

April 2019

Vejledning for nettilslutning af produktions- anlæg til mellem- og højspæn- dingsnettet ($> 1 \text{ kV}$)

Produktionsanlæg kategori B, C og D

Version 1.0

VERSIONSLOG

Version	Ændring	Dato
1.0	Oprettet ud fra de godkendte tekniske betingelser fra netselskaberne og Energinet	30-04-2018

INDHOLDSFORTEGNELSE

Versionslog.....	2
Indholdsfortegnelse	3
1. Indledning	5
2. Formål og administrative bestemmelser	6
2.1. Formål	6
2.2. Afgrænsning.....	7
2.3. Klager over nettilslutning af produktionsanlæg	7
2.4. Sanktioner mod ikke overholdte krav.....	7
2.5. Dispensation for kravene om nettilslutning	7
2.6. Fastsættelse af nettilslutningspunkt og spændingsniveau.....	8
2.7. Referencer.....	8
3. Definitioner/Termer	10
3.1. Forkortelser	10
3.2. Definitioner.....	12
4. Krav til produktionsanlæg i kategori B	24
4.1. Immunitet over for frekvens og spændingsafvigelser	24
4.2. Indkobling og opstart af et produktionsanlæg	28
4.3. Regulering af aktiv effekt.....	29
4.4. Regulering af reaktiv effekt.....	32
4.5. Beskyttelse	37
4.6. Elkvalitet.....	40
4.7. Udveksling af information	45
4.8. Verifikation og dokumentation	46
5. Krav til produktionsanlæg i kategori C	49
5.1. Immunitet over for frekvens og spændingsafvigelser.....	49
5.2. Indkobling og opstart af et produktionsanlæg	53
5.3. Regulering af aktiv effekt.....	54
5.4. Regulering af reaktiv effekt.....	61
5.5. Beskyttelse	66
5.6. Elkvalitet.....	69
5.7. Udveksling af information	74
5.8. Simuleringsmodel	76
5.9. Verifikation og dokumentation	76
6. Krav til produktionsanlæg i kategori D	82

6.1. Immunitet over for frekvens og spændingsafvigelser	82
6.2. Indkobling og opstart af et produktionsanlæg	86
6.3. Regulering af aktiv effekt	86
6.4. Regulering af reaktiv effekt	94
6.5. Beskyttelse	101
6.6. Elkvalitet	104
6.7. Udveksling af information	109
6.8. Simuleringsmodel	111
6.9. Verifikation og dokumentation	111
Bilag 1 Dokumentation for kategori B	119
<i>B1.1. Dokumentation for produktionsanlæg i kategori B (del 1)</i>	<i>119</i>
<i>B1.2. Dokumentation for produktionsanlæg i kategori B (del 2)</i>	<i>129</i>
Bilag 2 Dokumentation for kategori C og D	133
<i>B2.1. Dokumentation for produktionsanlæg i kategori C og D (del 1)</i>	<i>133</i>
<i>B2.2. Dokumentation for synkrone produktionsanlæg i kategori C (del 2)</i>	<i>147</i>

1. INDLEDNING

Denne vejledning beskriver krav til produktionsanlæg tilsluttet mellem- og højspændingsnettet. Krav til produktionsanlæg er inddelt i fire hovedkategorier ud fra produktionsanlæggets aktive effektstørrelse:

- A. Produktionsanlæg op til og med 125 kW
- B. Produktionsanlæg over 125 kW op til og med 3 MW
- C. Produktionsanlæg over 3 MW op til og med 25 MW
- D. Produktionsanlæg over 25 MW

Denne vejledning indeholder kun krav til produktionsanlæg i kategori B, C og D, da det kun er anlæg inden for disse kategorier, som tilsluttes i mellem- og højspændingsnettet. Mindre anlæg tilsluttes i lavspændingsnettet.

Krav til produktionsanlæg i kategori B findes også i ”*Tekniske betingelser for nettilslutning af produktionsanlæg til lavspændingsnettet (≤ 1 kV)*”.

Kapitel 2 omfatter de administrative bestemmelser. Her beskrives bl.a. formål, lovhjemmel, sanktioner, klagemuligheder og undtagelser. Det er også i dette afsnit, man kan finde en referenceliste over normativ og informativ litteratur.

Definitioner og forkortelser, som benyttes i vejledningen, kan findes i kapitel 3.

Kapitel 4, 5 og 6 indeholder krav til hhv. produktionsanlæg i kategori B, C og D. Alle krav specificeret i denne vejledning er gældende i nettilslutningspunktet, medmindre andet er angivet.

Vejledningen er opbygget sådan, at hvis man skal tilslutte et kategori B-anlæg, så skal man, foruden kapitel 2 og 3, kun læse kapitlet om kategori B-anlæg, samt bilaget der hører til. Tilsvarende er også gældende for kategori C- og D-anlæg, som har deres eget kapitel og bilag.

Termen ’produktionsanlæg’ bruges til at dække over **fælles** krav til elproducerende anlæg og synkrone produktionsanlæg. Der, hvor der er **specifikke** krav til ’elproducerende anlæg’ eller ’synkrone produktionsanlæg’, anvendes disse to termer.

For at give et bedre overblik er supplerende eller yderligere krav til synkrone produktionsanlæg markeret med **(a)** og elproducerende anlæg **(b)**.

Afsnittene er opbygget sådan, at generelle krav kommer først i afsnittet, hvorefter de specifikke krav for synkrone produktionsanlæg og elproducerende anlæg er beskrevet.

Flere steder i denne vejledning findes der grønne tekstbokse. Disse tekstbokse indeholder ikke krav og benyttes udelukkende til at give supplerende information eller anbefalinger til læseren.

2. FORMÅL OG ADMINISTRATIVE BESTEMMELSER

2.1. FORMÅL

Formålet med denne vejledning er at beskrive de tekniske og funktionelle krav et produktionsanlæg, der er – eller ønskes – tilsluttet det kollektive distributionsnet på mellem- og højspænding, skal overholde.

Ved at følge denne vejledning vurderes produktionsanlægget at være i overensstemmelse med gældende regler og vilkår for tilslutning til det kollektive elforsyningsnet.

2.1.1. Lovgrundlag og vilkår

Denne vejledning er udarbejdet på baggrund af netselskaberne og Energinet tekniske betingelse ud fra regler fastsat efter 'KOMMISSIONENS FORORDNING (EU) 2016/631 af 14. april 2016 om fastsættelse af netregler om krav til nettilslutning for produktionsanlæg,

Derudover indeholder denne vejledning også krav til produktionsanlæg fastsat med hjemmel i Elforsyningslovens §26, samt vilkår fastsat efter Elforsyningslovens §73a og §73b.

I tvivlstilfælde er det de anmeldte tekniske betingelser, der er gældende.

2.1.2. Nye anlæg

Nye produktionsanlæg, der nettilsluttes fra 27. april 2019, skal overholde kravene som fremgår af denne vejledning.

Eksisterende produktionsanlæg er undtaget for kravene i denne vejledning jf. afsnit 2.1.3.

2.1.3. Eksisterende anlæg

Et produktionsanlæg betragtes som eksisterende, hvis anlægget er nettilsluttet før d. 27. april eller hvis anlægsejer har indgået en endelige og bindende aftale om køb af hovedanlægget før d. 17. maj 2018

Et eksisterende produktionsanlæg skal overholde de krav, der var gældende på nettilslutningstidspunktet eller på det tidspunkt, hvor anlægsejer indgik en endelig og bindende aftale om køb af hovedanlægget.

2.1.4. Ændringer på et eksisterende anlæg

Et eksisterende produktionsanlæg, eller dele heraf, hvor der foretages væsentlige tekniske ændringer, skal overholde de tekniske og funktionelle krav, som fremgår af denne vejledning.

En væsentlig ændring af et anlæg ændrer anlæggets elektriske egenskaber i nettilslutningspunktet, og kan fx være udskiftning af vitale komponenter.

Inden ændringer foretages, skal ejeren af produktionsanlægget underrette elforsyningsvirksomheden om ændringen i produktionsanlægget.

2.2. AFGRÆNSNING

Krav til produktionsanlæg er inddelt i fire kategorier med udgangspunkt i produktionsanlæggets aktive effektstørrelse.

- A. Produktionsanlæg op til og med 125 kW*
- B. Produktionsanlæg over 125 kW op til og med 3 MW(*)
- C. Produktionsanlæg over 3 MW op til og med 25 MW
- D. Produktionsanlæg over 25 MW

**Disse anlægskategorier er dækket af "Tekniske betingelser for nettilslutning af produktionsanlæg til lavspændingsnettet ($\leq 1 \text{ kV}$)". Kategori A anlæg tilsluttet mellemspænding, skal følge kravene til kategori A anlæg i "Tekniske betingelser for nettilslutning af produktion til lavspændingsnettet ($\leq 1 \text{ kV}$)".*

() Kategori B-anlæg kan tilsluttes i både lavspændingsnet og mellemspændingsnet afhængig af anlæggets størrelse. Derfor findes denne kategori i begge vejledninger.*

Nødstrømsanlæg, som drives i parallel med det kollektive elforsyningsnet i mindre end 5 min. pr. måned, eksklusiv vedligehold og idriftsættelsesprøvning, skal ikke overholde kravene i denne vejledning. Hvis nødstrømsanlægget drives i mere end 5 min. pr. måned i normaldrift, skal det overholde kravene til elkvalitet og beskyttelse, som er beskrevet i denne vejledning.

Denne vejledning indeholder ikke økonomiske aspekter i forbindelse med tilslutning og afregningsmåling af anlæg.

Hvis en installation indeholder både forbrug og produktion, evalueres disse hver for sig.

2.3. KLAGER OVER NETTILSLUTNING AF PRODUKTIONSANLÆG

Klager over elforsyningsvirksomheden ved nettilslutning af produktionsanlæg kan indbringes for Energitilsynet.

2.4. SANKTIONER MOD IKKE OVERHOLDTE KRAV

Hvis et produktionsanlæg ikke overholder regler og vilkår, kan elforsyningsvirksomheden i yderste konsekvens tilbagetrække nettilslutningstilladelsen og afbryde den elektriske forbindelse til produktionsanlægget, indtil kravene er opfyldt.

2.5. DISPENSATION FOR KRAVENE OM NETTILSLUTNING

Der kan i særlige tilfælde søges dispensation for de krav, som fremgår af denne vejledning.

Anlægsejer ansøger ved at sende en ansøgning til elforsyningsvirksomheden. Afhængig af ansøgningens karakter vil ansøgningen blive videresendt til Forsyningstilsynet, som træffer en afgørelse.

En ansøgning om dispensation skal indeholde en detaljeret beskrivelse, som minimum skal indeholde:

- Identifikation af anlægsejeren, samt kontaktperson.
- En beskrivelse af den eller de produktionsanlæg, der anmodes om undtagelse for.
- En henvisning til de bestemmelser, der anmodes om undtagelse fra, samt beskrivelse af undtagelsen, der anmodes om.
- En detaljeret begrundelse for undtagelsen understøttet af relevante bilag og en cost-benefit-analyse.
- Dokumentation for at den undtagelse, der anmodes om, ikke har nogen negativ indvirkning på den frie elhandel.

2.6. FASTSÆTTELSE AF NETTILSLUTNINGSPUNKT OG SPÆNDINGSNIVEAU

Elforsyningsvirksomheden fastsætter nettilslutningspunktet og tilhørende spændingsniveau efter bestemmelserne i Elforsyningsloven.

Alle krav er gældende i nettilslutningspunktet, medmindre andet er angivet.

2.7. REFERENCER

2.7.1. Normative

EU-forordning 2016/631

Fællesregulativet 2017

Elforsyningsloven

Requirements for Generators (RfG) – krav til simuleringsmodel, Energinet, 2019

DS/EN 50160: Karakteristika for spændingen i offentlige elektricitetsforsyningsnet

prEN 50549-2: Krav til generatoranlæg tilsluttet parallelt med distributionsnet - Del 2: Generatorer tilsluttet mellemspændingsnet.

DS/EN 61000-4-30: Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) - Del 4-30: Prøvnings- og måleteknikker - Metoder til måling af spændingskvaliteten.

DS/EN 61400-21:2008: Elproducerende vindmøller - Del 21: Måling og vurdering af karakteristika for netforbundne vindmøllers elkvalitet.

DS/EN 60034-16-1:2011: "Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Chapter 1: Definitions".

DS/CLC/TR 60034-16-3:2004: "Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Section 3: Dynamic performance".

2.7.2. Informative

IEC/TR 61000-3-6: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-6: Limits - Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems.

IEC/TR 61000-3-7: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-7: Limits - Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems.

DS/EN 61000-3-11: Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) - Del 3-11: Begrænsning af spændingsændringer, spændingsudsving og flimren i offentlige lavspændingsfordelingsanlæg - Udstyr med en mærkestrøm på ≤ 75 A, som tilsluttes på betingede vilkår.

DS/EN 61000-3-12: Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) - Del 3-12: Grænseværdier - Grænseværdier for harmoniske strømme produceret af udstyr forbundet til offentlige lavspændingsforsyningsnet og med mærkestrøm > 16 A og ≤ 75 A per fase.

IEC/TR 61000-3-13: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-13: Limits - Assessment of emission limits for the connection of unbalanced installations to MV, HV and EHV power systems.

IEC/TR 61000-3-15: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-15: Limits - Assessment of low frequency electromagnetic immunity and emission requirements for dispersed generation systems in LV network.

DEFU rapport RA 557: "Maksimal emission af spændingsforstyrrelser fra vindkraftanlæg > 11 kW", Juni 2010.

DS/CLC/TS 50549-2: Krav til generatoranlæg tilsluttet parallelt med distributionsnet - Del 2: Generatorer tilsluttet mellemspændingsnet.

IEEE C37.111-24:2013: Measuring relays and protection equipment – Part 24: Common format for transient data exchange (COMTRADE) for power systems.

3. DEFINITIONER/TERMER

3.1. FORKORTELSER

3.1.1. ψ_k

ψ_k er betegnelsen for kortslutningsvinklen i nettilslutningspunktet.

3.1.2. C_f

C_f er betegnelsen for flickerkoefficienten. Nærmere definition, se DS/EN 61400-21.

3.1.3. COMTRADE

COMTRADE (Common Format for Transient Data) er et standardiseret filformat specificeret i IEEE C37.111-2013.

3.1.4. $d(\%)$

$d(\%)$ er betegnelsen for hurtige spændingsændringer. Nærmere definition, se afsnit 3.2.29.

3.1.5. DK1

Vestdanmark. Nærmere definition, se 3.2.67.

3.1.6. DK2

Østdanmark. Nærmere definition, se 3.2.70.

3.1.7. df/dt

df/dt er betegnelsen for frekvensændring. Nærmere definition, se afsnit 3.2.23.

3.1.8. $f_{<}$

$f_{<}$ er betegnelsen for den driftsmæssige indstilling for underfrekvens i relæbeskyttelsen. Nærmere beskrivelse findes i afsnit 4.5, 5.5 og 6.5.

3.1.9. $f_{>}$

$f_{>}$ er betegnelsen for den driftsmæssige indstilling for overfrekvens i relæbeskyttelsen. Nærmere beskrivelse findes i afsnit 4.5, 5.5 og 6.5.

3.1.10. f_{RO}

f_{RO} er betegnelsen for den frekvens, hvor et produktionsanlæg skal påbegynde nedregulering med den aftalte statik pga. overfrekvens. Nærmere beskrivelse, se afsnit 4.3.1, 5.3.1 og 6.3.1.

3.1.11. f_{RU}

f_{RU} er betegnelsen for den frekvens, hvor et produktionsanlæg skal påbegynde opregulering med den aftalte statik pga. underfrekvens. Nærmere beskrivelse, se afsnit 5.3.2 og 6.3.2.

3.1.12. I_h

I_h er betegnelsen for de individuelle harmoniske strømme, hvor h angiver den harmoniske orden.

3.1.13. I_n

I_n er betegnelsen for nominel strøm. Nærmere definition, se afsnit 3.2.44.

3.1.14. I_Q

I_Q er betegnelsen for reaktiv tillægsstrøm. Nærmere definition, se afsnit 3.2.53.

3.1.15. k_u

k_u er betegnelsen for spændingsændringsfaktor. Spændingsændringsfaktoren beregnes som funktion af ψ_k .

3.1.16. P_{mulig}

P_{mulig} angiver den aktive effekt, som er mulig at producere under givne omstændigheder.

3.1.17. P_{min}

Den mindste mulige produktion af aktiv effekt fra et produktionsanlæg.

3.1.18. P_n

P_n er betegnelsen for nominel aktiv effekt. Nærmere definition, se afsnit 3.2.41.

3.1.19. P_{lt}

P_{lt} er betegnelsen for langtidsflickeremissionen fra et produktionsanlæg. P_{lt} står for "long term" og er evalueret over en periode på 2 timer. Nærmere definition, se IEC 61000-3-7.

3.1.20. P_{st}

P_{st} er betegnelsen for korttidsflickeremissionen fra et produktionsanlæg. P_{st} står for "short term" og er evalueret over en periode på 10 minutter. Nærmere definition, se IEC 61000-3-7.

3.1.21. PCC

Forkortelse for Point of Common Coupling, på dansk 'leveringspunkt'. Nærmere definition, se afsnit 3.2.38.

3.1.22. PCI

Forkortelse for Point of Connection in Installation, på dansk 'installationstilslutningspunkt'. Nærmere definition, se afsnit 3.2.31.

3.1.23. PCOM

Forkortelse for Point of Communication, på dansk 'kommunikationstilslutningspunkt'. PCOM er nærmere defineret i afsnit 3.2.34.

