguleringen skal ske med en nøjagtighed på $\pm 3\%$ af Q_n eller bedre. Nøjagtigheden for regulering måles over en periode på 1 minut.

I tilfælde, hvor en eller flere elproducerende enheder i et produktionsanlæg er ude til revision, accepteres det, at produktionsanlæggets levering af reaktiv effekt reduceres pro rata i henhold til det antal elproducerende enheder, som er ude til revision.

Det påhviler anlægsejer at kompensere for anlægsinfrastrukturens reaktive effekt i situationer, hvor anlægget er udkoblet eller ikke producerer aktiv effekt.

5.4.1.2. (b) Et elproducerende anlæg

Ved maksimal produktion af aktiv effekt skal et elproducerende anlæg være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i nettilslutningspunktet (POC), som angivet i figur 5.5.

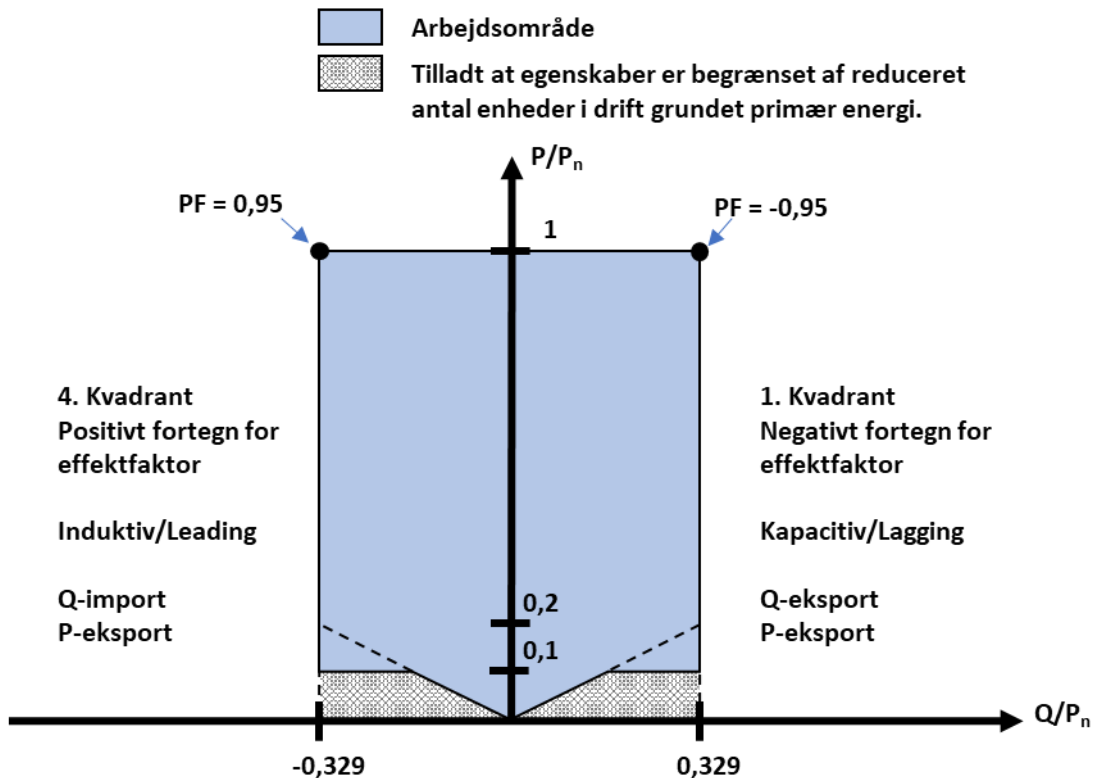


Figur 5.5 – Krav til levering af reaktiv effekt ved maksimal produktion af aktiv effekt.

I det skraverede område på figur 5.5 skal det elproducerende anlæg levere en stabil reaktiv effekt, som skal være i overensstemmelse med den valgte reguleringsform, og som kun må være begrænset af enhedens tekniske ydeevne, som fx mætning eller underkompensering.

Når produktionen af aktiv effekt er under den maksimale kapacitet, skal et elproducerende anlæg være i stand til at arbejde inden for det område, som er angivet i figur 5.6.

I det grå område på figur 5.6 accepteres det, at evnen til levering af reaktiv effekt kan være begrænset af et reduceret antal elproducerende enheder i drift grundet opstart og nedlukning af elproducerende enheder som konsekvens af manglende primæreffekt.



Figur 5.6 – Krav til levering af reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt.

5.4.2 Effektfaktorregulering

Samme tekst som for kategori B, dog med krav til hurtigere regulering. Reguleringen fra et setpunkt til et nyt skal påbegyndes inden for 30 sekunder.

5.4.3 Spændingsregulering

Produktionsanlægget skal kunne opnå 90% af ændringen i reaktiv effekt inden for 1 sekund og være færdigreguleret indenfor 5 sekunder.