3.1.24. PF

Forkortelse for Power Factor, på dansk 'effektfaktor'. Nærmere definition, se afsnit 3.2.8.

3.1.25. PGC

Forkortelse for Point of Generator Connection, på dansk 'generatortilslutningspunkt'. Nærmere definition, se afsnit 3.2.25.

3.1.26. POC

Forkortelse for Point of Connection, på dansk 'nettilslutningspunkt'. POC er nærmere defineret i afsnit 3.2.40.

3.1.27. PWhD

Forkortelse for Partial Weighted Harmonic Distortion, på dansk 'den partielt vægtede harmoniske forvrængning'. Nærmere definition, se afsnit 3.2.49.

3.1.28. Q_n

Q_n er betegnelsen for den nominelle reaktive effekt. Den nominelle reaktive effekt er nærmere defineret i afsnit 3.2.42.

3.1.29. S_i

S_i er betegnelsen for den tilsyneladende effekt for elproducerende enhed nr. i.

3.1.30. S_k

S_k er betegnelsen for kortslutningseffekt. Nærmere definition, se afsnit 3.2.35.

3.1.31. S_n

S_n er betegnelsen for den nominelle tilsyneladende effekt. Den nominelle tilsyneladende effekt er nærmere defineret i afsnit 3.2.45.

3.1.32. SCR

Forkortelse for Short-Circuit Ratio, på dansk 'kortslutningsforhold'. Nærmere definition, se afsnit 3.2.37.

3.1.33. THD

Forkortelse for Total Harmonic Distortion, på dansk 'den samlede harmoniske forvrængning'. Nærmere definition, se afsnit 3.2.65.

3.1.34. U_c

U_c er betegnelsen for normal driftsspænding. Nærmere definition, se afsnit 3.2.46.

3.1.35. U_h

U_h er betegnelsen for de individuelle harmoniske spændinger, hvor h angiver den harmoniske orden.

3.1.36. U_n

U_n er betegnelsen for nominal spænding. Nærmere definition, se afsnit 3.2.43.

3.1.37. UTC

Forkortelse for Universal Time, Coordinated, på dansk universel tid eller verdenstid.

3.1.38. $Z_{net,h}$

$Z_{net,h}$ er betegnelsen for netimpedansen ved den harmoniske orden h.

3.2. DEFINITIONER

3.2.1. Absolut-effektbegrænser

En reguleringsfunktion, som begrænser et produktionsanlægs levering af aktiv effekt ud i det kollektive elforsyningsnet. Denne grænse kan angives med et setpunkt. Reguleringsfunktionen er nærmere beskrevet i afsnit 4.3.2.1, 5.3.4 og 6.3.4.

3.2.2. Anlægsejer

Den, der juridisk ejer et anlæg. I visse sammenhænge anvendes termen 'selskab' i stedet for 'anlægsejer'. Anlægsejer kan overdrage det driftsmæssige ansvar til en anlægsoperatør.

3.2.3. Anlægskategorier

Kravene til produktionsanlæg er i denne vejledning inddelt efter forskellige anlægskategorier, ud fra hvilken samlet størrelse anlægget har i nettilslutningspunktet. En oversigt over kategorierne i forhold til deres samlede aktive effektstørrelse kan ses nedenfor i tabel 3.1.

Kategori A	Kategori B	Kategori C	Kategori D
$\leq 125 \text{ kW}$	$> 125 \text{ kW og } \leq 3 \text{ MW}$	$> 3 \text{ MW og } \leq 25 \text{ MW}$	$> 25 \text{ MW}$

Tabel 3.1 – Anlægskategorier.

3.2.4. Anlægsoperatør

Den virksomhed, der har det driftsmæssige ansvar for produktionsanlægget via ejerskab eller kontraktmæssige forpligtelser.

3.2.5. Automatisk effektfaktorregulering

En reguleringsfunktion for reaktiv effekt, hvor effektfaktoren reguleres efter et setpunkt, og hvor setpunktet for effektfaktoren varierer med produktionen af aktiv effekt. Reguleringsfunktionen er nærmere beskrevet i afsnit 4.4.3.

3.2.6. DC-indhold

En DC-strøm, som giver et offset på AC-strømmen, så denne ikke er symmetrisk omkring nul i nettilslutningspunktet.

3.2.7. Delta effektbegrænser

En reguleringsfunktion for aktiv effekt med en setpunktsbestemt afvigelse (delta) imellem mulig og aktuel effekt. Reguleringsfunktionen er nærmere beskrevet i afsnit 5.3.4 og 6.3.4.

3.2.8. Effektfaktor (PF)

Effektfaktoren $\cos \varphi$ for vekselspændingssystemer angiver forholdet imellem den aktive effekt P og den tilsyneladende effekt S , hvor $P = S \cdot \cos \varphi$. Tilsvarende er den reaktive effekt $Q = S \cdot \sin \varphi$. Vinklen imellem strøm og spænding betegnes med φ .

3.2.9. Effektfaktorregulering

En reguleringsfunktion for reaktiv effekt, hvor effektfaktoren reguleres efter et setpunkt, og setpunktet for effektfaktoren er fast. Reguleringsfunktionen er nærmere beskrevet i afsnit 4.4.2, 5.4.2 og 6.4.2.

3.2.10. Elforsyningsvirksomhed

Den elforsyningsvirksomhed, i hvis net et anlæg er tilsluttet elektrisk. Ansvarsforholdene i det kollektive elforsyningsnet er opdelt på flere netvirksomheder og én transmissionsvirksomhed.

Netvirksomheden er den elforsyningsvirksomhed, der med bevilling driver det kollektive elforsyningsnet **på højst** 100 kV.

Transmissionsvirksomheden er den elforsyningsvirksomhed, der med bevilling driver det kollektive elforsyningsnet **over** 100 kV.

3.2.11. Elproducerende anlæg

En elproducerende enhed eller en samling af flere elproducerende enheder, der producerer elektricitet, og som ikke er synkront tilsluttet det kollektive elforsyningsnet. Dermed er alle produktionsanlæg, der ikke er synkrone produktionsanlæg, et elproducerende anlæg.

3.2.12. Elproducerende enhed

En enhed, der producerer elektricitet, og som er tilsluttet det kollektive elforsyningsnet.

3.2.13. Flicker

En visuel opfattelse af flimren i lyset forårsaget af spændingsfluktuationer. Flicker optræder, hvis lysets luminans eller spektralfordeling fluktuerer med tiden. Ved et vist niveau bliver flicker irriterende for øjet.

3.2.14. Forstyrrelser mellem 2 og 9 kHz

Forstyrrelser mellem 2 og 9 kHz er frekvenser, som findes i det kollektive elnet. Disse frekvenser kan forstyrre andre kunder. Forstyrrelser af andre kunder forekommer typisk, når emissioner i dette frekvensinterval rammer en eller flere resonansfrekvenser i det kollektive elforsyningsnet.

3.2.15. Frakoble

Når et produktionsanlæg afbryder den elektriske forbindelse til det kollektive elforsyningsnet.

3.2.16. Frekvens

Frekvens er målt i Hertz (Hz). Netfrekvensen i det kollektive net er 50 Hz. Der findes også andre frekvenser i forbindelse med elkvalitet. Disse frekvenser omtales som harmoniske overtoner, interharmoniske overtoner og forstyrrelser mellem 2 og 9 kHz. I forbindelse med elkvalitet betegnes netfrekvensen som grundtonen.

3.2.17. Frekvensafvigelse

Når netfrekvensen kommer uden for området for normaldrift.

3.2.18. Frekvensregulering (FSM)

En reguleringsfunktion for aktiv effekt, som regulerer den aktive effekt med henblik på stabilisering af netfrekvensen. Reguleringsfunktionen er nærmere beskrevet i afsnit 5.3.3 og 6.3.3.

I RfG'en benævnes denne regulering FSM-tilstand (Frekvensfølsomhedstilstand).

3.2.19. Frekvensrespons – Overfrekvens (LFSM-O)

En reguleringsfunktion for aktiv effekt, som automatisk nedregulerer den aktive effekt som funktion af netfrekvensen med henblik på stabilisering af netfrekvensen. Nedreguleringen påbegyndes, når netfrekvensen er over en bestemt frekvens f_{RO} . Reguleringsfunktionen er nærmere beskrevet i afsnit 4.3.1, 5.3.1 og 6.3.1.

I RfG'en benævnes denne regulering LFSM-O-tilstand (Begrænset frekvensfølsomhedstilstand - overfrekvens).

3.2.20. Frekvensrespons – Underfrekvens (LFSM-U)

En reguleringsfunktion for aktiv effekt, som automatisk opregulerer den aktive effekt som funktion af netfrekvensen med henblik på stabilisering af netfrekvensen. Opreguleringen påbegyndes, når netfrekvensen er under en bestemt frekvens f_{RU} . Reguleringsfunktionen er nærmere beskrevet i afsnit 5.3.2 og 6.3.2.

I RfG'en benævnes denne regulering LFSM-U-tilstand (Begrænset frekvensfølsomhedstilstand - underfrekvens).

3.2.21. Frekvensstatik for frekvensregulering

Den ændring i frekvens i procent, som forårsager en ændring i aktiv effekt svarende til anlæggets nominelle aktive effekt.

Formel for frekvensstatik til frekvensregulering:

$$statik [\%] = 100 \cdot \frac{|\Delta f|}{f_n} \cdot \frac{P_n}{|\Delta P|}$$

3.2.22. Frekvensstatik for frekvensrespons

Den ændring i frekvens i procent, som forårsager en ændring i aktiv effekt svarende til anlæggets nominelle aktive effekt.

Formel for frekvensstatik til frekvensrespons:

$$statik [\%] = 100 \cdot \frac{|f - f_R|}{f_n} \cdot \frac{P_n}{|\Delta P|}$$

3.2.23. Frekvensændring

En frekvensændring, ROCOF eller df/dt , er en ændring af netfrekvensen i det kollektive elforsyningsnet over en tidsperiode.

.

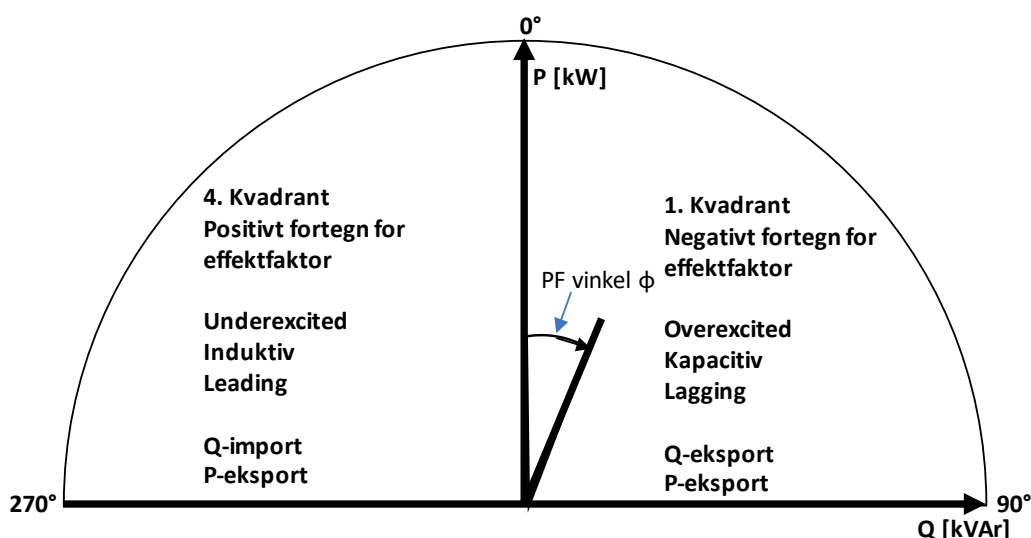
3.2.24. Generatorkonvention

I denne vejledning anvendes generatorkonvention, som vist på figur 3.1.

Fortegn for aktiv/reaktiv effekt angiver effekttretning set fra generatoren. Forbrug/import af aktiv/reaktiv effekt angives med negativt fortegn, mens produktion/eksport af aktiv/reaktiv effekt angives med positivt fortegn.

Med et effektfaktorsetpunkt styres den ønskede effektfaktorregulering, og fortegnet anvendes til at styre, om der skal reguleres i 1. kvadrant eller i 4. kvadrant.

For effektfaktorsetpunkter er der således tale om en kombination af to informationer i et enkelt signal – en setpunktsværdi og valg af reguleringskvadrant.



Figur 3.1 – Definition af fortegn for aktiv og reaktiv effekt, effektfaktor, samt reference for effektfaktorvinkel.

3.2.25. Generatortilslutningspunkt (PGC)

Det sted i anlægsinfrastrukturen, hvor terminalerne/generatorklemmerne for den elproducerende enhed er placeret. For den elproducerende enhed er generatortilslutningspunktet det sted, som fabrikanten definerer som den elproducerende enheds terminaler. Se figur 3.3 og figur 3.4.

3.2.26. Genindkobling

En indkobling efter en hændelse, hvor produktionsanlægget er frakoblet det kollektive elforsyningsnet.

3.2.27. Gradient-effektbegrænser

En reguleringsfunktion for aktiv effekt, hvor den maksimale stigning/reduktion (gradient) af den aktive effekt begrænses. Reguleringsfunktionen er nærmere beskrevet i afsnit 4.3.2.2, 5.3.4 og 6.3.4.

3.2.28. Harmoniske overtoner

Elektriske forstyrrelser forårsaget af overharmoniske strømme eller spændinger. Overharmoniske er frekvenser, der er et helt multiplum (h) af grundtonens frekvens (50 Hz).

3.2.29. Hurtig spændingsændring

En enkeltstående spændingsændring (RMS) af kort varighed. En hurtig spændingsændring udtrykkes som en procentdel af normal driftsspænding.

3.2.30. Indkobling

Når et produktionsanlæg elektrisk set forbinder sig til det kollektive elforsyningsnet og derved bliver spændingssat fra det kollektive elforsyningsnet.

3.2.31. Installationstilslutningspunkt (PCI)

Det punkt i installationen, hvor elproducerende enheder er tilsluttet eller kan tilsluttes, se figur 3.3 for den typiske placering.

3.2.32. Interharmoniske overtoner

Elektriske forstyrrelser forårsaget af interharmoniske strømme eller spændinger. Interharmoniske overtoner er frekvenser, der ikke er et helt multiplum af grundtonens frekvens (50 Hz). Disse frekvenser er placeret imellem de harmoniske overtoner.

3.2.33. Kollektivt elforsyningsnet

Transmissions- og distributionsnet, som på offentligt regulerede vilkår har til formål at transportere elektricitet mellem elleverandører og elforbrugere.

Distributionsnettet defineres som det kollektive elforsyningsnet med nominel spænding **på højst** 100 kV.

Transmissionsnettet defineres som det kollektive elforsyningsnet med nominel spænding **over** 100 kV.

3.2.34. Kommunikationstilslutningspunkt (PCOM)

Det punkt, hvor information udveksles mellem produktionsanlægget og andre aktører. Informationen, der udveksles, er signaler, såsom målinger, status, setpunkter og kommandoer.

3.2.35. Kortslutningseffekt (S_k)

Størrelsen af den trefasede kortslutningseffekt i nettilslutningspunktet.

3.2.36. Kortslutningseffekt elkvalitet ($S_{k,elkvalitet}$)

Størrelsen af den trefasede kortslutningseffekt i nettilslutningspunktet, som anvendes til beregning af elkvalitet.

3.2.37. Kortslutningsforhold (SCR)

Forholdet mellem kortslutningseffekten i nettilslutningspunktet $S_{k,elkvalitet}$ og produktionsanlæggets nominelle tilsyneladende effekt S_n .

$$SCR = \frac{S_{k,elkvalitet}}{S_n}$$

3.2.38. Leveringspunktet (PCC)

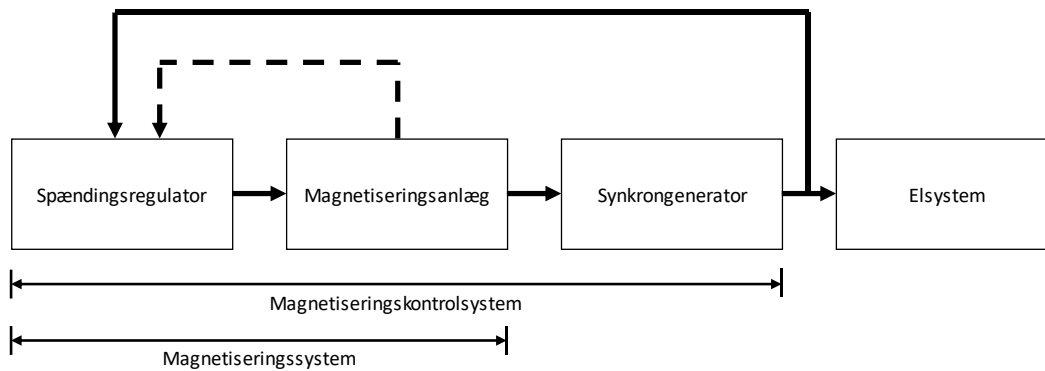
Det punkt i det kollektive elforsyningsnet, hvor forbrugere er, eller kan blive, tilsluttet.

Elektrisk set kan leveringspunkt og nettilslutningspunkt være sammenfaldende. Leveringspunktet (PCC) er altid placeret længst inde i det kollektive elforsyningsnet, dvs. længst væk fra anlægget, se figur 3.3 og figur 3.4.

Det er elforsyningsvirksomheden, der anviser leveringspunktet.

3.2.39. Magnetiseringssystem

Et magnetiseringssystem er et system i synkrone produktionsanlæg, som skal levere en konstant spænding ved et valgbart referencepunkt i nettilslutningspunktet. Se figur 3.2.



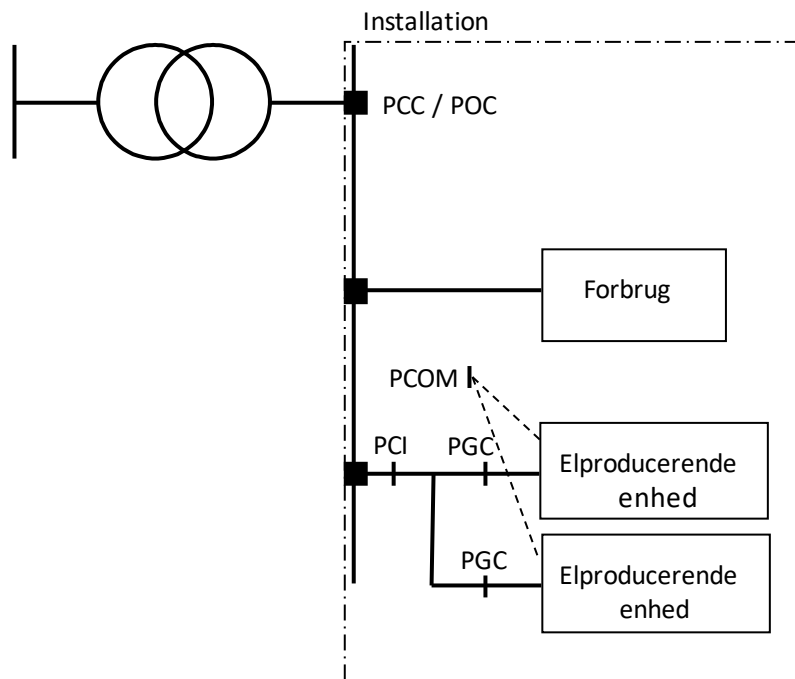
Figur 3.2 – Magnetiseringssystem for synkrongenerator

3.2.40. Nettilslutningspunkt (POC)

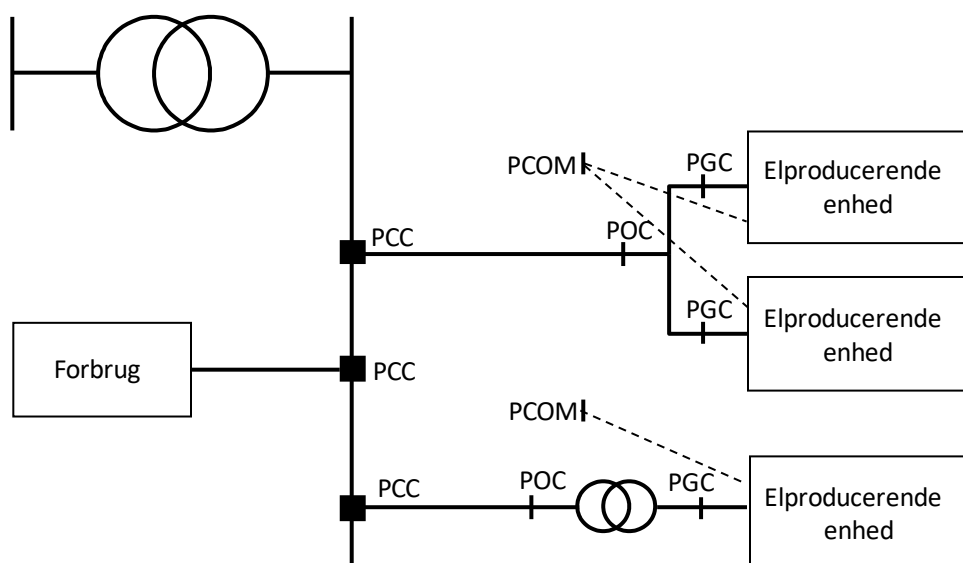
Det punkt i det kollektive elforsyningsnet, hvor et produktionsanlæg er tilsluttet, eller kan tilsluttes, se figur 3.3 og figur 3.4 for den typiske placering.

Alle krav specificeret i denne vejledning er gældende i nettilslutningspunktet, medmindre andet er angivet.

I tilfælde, hvor flere produktionsanlæg har samme leveringspunkt og samme ejer, betragtes disse som ét produktionsanlæg.



Figur 3.3 - Installationstilsluttet produktion med angivelse af PGC, PCI, POC og PCC.



Figur 3.4 - Nettilsluttet produktion med angivelse af PGC, POC, PCC og PCOM.

I figur 3.3 er vist en typisk installationstilslutning af et eller flere produktionsanlæg med angivelse af, hvor generatortilslutningspunktet (PGC), nettilslutningspunktet (POC), nettilslutningspunktet i installationen (PCI) og leveringspunktet (PCC) typisk er placeret. I den viste situation er leveringspunktet (PCC) sammenfaldende med nettilslutningspunktet (POC).

3.2.41. Nominel aktiv effekt / Mærkeeffekt (P_n)

Den største aktive effekt et produktionsanlæg er konstrueret til at kunne levere kontinuert i nettilslutningspunktet (POC). Mærkeeffekten eller nominel aktiv effekt betegnes med P_n .

3.2.42. Nominel reaktiv effekt (Q_n)

Den største reaktive effekt et produktionsanlæg er konstrueret til at kunne levere kontinuert i nettilslutningspunktet (POC). Nominel reaktiv effekt betegnes med Q_n .

3.2.43. Nominel spænding (U_n)

Den spænding, hvorved et net eller komponenter benævnes. Spændingen angives som fase til fase for 3-leder-systemer og som fase til nul for 4-leder-systemer. Nominel spænding betegnes med U_n .

3.2.44. Nominel strøm / mærkestrøm (I_n)

Den maksimale kontinuerte strøm i nettilslutningspunktet (POC) et produktionsanlæg er designet til at levere under normale driftsforhold, jf. DS/CLC/TS 50549-1:2015 samt DS/CLC/TS 50549-2:2015. Mærkestrømmen betegnes med I_n .

3.2.45. Nominel tilsyneladende effekt (S_n)

Den største effekt bestående af både den aktive og reaktive komponent et produktionsanlæg er konstrueret til at kunne levere kontinuert i nettilslutningspunktet (POC). Nominel tilsyneladende effekt betegnes med S_n .

3.2.46. Normal driftsspænding (U_c)

Den spænding nettet drives ved, og dermed den spænding, der kan forventes i nettilslutningspunktet (POC). Normal driftsspænding betegnes med U_c .

Normal driftsspænding fastlægges af elforsyningsvirksomheden og benyttes til fastlæggelse af normaldriftsområde og beskyttelse. For lavspænding er normal driftsspænding lig nominel spænding.

3.2.47. Normaldrift

Det spændings- og frekvensområde et produktionsanlæg kontinuert skal kunne producere inden for. For nærmere information om normaldrift, se afsnit 4.1.1, 5.1.1 og 6.1.1.

3.2.48. Nødstrømsanlæg

Et anlæg installeret med henblik på at levere backupstrøm i en installation, og som ikke er tilsigtet drift parallelt med det kollektive elforsyningsnet.

3.2.49. Partial Weighted Harmonic Distortion (PWHd)

Kvadratisk summering af den samlede harmoniske forvrængning fra en begrænset gruppe af de højere harmoniske overtoner (Y_h), vægtet efter de enkelte harmoniske overtoners orden (h). PWHd beregnes fra og med den 14. harmoniske overtone ($h = 14$), op til og med den 40. harmoniske overtone ($h = 40$) – beregnet som procentdel af grundtonen ($h = 1$).

$$PWHd_Y = \sqrt{\sum_{h=14}^{h=40} h \cdot \left(\frac{Y_h}{Y_1}\right)^2}$$

Hvor Y er enten RMS-strømme (PWHd_I) eller RMS-spændinger (PWHd_U).

3.2.50. Produktionsanlæg

Generel betegnelse, som dækker over både synkrone produktionsanlæg og elproducerende anlæg.

Denne betegnelse bruges, når der er krav, som gælder for både synkrone produktionsanlæg og elproducerende anlæg.

3.2.51. Q-regulering

En reguleringsfunktion for reaktiv effekt, som regulerer den reaktive effekt uafhængig af den producerede aktive effekt.

3.2.52. Reaktiv effekt

Den imaginære komponent af den tilsyneladende effekt, normalt udtrykt i VAr eller kVAr.

3.2.53. Reaktiv tillægsstrøm (I_Q)

En reaktiv tillægsstrøm, som bruges til at modvirke spændingsdyk i forbindelse med fejl i det kollektive elforsyningsnet.

I RfG'en benævnes reaktiv tillægsstrøm som ”hurtig fejlstrøm”.

3.2.54. Robusthed

Robusthed over for spændings- og frekvensafvigelser, så et produktionsanlæg ikke frakobler sig det kollektive elforsyningsnet, men i stedet opretholder en form for drift, som kan understøtte det kollektive elforsyningsnet.

3.2.55. Signal

En måling, status, setpunkt eller kommando der udveksles mellem anlægget og elforsyningsvirksomhed via PCOM.

3.2.56. Spændingsdyk

Kortvarig spændingsændring, som resulterer i, at spændingens effektivværdi i nettilslutningspunktet (POC) er mellem 5% og 90% af normal driftsspænding.

3.2.57. Spændingsniveau

Definition på spændingsniveauer i distributionsnettet og transmissionsnettet i denne vejledning er fastsat ud fra standarden DS/EN/IEC 60038 og er følgende:

Betegnelse for spændingsniveau	Nominel spænding U_n [kV]	Elforsyningsvirksomhed
Ekstra høj spænding (EHV)	400	Transmissionsvirksomhed
	220	
Højspænding (HV)	150	
	132	
	60	Netvirksomhed
	50	
Mellemspænding (MV)	33	
	30	
	20	
	15	
	10	
Lavspænding (LV)	0,4	
	0,23	

Tabel 3.2 – Definition af spændingsniveauer.

3.2.58. Spændingsregulering

En reguleringsfunktion for reaktiv effekt, som regulerer den reaktive effekt med en statik med det formål at opnå den ønskede spænding i spændingsreferencepunktet.

3.2.59. Spændingsstatik

Den ændring i spænding i procent, som forårsager en ændring i reaktiv effekt svarende til anlæggets nominelle reaktive effekt.

Formel for spændingsstatik:

$$statik [\%] = 100 \cdot \frac{|\Delta U|}{U_{ref}} \cdot \frac{Q_{nom}}{|\Delta Q|}$$

3.2.60. Spændingsubalance

Tilstand i et flerfasesystem, hvor effektivværdierne af yderspændingernes grundtone og/eller vinklerne mellem de på hinanden følgende yderspændinger ikke er ens.

3.2.61. Statik

Den ændring i reguleringsparameteren (fx frekvens) i procent, som forårsager en ændring i effekt svarende til anlæggets nominelle effekt.

Se nærmere info under frekvensstatik og spændingsstatik.

3.2.62. Strømubalance

Tilstand i et flerfasesystem, hvor strømmens amplitude og/eller vinklerne mellem de på hinanden følgende faser ikke er ens.

3.2.63. Synkront produktionsanlæg

En sammenhængende elproducerende enhed, som kan producere elektrisk energi på en sådan måde, at den producerede spændings frekvens, vekselstrømsgeneratorens hastighed og netfrekvensen står i et konstant forhold til hinanden og dermed er synkrone.

3.2.64. Systemansvarlig virksomhed

Virksomhed, der har det overordnede ansvar for at opretholde forsyningssikkerheden og en effektiv udnyttelse af det sammenhængende elforsyningssystem.

Den systemansvarlige virksomhed i Danmark er Energinet.

3.2.65. Total Harmonic Distortion (THD)

Kvadratisk summering af den samlede harmoniske forvrængning af de individuelle harmoniske overtoner (Y_h) fra og med den 2. harmoniske overtone ($h = 2$), op til og med den 40. harmoniske overtone ($h = 40$) – beregnet som procentdel af grundtonen ($h = 1$).

$$THD_Y = \sqrt{\sum_{h=2}^{h=40} \left(\frac{Y_h}{Y_1}\right)^2}$$

Hvor Y er enten RMS-strømme (THD_I) eller RMS-spændinger (THD_U).

3.2.66. Unormal drift

Drift i situationer med frekvens- eller spændingsafvigelser – det vil sige, drift uden for området for normaldrift (se afsnit 3.2.47).

3.2.67. Vestdanmark (DK1)

Den del af det kontinentaleuropæiske synkronområde, som dækker Danmark vest for Storebælt.

3.2.68. Vindkraftværk

Et elproducerende anlæg, som benytter vind som primær energikilde.

3.2.69. 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 spændingsafvigelser. Netbeskyttelsen skal frakoble produktionsanlægget i disse situationer.

3.2.70. Østdanmark (DK2)

Den del af det nordeuropæiske synkronområde, som dækker Danmark øst for Storebælt.

4. KRAV TIL PRODUKTIONSANLÆG I KATEGORI B

4.1. IMMUNITET OVER FOR FREKVENNS OG SPÆNDINGSAFVIGELSER

Et produktionsanlæg skal overholde nedennævnte krav til normaldrift og unormal drift.

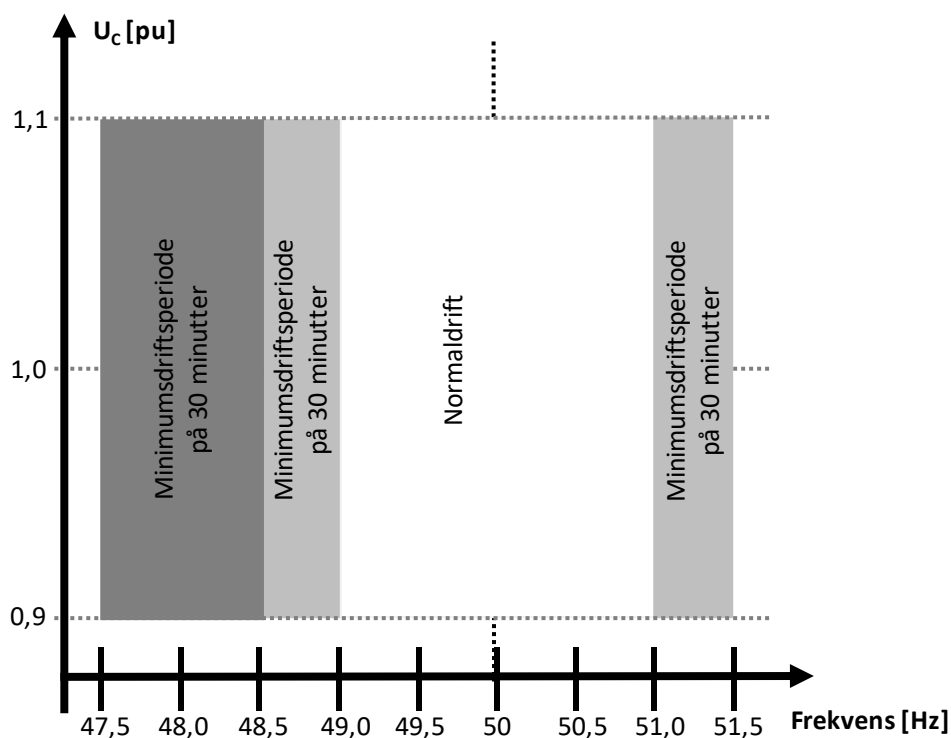
4.1.1. Normaldrift

Et produktionsanlæg skal være i stand til at producere kontinuert uden at frakoble i frekvensintervallet 49,0 Hz til 51,0 Hz.

U_c i nettilslutningspunktet (POC) oplyses af elforsyningsvirksomheden.

Et produktionsanlæg skal være i stand til at producere kontinuert, når spændingen i tilslutningspunktet ligger inden for spændingsintervallet 90 % til 110 % af normal driftsspænding.

Et produktionsanlæg skal ved forskellige frekvenser opretholde driften i de minimumsperioder, som er angivet i figur 4.1, uden at frakoble fra nettet.



Figur 4.1 – Minimumsperioder, hvor et produktionsanlæg skal kunne opretholde driften ved forskellige frekvenser uden at frakoble fra nettet.

Et produktionsanlæg skal være designet til, uden afbrydelse, at kunne tolerere et momentant spændingsfasespring på op til 20 grader i nettilslutningspunktet.

4.1.2. Tolerance over for frekvensafvigelser

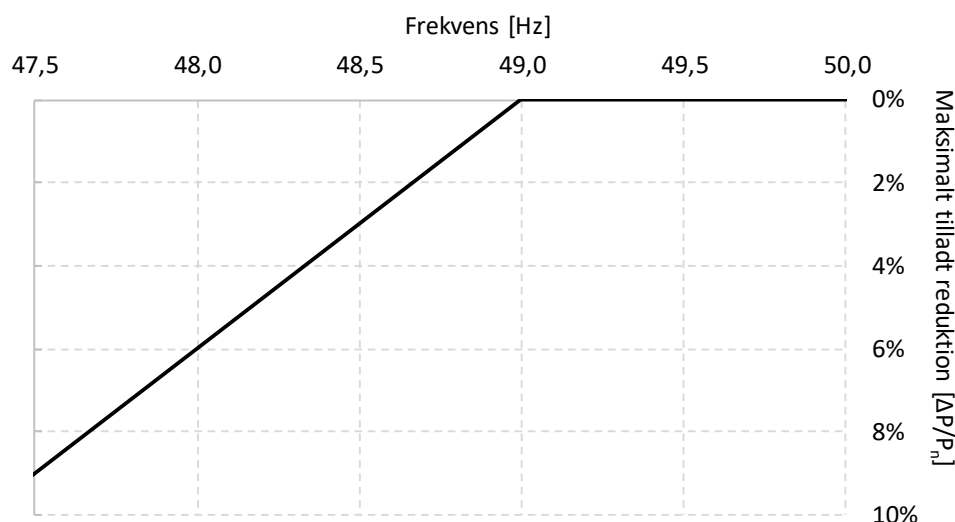
Produktionsanlægget skal kunne opretholde driften ved frekvensafvigelser i de tidsperioder, som er specificeret på figur 4.1, uden at frakoble fra det kollektive elforsyningsnet.