Hvis andet ikke er aftalt, skal denne reguleringsfunktion være deaktiveret. Hvis funktionen skal aktiveres, aftales de aktuelle indstillingsværdier for reguleringsfunktionen med elforsyningsvirksomheden.

5.4.4 Q-regulering

Samme tekst som for kategori B, dog med krav til hurtigere regulering.

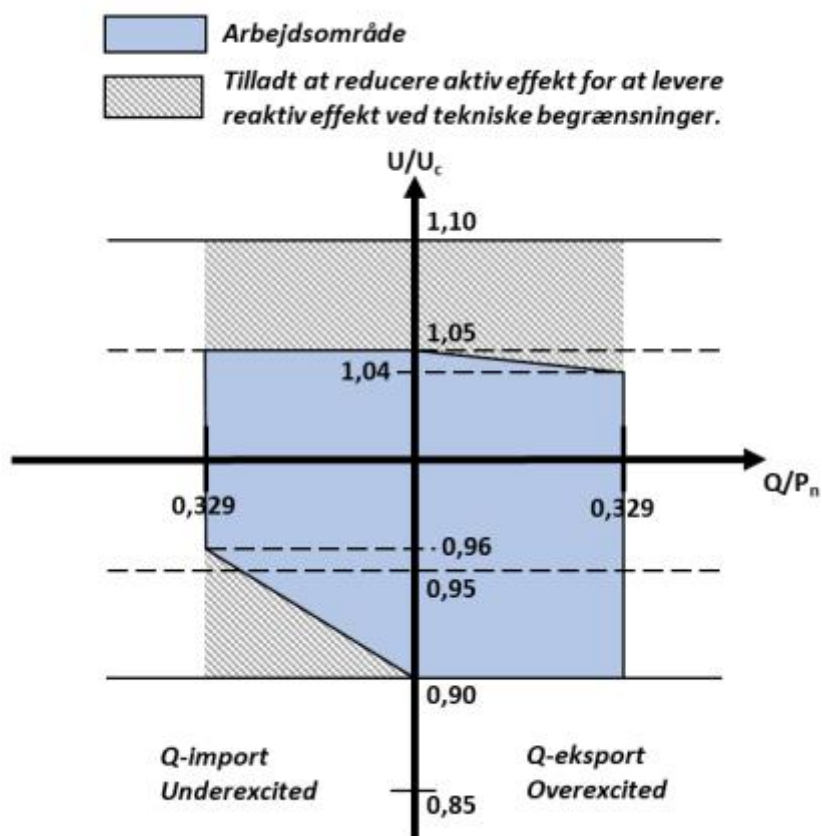
Reguleringen fra et setpunkt til et nyt skal påbegyndes inden for 2 sekunder og skal være udført inden for 30 sekunder.

Eksisterende krav for elproducerende anlæg af type D:

Samme som for kategori C.

6.4.1.2. (b) Et elproducerende anlæg

Samme tekst som kategori C, dog med anden figur for Q-U-arbejdsområde.



Figur 6.2 – Krav til levering af reaktiv effekt ved maksimal produktion af aktiv effekt.

5.4.2 Effektfaktorregulering

Samme som for kategori C.

5.4.3 Spændingsregulering

Samme som for kategori C.

5.4.4 Q-regulering

Samme som for kategori C.

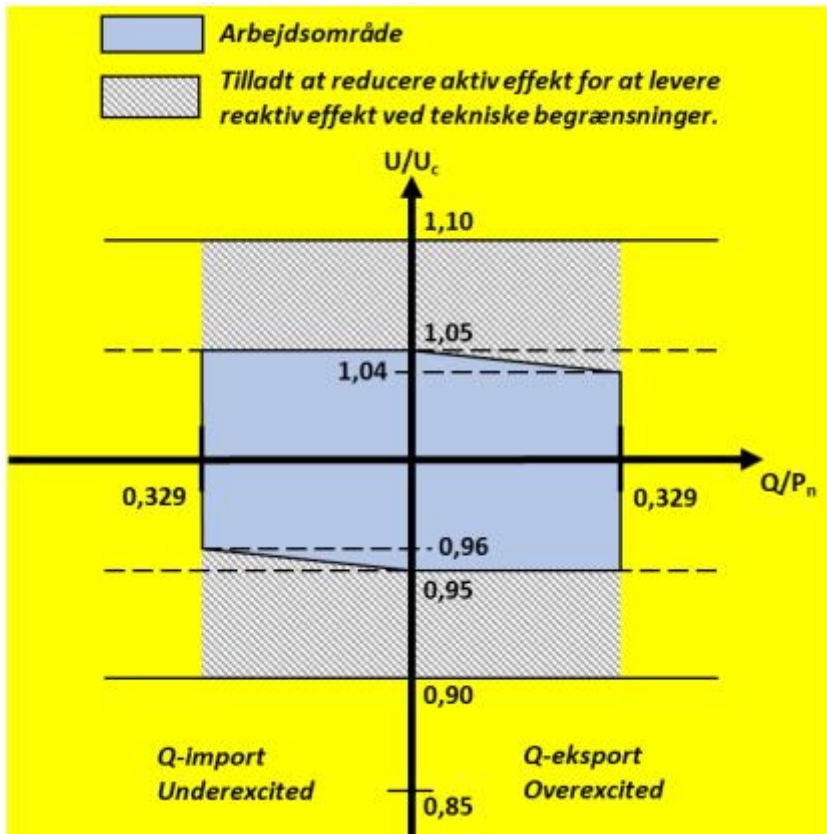
Ændret krav:

Artikel 21, stk. 3, litra a):

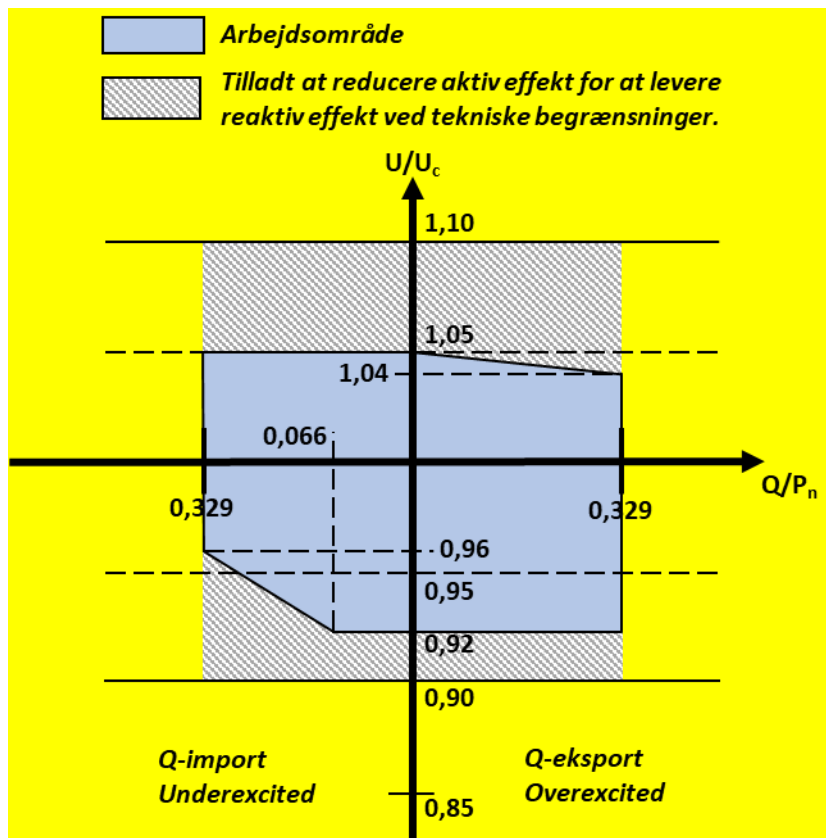
Det påhviler anlægsejer at kompensere for anlægsinfrastrukturens reaktive effekt i situationer, hvor anlægget er udkoblet eller ikke producere aktiv effekt.

Artikel 21, stk. 3, litra b) i):