4.1.2.1. Frekvensændring

Et produktionsanlæg skal kunne producere kontinuert ved frekvensændringer på op til 2,0 Hz/s.

4.1.2.2. Tilladt reduktion af aktiv effekt ved underfrekvens

Det er tilladt for et produktionsanlæg at reducere den aktive effekt i frekvensområdet 49 Hz til 47,5 Hz. I dette område må den aktive effekt reduceres med 6 % af P_n pr. Hz., som vist på figur 4.2.



Figur 4.2 – Tilladt reduktion af aktiv effekt ved underfrekvens.

Tilladt reduktion af aktiv effekt	
Frekvensområde	49 Hz til 47,5 Hz
Reduktion af P_n pr. Hz	6 %

Tabel 4.1 - Tilladt reduktion af aktiv effekt ved underfrekvens

Et produktionsanlæg må først reducere den aktive effekt, hvis anlægget teknisk set ikke kan fortsætte den aktuelle levering af aktiv effekt ved underfrekvens. Dette gælder under normale driftsforhold som kan garanteres i 90 % af tiden, og skal ske efter bedste evne i forhold til driftspunkt og tilgængelig primær energi.

4.1.3. Tolerance over for spændingsafvigelser

Et produktionsanlæg skal overholde kravene til tolerancer over for spændingsafvigelser, som angivet i dette afsnit. Der er specifikke krav, som afhænger af typen af produktionsanlægget.

4.1.3.1. Tilladt reduktion af aktiv effekt ved underspænding

Når spændingen i nettilslutningspunktet ligger under 95% af nominal værdi, er det tilladt at reducere produktionen af aktiv effekt for at overholde produktionsanlæggets strøm-grænse. Reduktionen skal være så lille, som teknisk muligt.

4.1.3.2. Robusthed over for spændingsstigninger

Et produktionsanlæg skal kunne forblive forbundet til elnettet ved spændingsstigninger, som defineret i tabel 4.2.

Spænding	Varighed
$1,15 \cdot U_c$	60 s
$1,20 \cdot U_c$	5 s

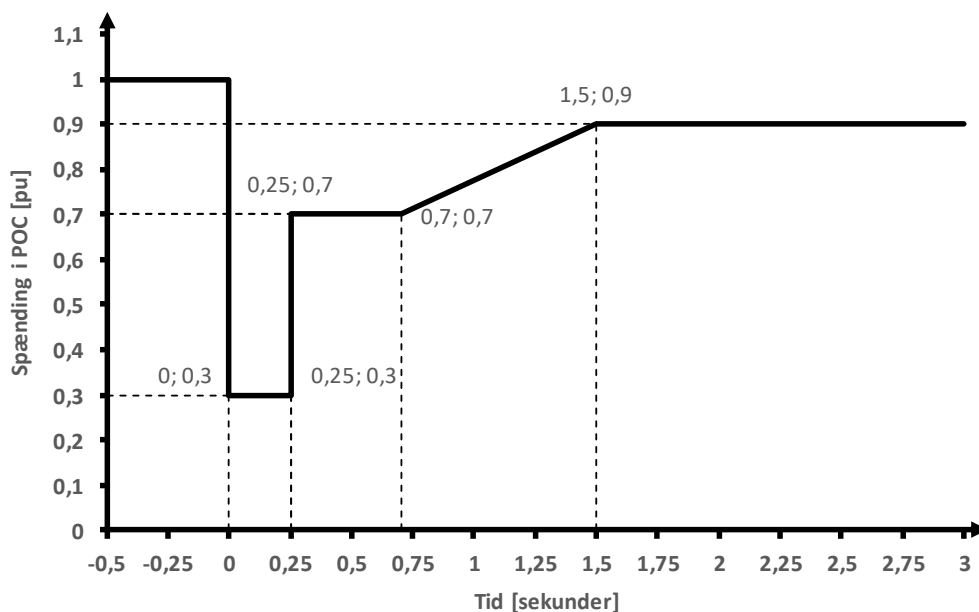
Tabel 4.2 – Robusthed over for spændingsstigninger.

4.1.3.3. Robusthed over for spændingsdyk

(a) Synkron produktionsanlæg

Et synkront produktionsanlæg skal kunne modstå spændingsdyk som vist på figur 4.3. Et synkront produktionsanlæg skal kunne forblive nettilsluttet ved et spændingsdyk over den fuldt optrukne linje på figur 4.3. Ved spændingsdyk under den fuldt optrukne linje er det tilladt at frakoble anlægget fra elnettet. Dette gælder for både symmetriske fejl og for asymmetriske fejl.

Den synkrone spændingskomponent benyttes til vurdering af robusthedskravet på figur 4.3. Kravet vurderes ved P_n og effektfaktor 1,0. Elforsyningsvirksomheden skal på anlægsejers anfordring oplyse kortslutningseffekten i tilslutningspunktet før og efter fejlen. De oplyste kortslutningseffekter kan blive oplyst som generiske værdier, som er baseret på typiske driftssituationer.



Figur 4.3 – Robusthed over for spændingsdyk for et synkront produktionsanlæg.

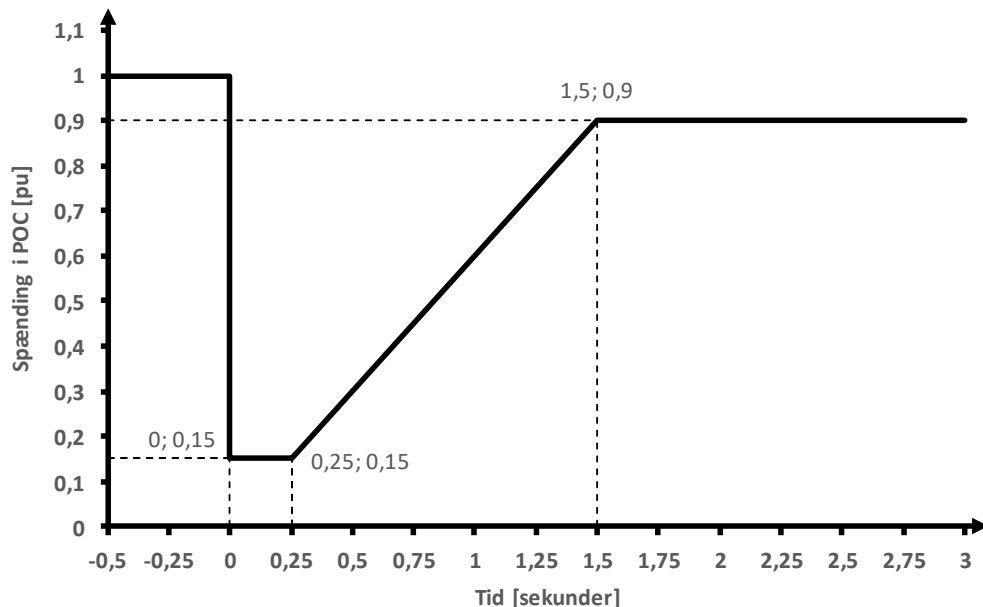
Et synkront produktionsanlæg skal kunne genoprette den normale produktion af aktiv effekt efter en fejl, hurtigst muligt efter at spændingen og frekvensen er inden for normalområdet igen jf. afsnit 4.1.1. Produktionsanlæggets naturlige evne til at genoprette produktionen af aktiv effekt må ikke begrænses kunstigt eller unødigt.

(b) Elproducerende anlæg

Et elproducerende anlæg skal kunne modstå spændingsdyk som vist på figur 4.4. Et elproducerende anlæg skal kunne forblive nettilsluttet ved et spændingsdyk over den fuldt optrukne linje på figur 4.4. Ved spændingsdyk under den fuldt optrukne linje er det tilladt at frakoble anlægget fra elnettet. Dette gælder for både symmetriske fejl og for asymmetriske fejl.

Den synkrone spændingskomponent benyttes til vurdering af robusthedskravet på figur 4.4. Kravet vurderes ved P_n og effektfaktor 1,0. Elforsyningsvirksomheden skal på anlægsejers anfordring oplyse kortslutningseffekten i tilslutningspunktet før og efter fejlen. De oplyste kortslutningseffekter kan blive oplyst som generiske værdier, som er baseret på typiske driftssituationer.

Et elproducerende anlæg skal kunne genoprette den normale produktion af aktiv effekt efter en fejl hurtigst muligt, dog senest 5 sekunder efter at spændingen og frekvensen er inden for normalområdet igen, jf. afsnit 4.1.1. I genoprettelsesforløbet skal opregulering af den aktive effekt ske med en gradient på mindst 20% P_n/s .



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

Levering af reaktiv tillægsstrøm

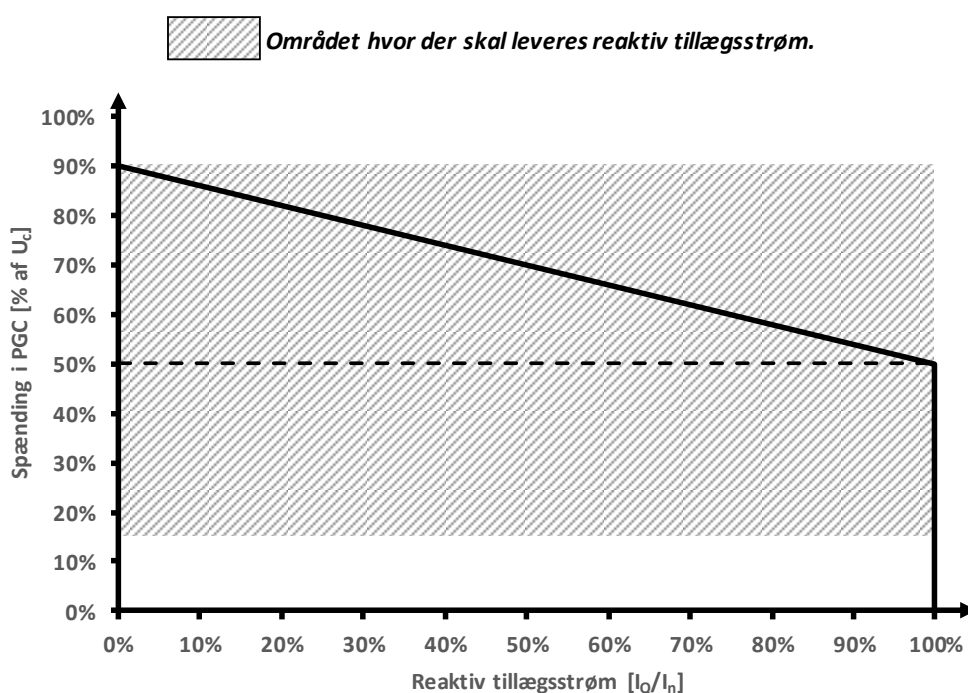
Et elproducerende anlæg skal kunne levere en reaktiv tillægsstrøm, I_Q , i generatortilslutningspunktet i tilfælde af en symmetrisk fejl (trefaset fejl) for at opretholde spændingsstabilitet i nettet under og efter en fejl.

Et elproducerende anlæg skal kunne levere en reaktiv tillægsstrøm (synkronkomposant) 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 $\pm 20\%$ 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_c , se det skraverede område på figur 4.5.



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

4.2. INDKOBLING OG OPSTART AF ET PRODUKTIONSANLÆG

Opstart og genindkobling af et produktionsanlæg må ikke ske, før frekvensen og spændingen er inden for følgende områder:

	DK 1 (Vestdanmark)	DK 2 (Østdanmark)
Frekvensområde	47,5 Hz – 50,2 Hz	47,5 Hz – 50,5 Hz
Spændingsområde	90 % – 110 % U_c	90 % – 110 % U_c

	DK 1 (Vestdanmark)	DK 2 (Østdanmark)
Observationstid	3 minutter	3 minutter

Tabel 4.3 – Kriterier for genindkobling og opstart af et produktionsanlæg.

Efter at et produktionsanlæg er indkoblet, må den aktive effekt maksimalt stige med 20% af nominel effekt per minut.

4.2.1. Synkronisering

Et produktionsanlæg skal automatisk kunne synkronisere sig til det kollektive elforsyningsnet. Det må ikke være muligt at omgå den automatiske synkronisering manuelt, så anlægget kobler ind uden synkronisering.

4.3. REGULERING AF AKTIV EFFEKT

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

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

4.3.1. Frekvensrespons – overfrekvens

Et produktionsanlæg skal kunne nedregulere sin aktive effekt ved overfrekvens. Nedregulering i aktiv effekt skal påbegyndes inden for 2 sekunder i nettilslutningspunktet.

Af hensyn til detektering af $\emptyset$ -drift må produktionsanlægget ikke påbegynde nedregulering af den aktive effekt i nettilslutningspunktet, før der er gået 500 ms.

Hvis produktionsanlæggets naturlige forsinkelse (dødtid) for påbegyndelse af nedregulering er 500 ms eller mere, er kravet til forsinkelse opfyldt.

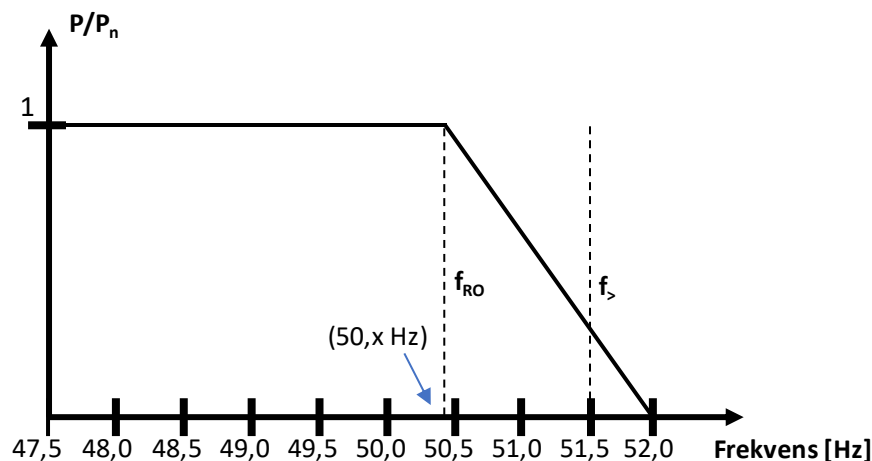
Hvis produktionsanlæggets naturlige forsinkelse (dødtid) for påbegyndelse af nedregulering er mindre end 500 ms, skal denne forlænges til 500 ms. Den ekstra forsinkelse påtrykkes kun ved overgangen til frekvensrespons, dvs. når frekvenstærsklen f_{RO} krydses.

Eksempel

Et produktionsanlægs naturlige forsinkelse (dødtid) for påbegyndelse af nedregulering er 300 ms. Der tilføjes en kunstig forsinkelse (dødtid) på 200 ms, så den samlede forsinkelse (dødtid) for produktionsanlægget er 500 ms.

Nedreguleringen af aktiv effekt skal påbegyndes ved en frekvenstærskel (f_{RO}) og følge en statik, som angivet i figur 4.6, uagtet om frekvensen stiger eller falder.

Når et produktionsanlægs nedre grænse for aktiv effekt nås i forbindelse med nedreguleringen, skal anlægget holde dette minimumsniveau af aktiv effekt, indtil netfrekvensen igen falder, eller produktionsanlægget frakobles af en anden grund.



Figur 4.6 – Statik for frekvensrespons ved overfrekvens.

Frekvenstærsklen for påbegyndelse af frekvensrespons skal kunne indstilles i intervallet fra 50,2 Hz til 50,5 Hz, begge værdier inklusive, med en opløsning på 10 mHz eller bedre.

Hældningen af statikken for reduktion af aktiv effekt skal kunne indstilles i intervallet 2% til 12%, med en opløsning på 1 % eller bedre.

Indstillingerne for frekvensrespons ved overfrekvens for Vest- og Østdanmark er følgende:

	DK 1 (Vestdanmark)	DK 2 (Østdanmark)
Frekvenstærskel f_{RO}	50,2 Hz	50,5 Hz
Statik	5 %	4 %
Tid til ø-drift-detektering	500 ms	500 ms

Tabel 4.4 – Standardindstillinger for frekvensrespons – overfrekvens for DK1 og DK2.

Når frekvensresponsen er aktiveret, skal den aktive effekt følge statikken med en nøjagtighed på $< 5\%$ af nominel aktiv effekt eller bedre målt over en periode på 1 minut.

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

4.3.2. Begrænsningsfunktioner

4.3.2.1. 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.

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

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

4.3.2.2. Gradient-effektbegrænser

Et produktionsanlæg skal have mulighed for at begrænse gradienten af den aktive effekt. 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 . Dette gælder både for op- og nedregulering, under hensyntagen til tilgængeligheden af den primære energikilde.

Gradient-effektbegrænser bruges af systemdriftsmæssige årsager, så ændringerne i aktiv effekt ikke giver stabilitetsmæssige problemer i det kollektive elforsyningsnet.

4.3.2.3. Systemværn

Kravet for systemværn gælder for elproducerende anlæg og for synkrone produktionsanlæg afdækkes behovet ved tildeling af nettilslutningspunktet.

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.

4.4. REGULERING AF REAKTIV EFFEKT

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 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.

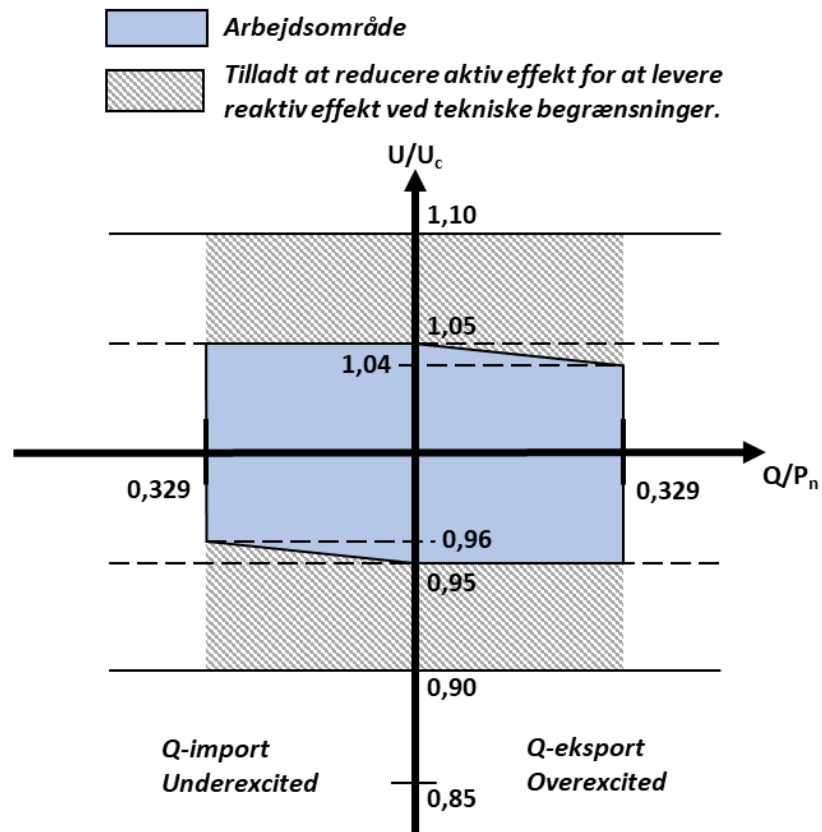
Reguleringen skal ske med en nøjagtighed på $\pm 2\%$ af nominel tilsyneladende effekt for produktionsanlægget. Nøjagtigheden for reguleringen måles over en periode på 1 minut.

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

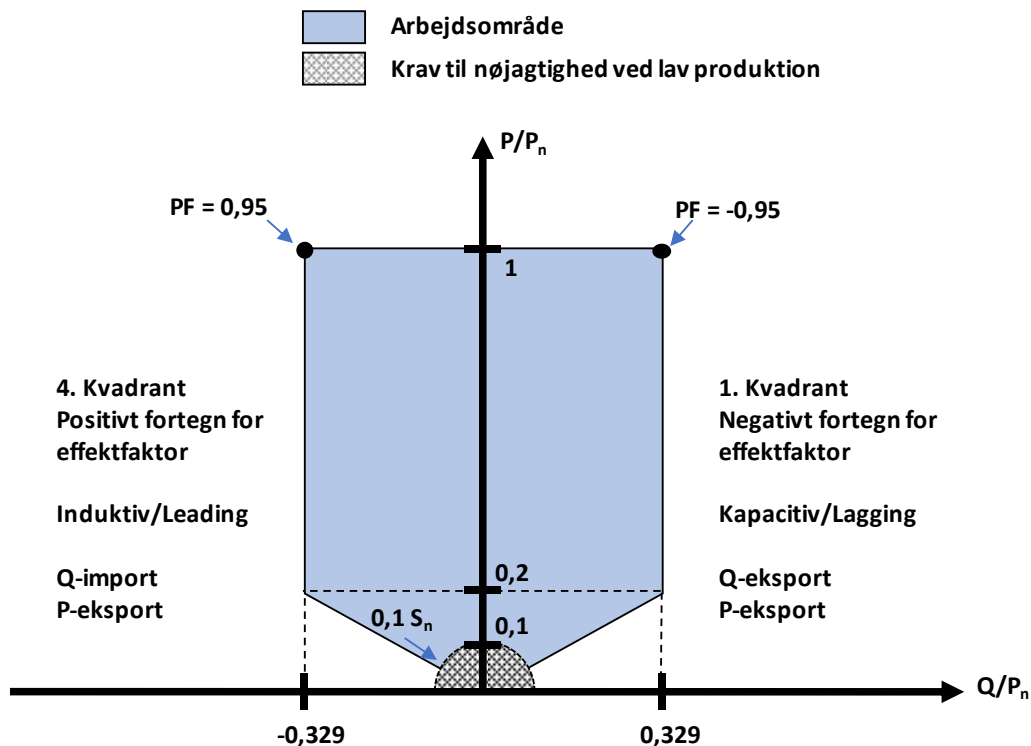
Ved maksimal produktion af aktiv effekt skal et produktionsanlæg være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i nettilslutningspunktet (POC), som angivet i figur 4.7.



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.

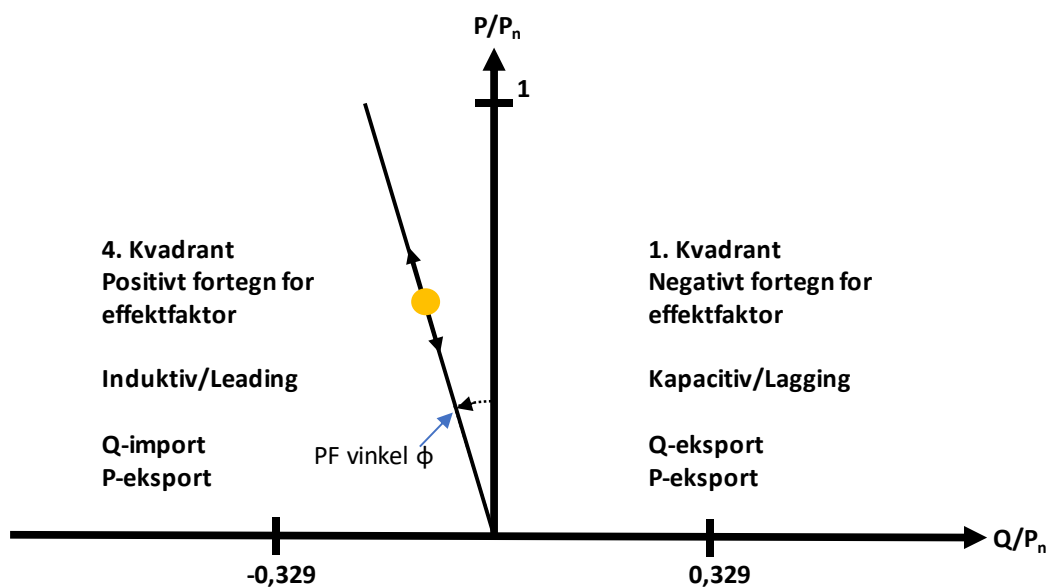


Figur 4.8 – Krav til levering af reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt.

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].

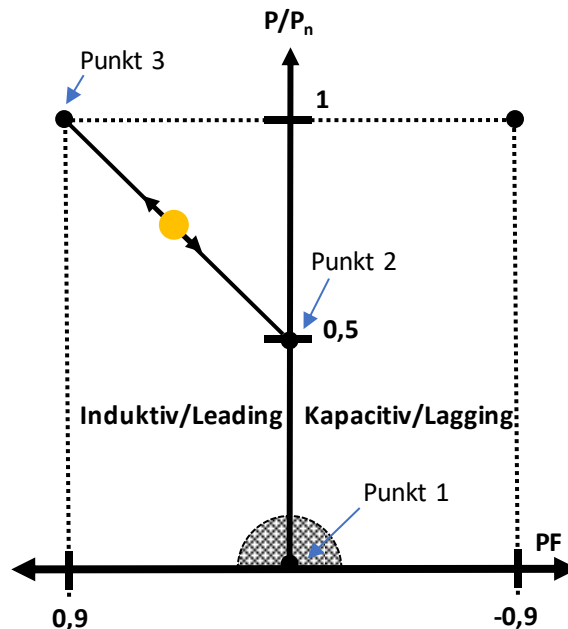
Et produktionsanlæg må ikke udveksle reaktiv effekt med det kollektive elforsyningsnet, medmindre andet er aftalt med elforsyningsvirksomheden. Dvs. produktionsanlægget skal producere ved en effektfaktor på 1 som standard.

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 [$\cos \varphi (P)$].

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.

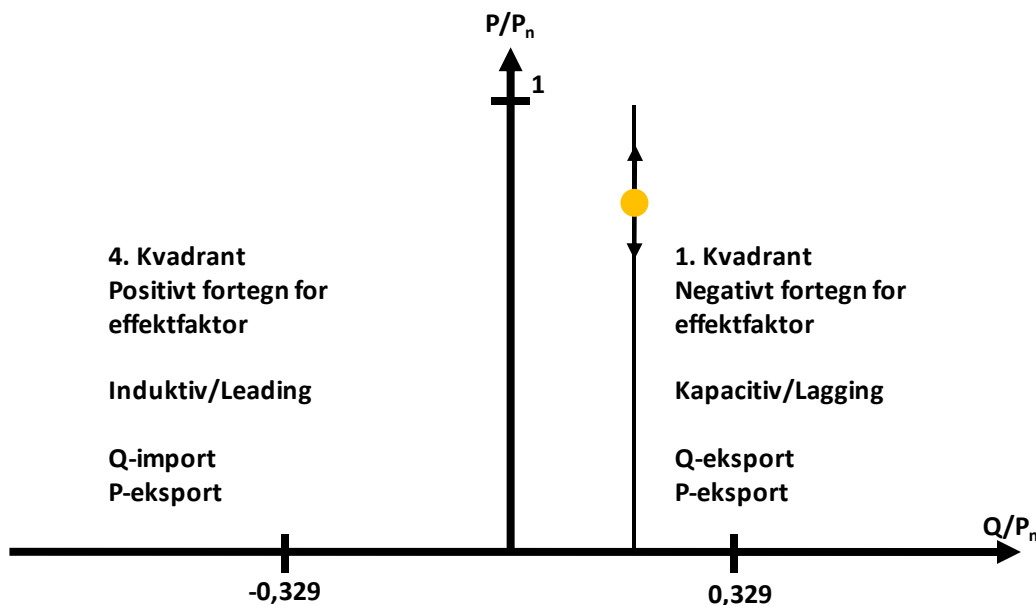
Aktiveringsniveauet for funktionen er normalt 105 % af U_c , og deaktiveringsniveauet er 100 % af U_c .

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.

4.4.5. (a) Synkrone produktionsanlæg – yderligere krav

Ud over de generelle krav til reaktiv effekt stilles der for synkrone produktionsanlæg krav om, at produktionsanlægget skal være udstyret med et kontinuert fungerende automatisk magnetiseringssystem. Magnetiseringssystemet skal kunne levere en stabil og konstant spænding i PGC. Setpunkt for spændingen skal kunne vælges inden for hele spændingsområdet for normaldrift.

4.5. BESKYTTELSE

4.5.1. Generelt

Beskyttelse af anlæg skal både beskytte produktionsanlægget og være med til at sikre stabilitet i det kollektive elforsyningsnet.

Relæindstillinger må ikke forhindre specificeret anlægsfunktionalitet i at fungere korrekt.

Det er anlægsejers ansvar, at anlægget er dimensioneret og udstyret med de nødvendige beskyttelsesfunktioner, således at anlægget:

- Sikres mod skader som følge af fejl og hændelser i det kollektive elforsyningsnet
- Sikrer det kollektive elforsyningsnet mod uønsket påvirkning fra anlægget
- Sikres mod skader som følge af asynkrone sammenkoblinger
- Beskyttes mod udkoblinger i ikke-kritiske situationer for anlægget
- Ikke skades og ikke udkobler ved spændingsdyk som angivet i afsnit 4.1.3.

Elforsyningsvirksomheden eller den systemansvarlige virksomhed kan kræve indstillingsværdierne for beskyttelsesfunktioner ændret efter idriftsættelsen, hvis det vurderes at have betydning for driften af det kollektive elforsyningsnet.

Efter en udkobling af et anlæg på grund af en fejl i det kollektive elforsyningsnet må anlægget tidligst indkoble automatisk, som angivet i afsnit 4.2.

Et anlæg, der forud for en fejl i det kollektive elforsyningsnet var udkoblet af et eksternt signal, må ikke indkobles, før det eksterne signal er fjernet, og spænding og frekvens igen er inden for de intervaller, der er angivet i afsnit 4.2.

Det påhviler elforsyningsvirksomheden, på anfordring fra anlægsejer, at oplyse den største og mindste kortslutningsstrøm, der kan forventes i nettilslutningspunktet (POC), samt andre oplysninger om det kollektive elforsyningsnet, som er nødvendige for at fastlægge anlæggets beskyttelsesfunktioner.

Spænding og frekvens skal måles samtidigt på de faser, som anlægget er tilsluttet i nettilslutningspunktet (POC).

4.5.2. Krav til beskyttelsesfunktioner og -indstillinger

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, 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.

Frekvensændringen, beregnes efter nedenstående eller ækvivalent princip.

Frekvensmålingen anvendt til beregning af frekvensændringen er baseret på en 200 ms måleperiode, hvor middelværdien beregnes.

Frekvensmålingerne skal foregå løbende så der beregnes en ny værdi for hver 20 ms.

ROCOF [Hz/s] skal beregnes som forskellen mellem den netop udførte middelværdifrekvensberegning og den middelværdi frekvensberegning der blev foretaget for 20 ms siden.

$$(df/dt = (\text{middelværdi 2} - \text{middelværdi 1})/0,020 \text{ [Hz/s]})$$

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.

4.5.3. Krav til netbeskyttelse

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

Beskyttelsesfunktion	Symbol	Indstilling (Interval / Opløsning)		Funktionstid (Interval / Opløsning)	
Overspænding (trin 2)	$U_{>>}$	1,0 – 1,3 / 0,01 Standard: 1,15	U_c	0,1 – 5 / 0,05 Standard: 0,2	s
Overspænding (trin 1)	$U_{>}$	1,0 – 1,2 / 0,01 Standard: 1,10	U_c	0,1 – 100 / 0,1 Standard: 60	s

Beskyttelsesfunktion	Symbol	Indstilling (Interval / Opløsning)		Funktionstid (Interval / Opløsning)	
Underspænding (trin 1)	$U_{<}$	0,2 – 1,0 / 0,01 Standard: 0,90	U_c	0,1 – 100 / 0,1 Standard: 60	s
Overfrekvens	$f_{>}$	50,0 – 52,0 / 0,1 Standard: 51,5	Hz	0,1 – 5 / 0,05 Standard: 0,2	s
Underfrekvens	$f_{<}$	47,0 – 50,0 / 0,1 Standard: 47,5	Hz	0,1 – 5 / 0,05 Standard: 0,2	s

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

4.5.3.1. (a) Yderligere krav til netbeskyttelse for synkrone produktionsanlæg

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.

Elforsyningsvirksomheden, i hvis net anlægget er tilsluttet, beregner indstillingsværdierne for det synkrone underspændingsrelæ ved hjælp af principperne i DEFU-teknisk rapport 293, 3. udgave, "Relæbeskyttelse ved decentral produktion med synkrogeneratorer", marts 2018.

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	I_n	2	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 synkron underspændingsrelæ, anvendes generatorfabrikantens indstillinger for overstrømsbeskyttelse.

Tabel 4.7 – Yderligere beskyttelsesindstillinger for synkrone produktionsanlæg.

4.5.4. Krav til detektering af ø-drift

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	0,02 – 5 / 0,01 Standard: 0,08	s

Tabel 4.8 – Krav til ø-drift-detektering.

4.5.5. Jording

Forhold omkring jording af produktionsanlægget skal aftales med elforsyningsvirksomheden.

4.6. ELKVALITET

Et produktionsanlæg må ikke forårsage uacceptabel elkvalitet i elnettet. For at undgå dette skal produktionsanlægget overholde kravene specificeret i de følgende afsnit.

4.6.1. Grænseværdier

Et produktionsanlæg skal overholde kravene beskrevet i de følgende afsnit.

4.6.1.1. DC-indhold

Et produktionsanlæg må ikke injicere DC-strømme i elnettet. Dette er opfyldt, hvis DC indholdet i den strøm, som produktionsanlægget injicerer i nettet, er under 0,5% af produktionsanlæggets nominelle strøm.

Hvis anlægget er tilsluttet gennem en anlægstransformer, antages kravet for opfyldt.

Grænseværdien for DC-indhold er sat, fordi DC-strømme ikke ønskes i det kollektive elforsyningsnet og kan have negative indvirkninger på nettets drift og beskyttelse. Grænseværdien er sat med udgangspunkt i IEC/TR 61000-3-15, som giver anbefaling til, hvilke krav der skal stilles til decentral produktion tilsluttet det kollektive elforsyningsnet på lavspændingsniveau.

4.6.1.2. Spændingsubalance

Et produktionsanlæg skal være balanceret 3-faset, så anlægget ikke giver anledning til spændingsubalance.

Krav om ubalance stilles, fordi ubalance i fasespændingerne mellem faserne ikke ønskes i det kollektive elforsyningsnet, da det kan have negative indvirkninger på nettets drift og på de enheder, som er tilsluttet det kollektive elforsyningsnet.

Den internationale standard DS/EN 50160 sætter en grænse for den samlede spændingsubalance i det kollektive elforsyningsnet på 2%. Spændingsubalance kan fordeles i henhold til metoden i IEC/TR 61000-3-13, men dette vil give upraktisk lave grænseværdier for det enkelte produktionsanlæg, som er lavere end måleusikkerheden for måling af ubalance.