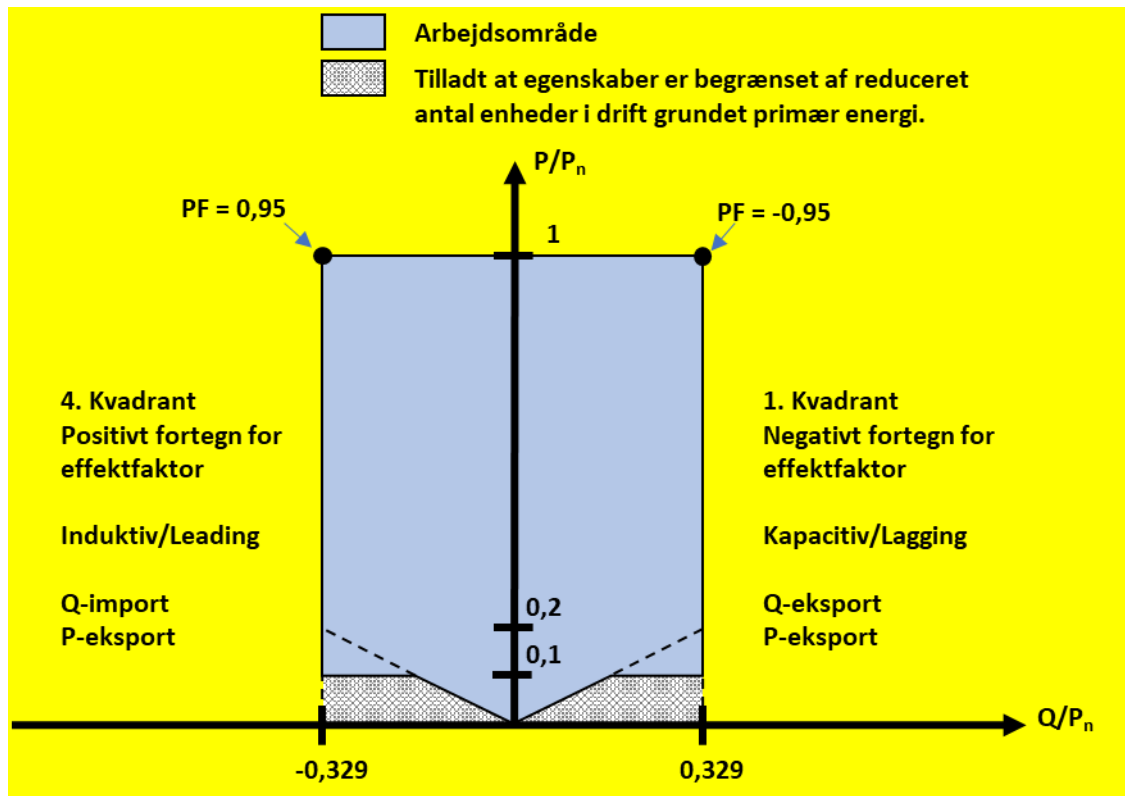
For C-anlæg:



For D-anlæg:



Artikel 21, stk. 3, litra c) i):



Artikel 21, stk. 3, litra d) iv):

t1: 1-5 sec: t1 = 1 sek.

t2: 5-60 sec: t2 = 5 sek.

Artikel 21, stk. 3, litra d) vi):

Target:

Opløsning på 0.01

Tolerance og tid til nyt setpunkt:

For reguleringsfunktionen gælder, at nøjagtigheden for en fuldført regulering, over en periode på 1 minut, maksimalt må afvige $\pm 3\%$ af Q_n .

Regulering til et nyt setpunkt for effektfaktor skal påbegyndes inden for 2 sekunder og skal være fuldført inden for 30 sekunder fra modtagelse af ordre om setpunktsændring

Artikel 21, stk. 3, litra d) vii)

Driftsmode betinget af ydelseslevering.

Hvor der anvendes viklingskobler på maskintransformer/nettransformer, kan det aftales med den systemansvarlige virksomhed, at viklingskobleren må anvendes til opfyldelse af krav til reaktive reguleringsgenskaber. Hvis aftale indgås skal det fremgå af nettilslutningsaftalen for anlægget.

Hvis der anvendes viklingskobler på maskintransformeren/nettransformer, er anlægsejer ansvarlig for den rette koordinering mellem anlæggets reaktive reguleringsfunktioner og viklingskoblerreguleringen

Begrundelse for ændring:

Flere dele af det godkendte krav er indeholdt i de normative krav. Artikel 21 stk. 3, litra b) indeholder kun hjemmel til at fastsætte arbejdsområdet.

De danske netvirksomheder driver ikke nettene under 0,92 U_c. Kravets nedre spændingsgrænse justeres derfor til 0,92 U_c. Kravet ændres derfor med henblik på at afspejle den faktiske driftssituation. Green Power Denmark vurderer, at en sådan justering er i overensstemmelse med proportionalitetsprincippet i RfG artikel 7, stk. 3. Green Power Denmark vurderer, at en ændring fra 0,9 til 0,92 er en lempelse af kravet overfor anlægsejer og muliggør, at anlægget kan benytte en større del af sin nominelle effekt til at levere aktiv effekt. Herved vil der være en potentiel økonomisk gevinst for anlægsejer ved den anmeldte ændring.

HØRINGSPARTER

Anmeldelsen i høringsudgave har været i høring ved følgende høringspartner.

- ABB
- Andel Energi
- Atkins
- Aura
- Belt Electric
- Better Energy
- Bornholms Energi & Forsyning
- Clean Energy Invest
- Danish Renewables
- Dansk Solcelleforening
- Dansk Vindenergi
- EC Power
- EURISCO
- European Energy
- Eurowind Energy
- Fjernvarme Fyn
- FKSol
- GreenGo Energy
- GreenLab Skive
- Hofor Vind
- Johs. Gram-Hanssen
- KlimaEnergi
- L-Engineering
- Lisby WindPower
- NIRAS



- Nordic Solar
- Novo Nordisk
- Scandinavian Energy Contractor
- Siemens
- SLF
- Sungrow EMEA
- TOWII Renewables
- Unison Energy Partners
- Vattenfall
- Viking Wind
- Windestate