Når produktionsanlægget er balanceret 3-faset, giver det som udgangspunkt ikke anledning til en forværring af den spændingsubalance, som findes i det kollektive elforsyningsnet. Dokumentation på, at produktionsanlægget er balanceret 3-faset, vil derfor oftest være tilstrækkeligt til at påvise, at anlægget ikke giver anledning til spændingsubalance i det kollektive elforsyningsnet.

Hvis man skal være sikker på, at produktionsanlægget ikke giver anledning til spændingsubalance, kan spændingsubalancen i nettilslutningspunktet (POC) måles før og efter idriftsættelse af anlægget. Hvis der ikke er en betydelig forværring af spændingsubalancen efter idriftsættelse af anlægget i forhold til før idriftsættelse, er kravet til spændingsubalance opfyldt.

Spændingsubalancen måles jf. DS/EN 61000-4-30 som negativsekvenskomponenten divideret med positivsekvenskomponenten.

4.6.1.3. Hurtige spændingsændringer

Et produktionsanlæg må ikke forårsage hurtige spændingsændringer større end de grænseværdier, der er angivet i tabel 4.9.

Spændingsniveau	Grænseværdi
Mellemspænding	d(%) = 4 %

Højspænding

$d(\%) = 3 \%$

Tabel 4.9 – Grænseværdi for hurtige spændingsændringer.

Krav om hurtige spændingsændringer er sat med udgangspunkt i DS/EN 61000-3-11 og DEFU rapport RA 557, samt de metoder til fastsættelse af grænseværdier, som beskrives i IEC/TR 61000-3-7.

4.6.1.4. Flicker

Et produktionsanlæg må ikke forårsage flickerbidrag, der er større end grænseværdierne for kort- og langtidsflicker, som angivet i tabel 4.10.

	Korttidsflicker (P_{st})	Langtidsflicker (P_{lt})
Grænseværdi	0,3	0,2

Tabel 4.10 – Grænseværdi for kort- og langtidsflicker.

Grænseværdier for flicker er sat med udgangspunkt i DS/EN 61000-3-11 og DEFU rapport RA 557, samt de metoder til fastsættelse af grænseværdier, som beskrives i IEC/TR 61000-3-7.

4.6.1.5. Harmoniske overtoner

Et produktionsanlæg må ikke emitte harmoniske strømme højere end grænseværdierne i tabel 4.11 for de enkelte harmoniske overtoner, som er angivet i procent af anlæggets nominelle strøm, (I_h/I_n (%)).

Ulige harmonisk orden h							Lige harmonisk orden h					
3	5	7	9	11	13	15	2	4	6	8	10	12
3,4	3,8	2,5	0,5	1,2	0,7	0,35	0,5	0,5	1,0	0,8	0,6	0,5

Tabel 4.11 – Grænseværdier for harmoniske strømme I_h/I_n (% af I_n).

Udover grænseværdierne for de enkelte harmoniske overtoner er der også grænseværdier for alle harmoniske overtoner samlet set. Grænseværdierne for THD_I og $PWHD_I$ er angivet i tabel 4.12.

THD_I	$PWHD_I$
4,4	4,4

Tabel 4.12 – Grænseværdier for THD_I og $PWHD_I$ i strøm (% af I_n).

Kravene til enkelte harmoniske, THD_I og $PWHD_I$, stilles med udgangspunkt i DS/EN 61000-3-12 Tabel 3 og DEFU rapport RA 557, samt de metoder til fastsættelse af grænseværdier, som beskrives i IEC/TR 61000-3-6.

Den 2. og 4. harmoniske er reduceret i forhold til metoden i RA 557, fordi de kan være en indikation på, at der er DC i den strøm, som leveres til det kollektive elforsyningsnet. En overskridelse af grænseværdierne for 2. eller 4. harmoniske kan indikere, at anlægget ikke opfylder kravet til DC-indhold.

Trippel harmoniske er tilføjet ud fra forholdet for grænseværdierne i DS/EN 50160. Trippel harmoniske bør slet ikke forekomme for balanceret 3-faset udstyr. I praksis er det dog blevet observeret, at 3-fasede invertere til tider producerer disse, grundet inverterstyringen, og det er derfor valgt at tilføje en grænseværdi for disse. I praksis er grænseværdierne for trippel harmoniske i denne vejledning sat så højt, at de aldrig bør udgøre et problem for et balanceret 3-faset produktionsanlæg. Skulle et produktionsanlæg overskride disse grænser, vil det derfor være et tegn på, at anlægget ikke kan kategoriseres som balanceret og derfor ikke kan tilsluttes, da det ikke overholder kravene til ubalance.

4.6.1.6. Interharmoniske overtoner

Et produktionsanlæg skal overholde de grænseværdier for interharmoniske overtoner, der er angivet i tabel 4.13.

Frekvens (Hz)		
75 Hz	125 Hz	> 175 Hz
0,44	0,66	$\frac{83}{f}$ *)
*) Dog ikke mindre end måleusikkerheden		

Tabel 4.13 – Grænseværdier for interharmoniske overtoner i strøm (% af I_n).

Grænseværdier for interharmoniske overtoner er sat med udgangspunkt i DS/EN 61000-3-12 og DEFU rapport RA 557, samt de metoder til fastsættelse af grænseværdier, som beskrives i IEC/TR 61000-3-6.

4.6.1.7. Forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz

Et produktionsanlæg skal overholde grænseværdien i tabel 4.14 for alle 200 Hz frekvensgrupper mellem 2 kHz og 9 kHz.

Grænseværdi
0,2 %

Tabel 4.14 - Grænseværdien for harmoniske strømme for alle frekvenser mellem 2 kHz og 9 kHz, angivet som procent af I_n .

Grænseværdi for forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz er sat med udgangspunkt i DEFU rapport RA 557.

4.6.2. Ansvarsfordeling

4.6.2.1. Anlægsejers forpligtelser

Anlægsejer skal som udgangspunkt sikre, at produktionsanlægget er designet, konstrueret og konfigureret på sådan en måde, at alle grænseværdier overholdes.

Anlægsejer skal verificere, at emissionsgrænserne i nettilslutningspunktet er overholdt.

Til beregning af elkvalitet anvender anlægsejer den typiske trefasede kortslutningseffekt, $S_{k, \text{elkvalitet}}$ i nettilslutningspunktet.

Anlægsejer kan efter aftale tilkøbe supplerende ydelser (højere kortslutningseffekt eller leveringsomfang) af elforsyningsvirksomheden med henblik på overholdelse af de specifikke grænseværdier.

4.6.2.2. Elforsyningsvirksomhedens forpligtelser

Elforsyningsvirksomheden har ansvaret for at fastsætte emissionsgrænser i nettilslutningspunktet.

Elforsyningsvirksomheden skal oplyse kortslutningsniveauet $S_{k, \text{elkvalitet}}$ med tilhørende impedansvinkel ψ_k i nettilslutningspunktet.

4.6.3. Målemetode

Målinger af de forskellige elkvalitetsparametre skal udføres i henhold til den europæiske norm DS/EN 61000-4-30 (klasse A).

Måling af harmonisk forvrængning af spænding og strøm skal foretages som defineret i IEC 61000-4-7 efter de principper (harmonic subgroup) og med de nøjagtigheder, der er angivet for klasse I.

Måling af interharmonisk forvrængning op til 2 kHz skal foretages som defineret i IEC 61000-4-7 Annex A og skal måles som interharmoniske grupper (interharmonic subgroup).

Alternativt er det tilladt at måle harmonisk forvrængning op til 2 kHz med grouping aktiveret (harmonic groups), som specificeret i IEC 61000-4-7 og med de nøjagtigheder, der er angivet for klasse I. Hvis harmonisk forvrængning op til 2 kHz måles med grouping aktiveret, er det ikke påkrævet at måle interharmonisk forvrængning op til 2 kHz separat.

Måling af forstyrrelser i området 2-9 kHz skal foretages jævnt over IEC 61000-4-7 Annex B og skal måles i 200 Hz vinduer med centerfrekvenser fra 2100 Hz til 8900 Hz.

4.7. UDVEKSLING AF INFORMATION

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

Hvis et produktionsanlæg består af flere produktionsenheder, skal der installeres en anlægsregulator, så anlægget kan styres som et samlet produktionsanlæg i PCOM jf. figur 3.3 og figur 3.4.

Et produktionsanlæg skal kunne standse produktionen af aktiv effekt. Produktionen skal være standset, senest 5 sekunder efter at kommando herom er modtaget. Derudover skal et produktionsanlæg kunne reducere den aktive effekt, efter at anlægget har modtaget en kommando.

4.7.1. Krav tidsstempling og opdateringstid

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.

4.7.2. Krav til informationsudveksling for produktionsanlæg under 1 MW

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

Signalbetegnelse	Signal type
Stop signal	Kommando
Holde signal	Kommando

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

Fjernstyring af disse signaler vurderes ved nettilslutning af elforsyningsvirksomheden.

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

4.7.3. Krav til informationsudveksling for produktionsanlæg på 1 MW og derover

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

Signalbetegnelse	Signal type
Stopsignal	Kommando

Signalbetegnelse	Signal type
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 produktions anlæg på 1 MW eller derover skal kunne udveksles i realtid i grænsefladen PCOM.

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

4.8. VERIFIKATION OG DOKUMENTATION

Dette afsnit beskriver den dokumentation, som anlægsejer eller tredjepart skal levere til elforsyningsvirksomheden for at opnå en nettilslutningstilladelse.

Det er anlægsejeren, der har ansvaret for at overholde kravene beskrevet i denne vejledning og for at dokumentere, at kravene er overholdt.

Elforsyningsvirksomheden kan til enhver tid kræve verifikation og dokumentation for, at produktionsanlægget opfylder kravene beskrevet i denne vejledning.

4.8.1. Krav til dokumentation

- CE-overensstemmelseserklæring
- Beskyttelsesfunktioner
- Enstregsskema
- Elkvalitet
- Tolerance overfor spændingsdyk
- Udfyldt bilag B1.1, med teknisk dokumentation, der understøtter svarene afgivet i bilaget.
- Udfyldt bilag B1.2.

Der kan også anvendes produktcertifikater, som er udstedt af et godkendt certificeringsorgan. Produktcertifikaterne kan dække nogle af dokumentationskravene.

I forbindelse med dokumentation af produktionsanlæggets tekniske egenskaber skal der gennemføres prøvninger og simuleringer, som beskrevet i afsnit 4.8.2 og 4.8.3.

4.8.2. Prøvninger

Som en del af dokumentationen af produktionsanlæggets tekniske egenskaber, skal der gennemføres prøvninger, som påviser overholdelse af kravene i denne vejledning. De prøvninger, som skal gennemføres, omfatter:

- Frekvensrespons – overfrekvens (LFSM-O)

Resultaterne skal fremlægges i en rapport.

I stedet for prøvninger kan der anvendes produktcertifikater, som er udstedt af et godkendt certificeringsorgan.

4.8.3. Simuleringer

Som en del af dokumentationen af produktionsanlæggets tekniske egenskaber skal der gennemføres simuleringer, som påviser overholdelse af kravene i denne vejledning. De simuleringer, som skal gennemføres, omfatter:

- Frekvensrespons – overfrekvens (LFSM-O)
 - Skal gennemføres med frekvensændringer i form af både trin og ramper.
 - Skal vise, hvordan produktionsanlægget agerer, når anlæggets nedre grænse for aktiv effekt nås.
- Robusthed over for spændingsdyk
- Genoprettelse af aktiv effekt
- Levering af reaktiv tillægsstrøm (kun elproducerende anlæg)

Simuleringsresultater og simuleringsmodel skal valideres op imod de gennemførte prøvninger, så det påvises, at model og simuleringer er retvisende.

I stedet for simuleringer kan der anvendes produktcertifikater, som er udstedt af et godkendt certificeringsorgan.

CE-overensstemmelseserklæring

Der skal leveres en CE-overensstemmelseserklæring for de enkelte hovedkomponenter. CE-overensstemmelseserklæringen skal indeholde en liste over de relevante standarder, normer, og direktiver, som komponenten eller enheden overholder.

Beskyttelsesfunktioner

Med dokumentation af beskyttelsesindstillinger menes en liste over alle de aktuelle relæopsætninger på idriftsættelsestidspunktet.

Enstregsskema

Et enstregsskema er en tegning, der viser anlæggets hovedkomponenter, og hvordan de indbyrdes er forbundet elektrisk. Derudover skal placeringen af beskyttelse og målepunkter fremgå af skemaet.

Elkvalitet

Elkvalitet er en samling af parametre, som karakteriserer den leverede elektricitet. Der skal fremvises et certifikat eller en rapport, der viser, at kravene er overholdt.

Tolerance over for spændingsdyk

Med tolerance overfor spændingsdyk menes et produktionsanlægs evne til at forblive tilkoblet det kollektive elforsyningsnet under et spændingsdyk, såvel som elproducerende anlægs evne til at levere reaktiv tillægsstrøm. Produktionsanlæggets evne til at forblive tilkoblet elnettet og levere reaktiv tillægsstrøm kan dokumenteres på to måder: ved simulering eller test.

Udfyldning af bilag

Med et udfyldt bilag B1.1 menes der, at bilaget i denne vejledning skal udfyldes, og at den tekniske dokumentation, der viser, at de svar, man har afgivet i bilaget, er korrekte, er vedhæftet. Teknisk dokumentation kan være en testrapport, produktcertifikat, manual, simulering mv.

5. KRAV TIL PRODUKTIONSANLÆG I KATEGORI C

5.1. IMMUNITET OVER FOR FREKVENNS OG SPÆNDINGSAFVIGELSER

Et produktionsanlæg skal overholde nedennævnte krav til normaldrift og unormal drift.

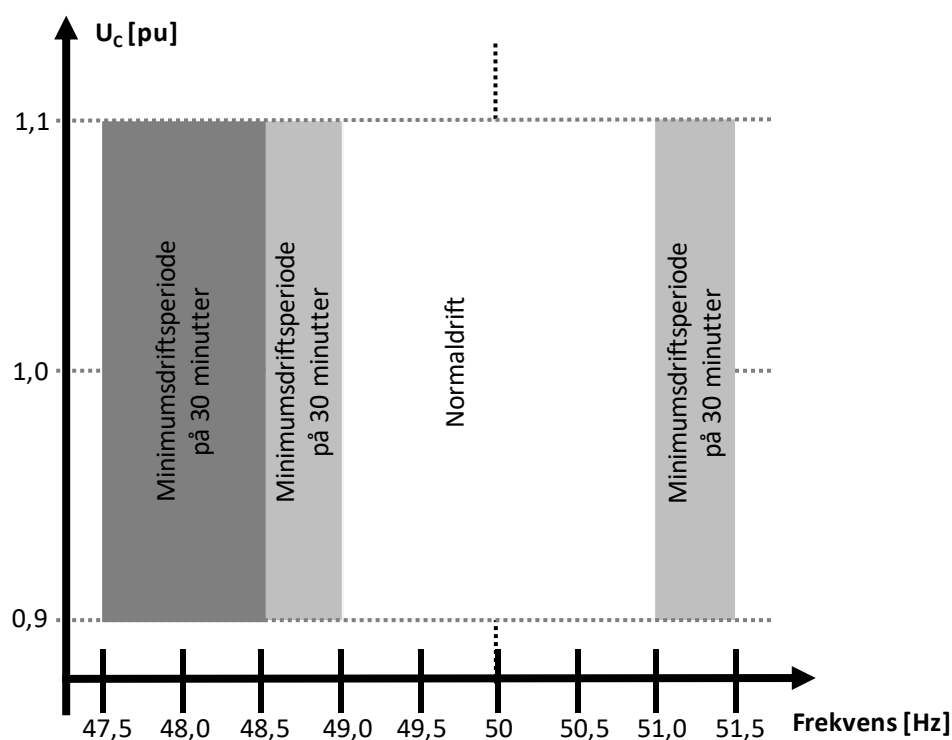
5.1.1. Normaldrift

Et produktionsanlæg skal være i stand til at producere kontinuert uden at frakoble i frekvensintervallet 49,0 Hz til 51,0 Hz.

U_c i nettilslutningspunktet (POC) oplyses af elforsyningsvirksomheden.

Et produktionsanlæg skal være i stand til at producere kontinuert, når spændingen i tilslutningspunktet ligger inden for spændingsintervallet 90 % til 110 % af normal driftsspænding.

Et produktionsanlæg skal ved forskellige frekvenser opretholde driften i de minimumsperioder, som er angivet i figur 5.1, uden at frakoble fra nettet.



Figur 5.1 – Minimumsperioder, hvor et produktionsanlæg skal kunne opretholde driften ved forskellige frekvenser uden at frakoble fra nettet.

Et produktionsanlæg skal være designet til, uden afbrydelse, at kunne tolerere et momentant spændingsfasespring på op til 20 grader i nettilslutningspunktet.

5.1.2. Tolerance over for frekvensafvigelser

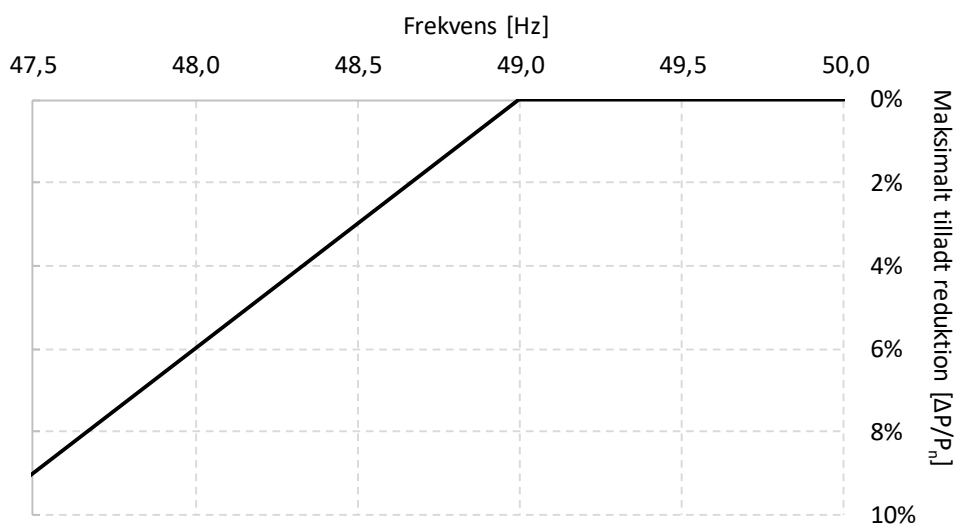
Produktionsanlægget skal kunne opretholde driften ved frekvensafvigelser i de tidsperioder, som er specificeret på figur 5.1, uden at frakoble fra det kollektive elforsyningsnet.

5.1.2.1. Frekvensændring

Et produktionsanlæg skal kunne producere kontinuert ved frekvensændringer på op til 2,0 Hz/s.

5.1.2.2. Tilladt reduktion af aktiv effekt ved underfrekvens

Det er tilladt for et produktionsanlæg at reducere den aktive effekt i frekvensområdet 49 Hz til 47,5 Hz. I dette område må den aktive effekt reduceres med 6 % af P_n pr. Hz., som vist på figur 5.2.



Figur 5.2 – Tilladt reduktion af aktiv effekt ved underfrekvens.

Tilladt reduktion af aktiv effekt	
Frekvensområde	49 Hz til 47,5 Hz
Reduktion af P_n pr. Hz	6 %

Tabel 5.1 - Tilladt reduktion af aktiv effekt ved underfrekvens

Et produktionsanlæg må først reducere den aktive effekt, hvis anlægget teknisk set ikke kan fortsætte den aktuelle levering af aktiv effekt ved underfrekvens. Dette gælder under normale driftsforhold som kan garanteres i 90 % af tiden, og skal ske efter bedste evne i forhold til driftspunkt og tilgængelig primær energi.

5.1.3. Tolerance over for spændingsafvigelser

Et produktionsanlæg skal overholde kravene til tolerancer over for spændingsafvigelser, som angivet i dette afsnit. Der er specifikke krav, som afhænger af typen af produktionsanlægget.

5.1.3.1. Robusthed over for spændingsstigninger

Når spændingen i nettilslutningspunktet ligger under 95% af nominel værdi, er det tilladt at reducere produktionen af aktiv effekt for at overholde produktionsanlæggets strøm-grænse. Reduktionen skal være så lille, som teknisk muligt.

5.1.3.2. Robusthed over for spændingsdyk

Et produktionsanlæg skal kunne forblive forbundet til elnettet ved spændingsstigninger, som defineret i tabel 5.2.

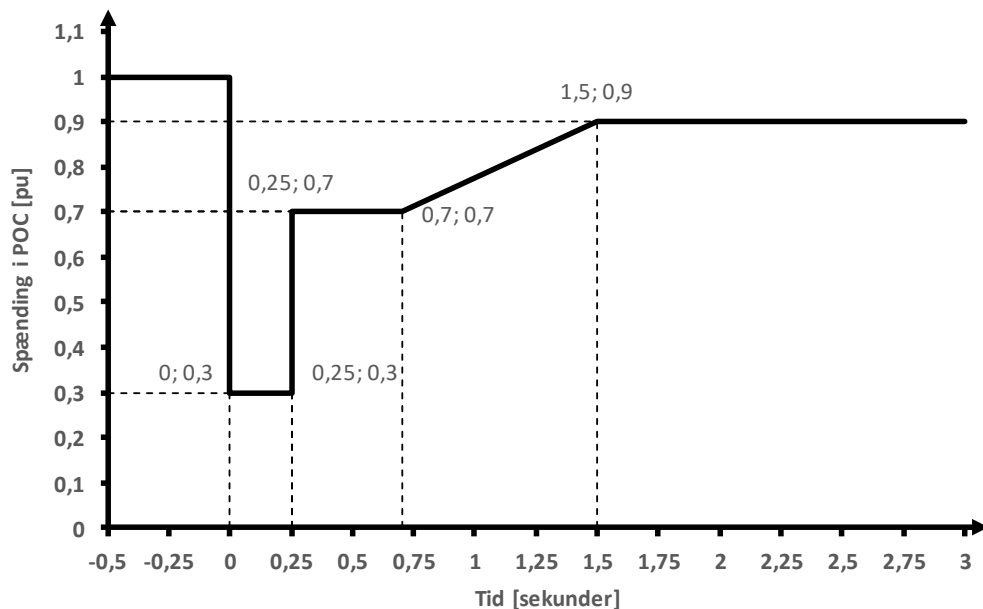
Spænding	Varighed
$1,15 \cdot U_c$	60 s
$1,20 \cdot U_c$	5 s

Tabel 5.2 – Robusthed over for spændingsstigninger.

(a) Synkront produktionsanlæg

Et synkront produktionsanlæg skal kunne modstå spændingsdyk som vist på figur 5.3. Et synkront produktionsanlæg skal kunne forblive nettilsluttet ved et spændingsdyk over den fuldt optrukne linje på figur 5.3. Ved spændingsdyk under den fuldt optrukne linje er det tilladt at frakoble anlægget fra elnettet. Dette gælder for både symmetriske fejl og for asymmetriske fejl.

Den synkrone spændingskomponent benyttes til vurdering af robusthedskravet på figur 5.3. Kravet vurderes ved P_n og effektfaktor 1,0. Elforsyningsvirksomheden skal på anlægsejers anfordring oplyse kortslutningseffekten i tilslutningspunktet før og efter fejlen. De oplyste kortslutningseffekter kan blive oplyst som generiske værdier, som er baseret på typiske driftssituationer.



Figur 5.3 – Robusthed over for spændingsdyk for et synkront produktionsanlæg.

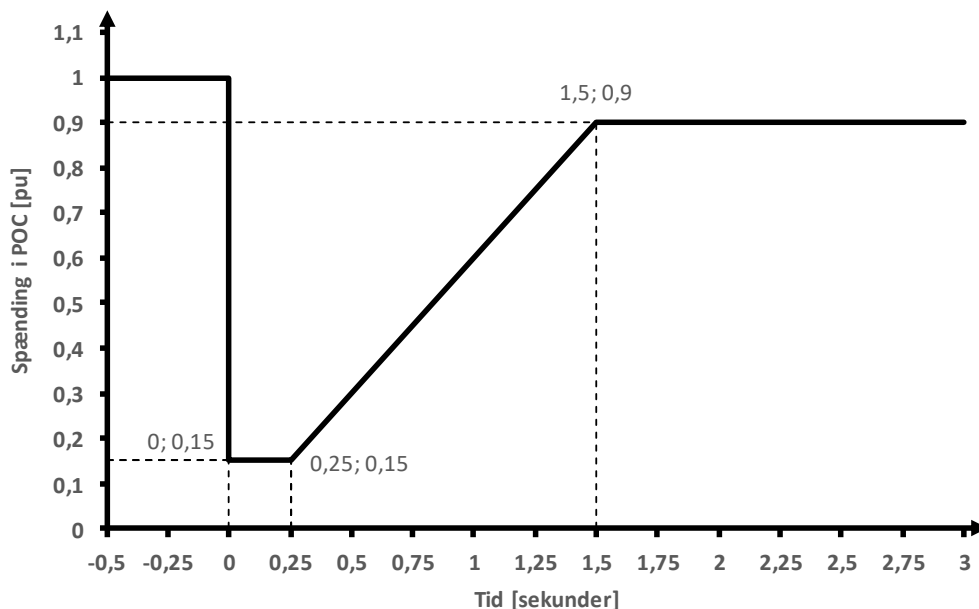
Et synkront produktionsanlæg skal kunne genoprette den normale produktion af aktiv effekt efter en fejl, hurtigst muligt efter at spændingen og frekvensen er inden for normalområdet igen jf. afsnit 5.1.1. Produktionsanlæggets naturlige evne til at genoprette produktionen af aktiv effekt må ikke begrænses kunstigt eller unødigt.

(b) Elproducerende anlæg

Et elproducerende anlæg skal kunne modstå spændingsdyk som vist på figur 5.4. Et elproducerende anlæg skal kunne forblive nettilsluttet ved et spændingsdyk over den fuldt optrukne linje på figur 5.4. Ved spændingsdyk under den fuldt optrukne linje er det tilladt at frakoble anlægget fra elnettet. Dette gælder for både symmetriske fejl og for asymmetriske fejl.

Den synkrone spændingskomponent benyttes til vurdering af robusthedskravet på figur 5.4. Kravet vurderes ved P_n og effektfaktor 1,0. Elforsyningsvirksomheden skal på anlægsejers anfordring oplyse kortslutningseffekten i tilslutningspunktet før og efter fejlen. De oplyste kortslutningseffekter kan blive oplyst som generiske værdier, som er baseret på typiske driftssituationer.

Et elproducerende anlæg skal kunne genoprette den normale produktion af aktiv effekt efter en fejl hurtigst muligt, dog senest 5 sekunder efter at spændingen og frekvensen er inden for normalområdet igen, jf. afsnit 5.1.1. I genoprettelsesforløbet skal opregulering af den aktive effekt ske med en gradient på mindst 20% P_n/s .



Figur 5.4 – Robusthed over for spændingsdyk for et elproducerende anlæg.

Levering af reaktiv tillægsstrøm

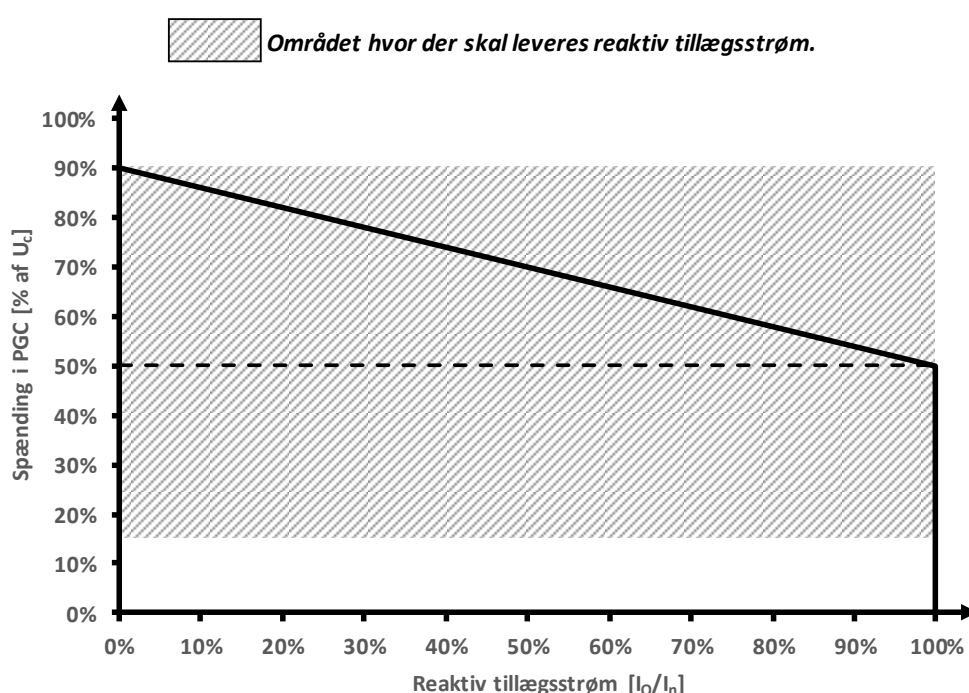
Et elproducerende anlæg skal kunne levere en reaktiv tillægsstrøm, I_Q , i generatortilslutningspunktet i tilfælde af en symmetrisk fejl (trefaset fejl) for at opretholde spændingsstabilitet i nettet under og efter en fejl.

Et elproducerende anlæg skal kunne levere en reaktiv tillægsstrøm (synkronkomposant) i området over den fuldt optrukne linje i figur 5.4 og op til 90 % af den normale driftsspænding i generatortilslutningspunktet.

Regulering af en reaktiv tillægsstrøm fra et elproducerende anlæg skal følge figur 5.5.

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_c , se det skraverede område på figur 5.5.



Figur 5.5 – Levering af en reaktiv tillægsstrøm fra et elproducerende anlæg.

5.2. INDKOBLING OG OPSTART AF ET PRODUKTIONSANLÆG

Opstart og genindkobling af et produktionsanlæg må ikke ske, før frekvensen og spændingen er inden for følgende områder:

	DK 1 (Vestdanmark)	DK 2 (Østdanmark)
Frekvensområde	47,5 Hz – 50,2 Hz	47,5 Hz – 50,5 Hz
Spændingsområde	90 % – 110 % U_c	90 % – 110 % U_c

	DK 1 (Vestdanmark)	DK 2 (Østdanmark)
Observationstid	3 minutter	3 minutter

Tabel 5.3 – Kriterier for genindkobling og opstart af et produktionsanlæg.

Efter at et produktionsanlæg er indkoblet, må den aktive effekt maksimalt stige med 20% af nominel effekt per minut.

5.2.1. Synkronisering

Et produktionsanlæg skal automatisk kunne synkronisere sig til det kollektive elforsyningsnet. Det må ikke være muligt at omgå den automatiske synkronisering manuelt, så anlægget kobler ind uden synkronisering.

5.3. REGULERING AF AKTIV EFFEKT

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 $\pm 2\%$ af nominel aktiv effekt for produktionsanlægget. Nøjagtigheden for reguleringen måles over en periode på 1 minut.

5.3.1. Frekvensrespons – overfrekvens

Et produktionsanlæg skal kunne nedregulere sin aktive effekt ved overfrekvens. Nedregulering i aktiv effekt skal påbegyndes inden for 2 sekunder i nettilslutningspunktet.

Af hensyn til detektering af ø-drift må produktionsanlægget ikke påbegynde nedregulering af den aktive effekt i nettilslutningspunktet, før der er gået 500 ms.

Hvis produktionsanlæggets naturlige forsinkelse (dødtid) for påbegyndelse af nedregulering er 500 ms eller mere, er kravet til forsinkelse opfyldt.

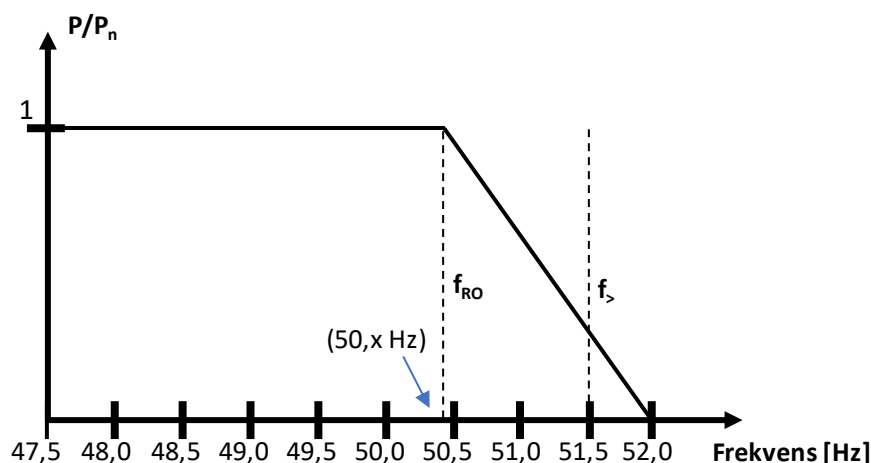
Hvis produktionsanlæggets naturlige forsinkelse (dødtid) for påbegyndelse af nedregulering er mindre end 500 ms, skal denne forlænges til 500 ms. Den ekstra forsinkelse påtrykkes kun ved overgangen til frekvensrespons, dvs. når frekvenstærsklen f_{RO} krydses.

Eksempel

Et produktionsanlægs naturlige forsinkelse (dødtid) for påbegyndelse af nedregulering er 300 ms. Der tilføjes en kunstig forsinkelse (dødtid) på 200 ms, så den samlede forsinkelse (dødtid) for produktionsanlægget er 500 ms.

Nedreguleringen af aktiv effekt skal påbegyndes ved en frekvenstærskel (f_{RO}) og følge en statik, som angivet i figur 5.6, uagtet om frekvensen stiger eller falder.

Når et produktionsanlægs nedre grænse for aktiv effekt nås i forbindelse med nedreguleringen, skal anlægget holde dette minimumsniveau af aktiv effekt, indtil netfrekvensen igen falder, eller produktionsanlægget frakobles af en anden grund.



Figur 5.6 – Statik for frekvensrespons ved overfrekvens.

Frekvenstærsklen for påbegyndelse af frekvensrespons skal kunne indstilles i intervallet fra 50,2 Hz til 50,5 Hz, begge værdier inklusive, med en opløsning på 10 mHz eller bedre.

Hældningen af statikken for reduktion af aktiv effekt skal kunne indstilles i intervallet 2% til 12%, med en opløsning på 1 % eller bedre.

Indstillingerne for frekvensrespons ved overfrekvens for Vest- og Østdanmark er følgende:

	DK 1 (Vestdanmark)	DK 2 (Østdanmark)
Frekvenstærskel f_{RO}	50,2 Hz	50,5 Hz
Statik	5 %	4 %
Tid til ø-drift-detektering	500 ms	500 ms

Tabel 5.4 – Standardindstillinger for frekvensrespons – overfrekvens for DK1 og DK2.

Når frekvensresponsen er aktiveret, skal den aktive effekt følge statikken med en nøjagtighed på $< 5\%$ af nominel aktiv effekt eller bedre målt over en periode på 1 minut.

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

5.3.2. Frekvensrespons – underfrekvens

Et produktionsanlæg skal kunne opregulere sin aktive effekt ved underfrekvens, hvis anlægget ikke i forvejen producerer ved sin nominelle effekt. Opregulering af aktiv effekt skal påbegyndes inden for 2 sekunder i nettilslutningspunktet (POC).

Af hensyn til detektering af ø-drift må produktionsanlægget ikke påbegynde opregulering af den aktive effekt i nettilslutningspunktet, før der er gået 500 ms.

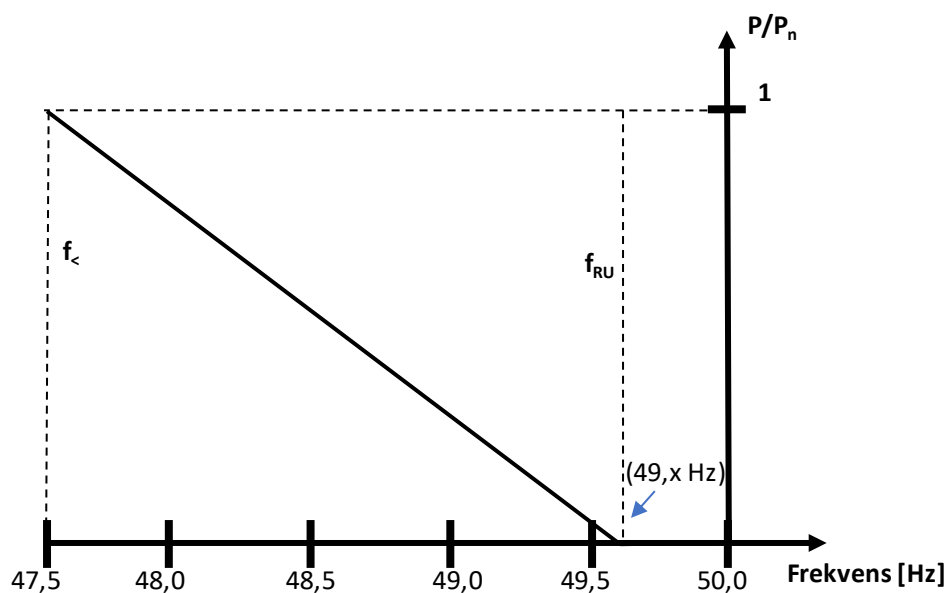
Hvis produktionsanlæggets naturlige forsinkelse (dødtid) for påbegyndelse af opregulering er 500 ms eller mere, er kravet til forsinkelse opfyldt.

Hvis produktionsanlæggets naturlige forsinkelse (dødtid) for påbegyndelse af opregulering er mindre end 500 ms, skal denne forlænges til 500 ms. Den ekstra forsinkelse påtrykkes kun ved overgangen til frekvensrespons, dvs. når frekvenstærsklen f_{RU} krydses.

Eksempel

Et produktionsanlægs naturlige forsinkelse (dødtid) for påbegyndelse af opregulering er 300 ms. Der tilføjes en kunstig forsinkelse (dødtid) på 200 ms, således at den samlede forsinkelse (dødtid) for produktionsanlægget er 500 ms.

Opregulering af aktiv effekt skal påbegyndes ved en frekvenstærskel (f_{RU}) og følge en statik, som angivet i figur 5.7.



Figur 5.7 – Statik for frekvensrespons ved underfrekvens.

Frekvenstærsklen for påbegyndelse af frekvensrespons skal kunne indstilles i intervallet fra 49,5 Hz til 49,8 Hz, begge værdier inklusive med en opløsning på 10 mHz eller bedre.

Hældningen af statikken for forøgelse af aktiv effekt skal kunne indstilles i intervallet 2 % til 12 % med en opløsning på 1 % eller bedre.

Indstillingerne for frekvensrespons ved underfrekvens for Vest- og Østdanmark er følgende:

	DK 1 (Vestdanmark)	DK 2 (Østdanmark)
Startfrekvens f_{RU}	49,8 Hz	49,5 Hz
Statik (af P_n)	5 %	4 %
Tid til ø-drift detektering	500 ms	500 ms

Tabel 5.5 – Standardindstillinger for frekvensrespons – underfrekvens, hvis andet ikke er aftalt.

Når frekvensresponsen er aktiveret, skal den aktive effekt følge statikken med en afvigelse på $< 5 \%$ af nominel aktiv effekt eller bedre målt over en periode på 1 minut.

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

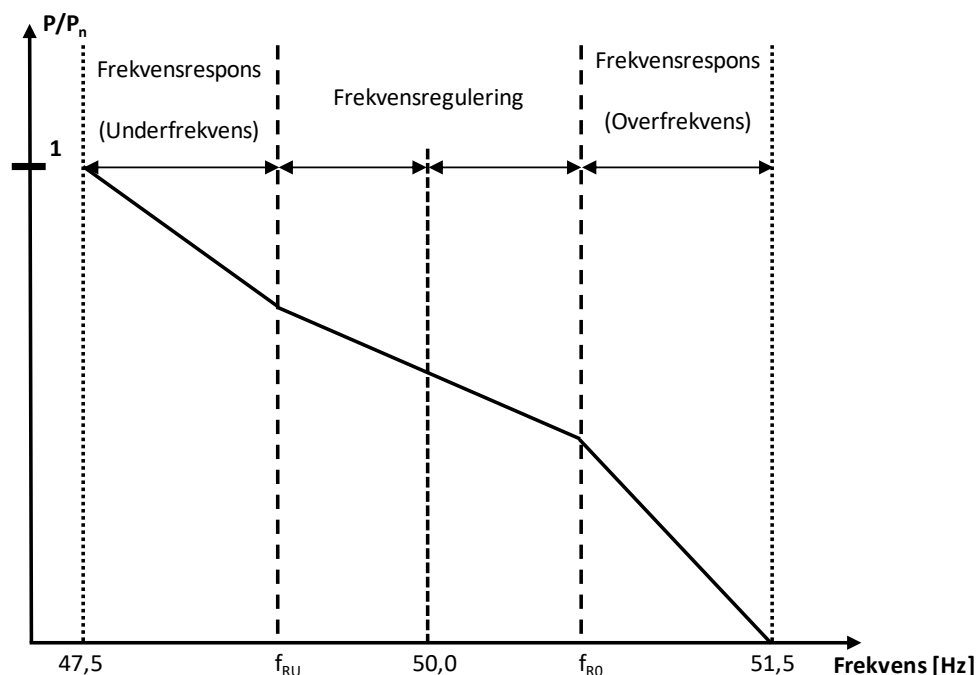
Levering af frekvensrespons ved underfrekvens skal ske under hensyntagen til tilgængeligheden af den primære energikilde, samt tilladt reduktion af aktiv effekt ved underfrekvens, jævnfør afsnit 5.1.2.2.

Forbrug som ikke er en del af anlæggets drift skal udkobles ved underfrekvens. I DK-1 skal forbrug udkobles ved 49 Hz, og i DK-2 ved 48,5 Hz.

5.3.3. Frekvensregulering

Et produktionsanlæg skal kunne levere frekvensregulering og bidrage til at stabilisere netfrekvensen.

Frekvensregulering skal kunne indstilles i frekvensintervallet 47,5 Hz til 51,5 Hz, begge værdier inklusive. Dette frekvensinterval inkluderer frekvensrespons for både under- og overfrekvens, samt frekvensreguleringen med et dødbånd, som vist på figur 5.8.



Figur 5.8 – Frekvensregulering og frekvensrespons.

Den reelle frekvensregulering ligger mellem f_{RU} og f_{RO} , som er aktiveringsfrekvenserne for frekvensrespons for under- og overfrekvens.

Regulering af produktionsanlæggets aktive effekt med hensyn til frekvensen, skal påbegyndes senest 2 sekunder efter en ændring af netfrekvensen.

Nøjagtighed for måling af netfrekvensen skal være ± 10 mHz eller bedre.

Frekvensregulering skal følge en statik, som vist på figur 5.8. Statikken skal kunne indstilles med en negativ hældning i intervallet 2% til 12%, med en opløsning på 1 % eller bedre.

Den aktive effekt $\Delta P/P_n$, som benyttes til frekvensregulering, skal kunne indstilles i intervallet 1,5 % til 10 % af produktionsanlægget maksimale effekt.

Det skal være muligt at indstille et dødbånd omkring den nominelle frekvens i intervallet 49,5 til 50,5 Hz med et dødbånd på 0-500 mHz.

Det skal også være muligt at indstille en ufølsomhed over for frekvensændringer, således at frekvensændringer mindre end den angivne værdi ikke giver ændringer i den aktive effekt. Ufølsomheden på reguleringen skal indstilles til 10 mHz.

Et produktionsanlæg skal være i stand til at levere fuld frekvensregulering i 15 minutter. Med fuld frekvensregulering menes, at produktionsanlægget skal kunne levere effekten $\Delta P/P_n$ kontinuert i hele den krævede periode.

Et synkront produktionsanlæg skal kunne aktivere den fulde frekvensregulering inden for parametrene i tabel 5.6 indenfor 30 sekunder.

Indstillingsintervaller for frekvensregulering er angivet i tabel 5.6.

		DK 1 (Vestdanmark)	DK 2 (Østdanmark)
Frekvensreguleringsinterval		49,8 – 50,2 Hz	49,5 – 50,5 Hz
Aktiv effekt i forhold til nominel effekt $\Delta P/P_n$		1,5 - 10%	1,5 - 10 %
Reguleringens ufølsomhed	$ \Delta f_i $	±10 mHz	±10 mHz
Dødbånd		0 - 200 mHz	0 - 500 mHz
Statikkens hældning		2 - 12 %	2 - 12 %

Tabel 5.6 – Indstillingsintervaller for frekvensregulering.

5.3.4. Begrænsningsfunktioner

Et produktionsanlæg skal være udstyret med en række begrænsningsfunktioner til aktiv effekt. Kravene afhænger af typen af produktionsanlæg.

5.3.4.1. 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.

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

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

5.3.4.2. Gradient-effektbegrænser

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

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

Tabel 5.7 – Maks. og min. gradienter ved op- og nedregulering.

5.3.4.3. Systemværn

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

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.

5.3.4.4. (b) Elproducerende anlæg – yderligere krav

Delta effektbegrænser

Delta-effektbegrænser bruges til at begrænse den aktive effekt fra et produktionsanlæg til en ønsket konstant værdi i forhold til mulig aktiv effekt P_{muligt} .

Regulering med en ny parameter for delta-effektbegrænser skal påbegyndes inden for 2 sekunder og skal være fuldført inden for 5 minutter fra modtagelse af ordre om parameterændring.

Delta-effektbegrænser bruges typisk til at opnå en reguleringsreserve til opreguleringsformål i forbindelse med frekvensregulering for produktionsanlæg, hvor tilgængeligheden af primærkilden varierer fx sol og vind.

Reduktion af aktiv effekt ved høj vind

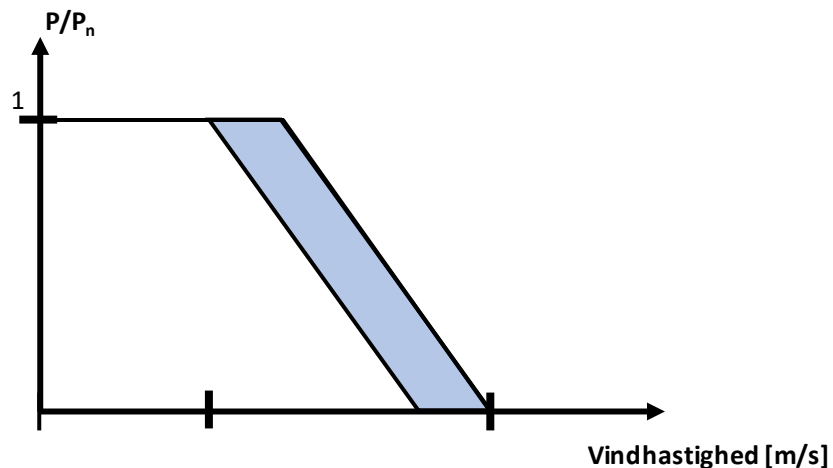
Som en del af kravene til gradient-effektbegrænser, er der for vindkraftværker krav til reduktion af aktiv effekt ved høj vind.

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 5.9. 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 automatisk 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.

5.4. REGULERING AF REAKTIV EFFEKT

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 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 reguleringen 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.

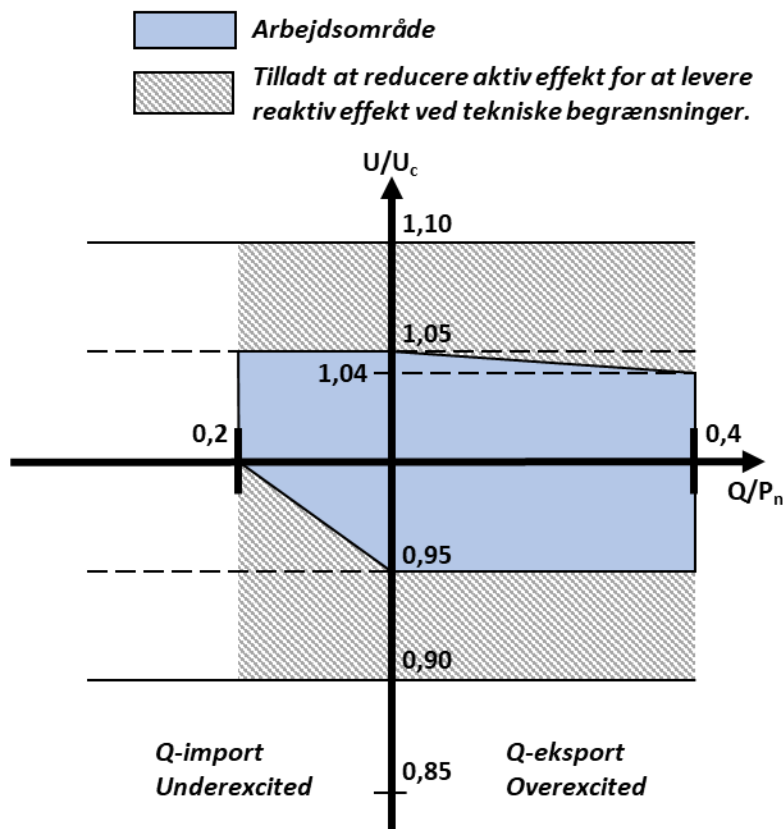
Det påhviler anlægsejer at kompensere for anlægsinfrastrukturens reaktive effekt i situationer, hvor anlægget er udkoblet eller ikke producerer aktiv effekt.

5.4.1. Arbejdsområde for reaktiv effekt

Evnen til levering af reaktiv effekt (arbejdsområdet) afhænger af typen af anlæg.

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 5.10.



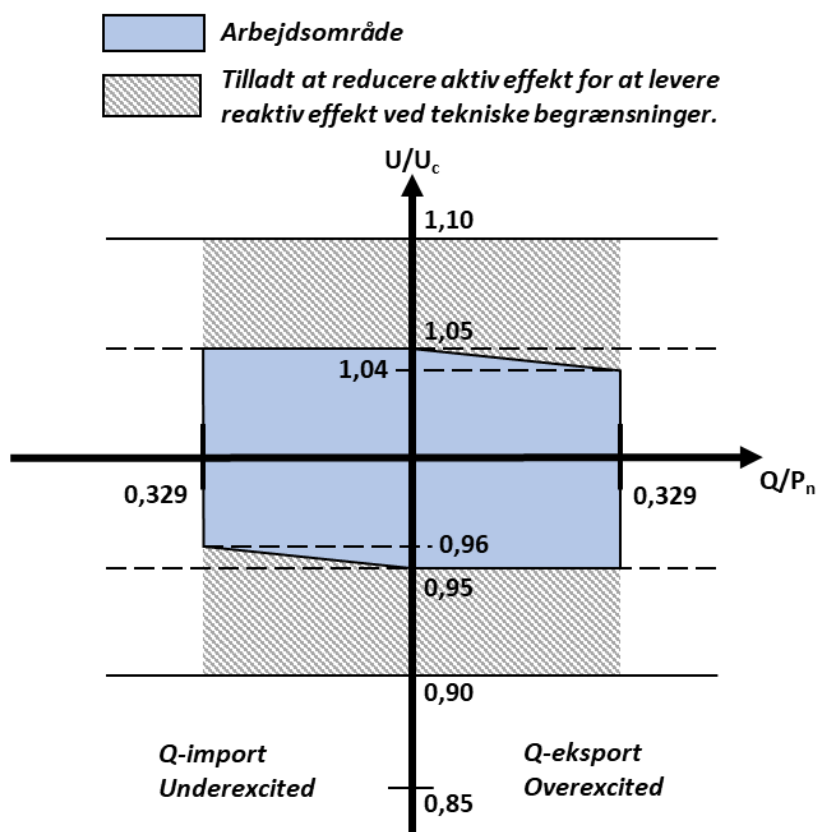
Figur 5.10 – Krav til levering af reaktiv effekt ved maksimal produktion af aktiv effekt.

I det skraverede område på figur 5.10 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.

Ved produktion af aktiv effekt under den maksimale kapacitet skal et synkront produktionsanlæg være i stand til at arbejde i ethvert punkt inden for det synkrone produktionsanlægs P-Q kapabilitetskurve (PQ-diagram).

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 5.11.

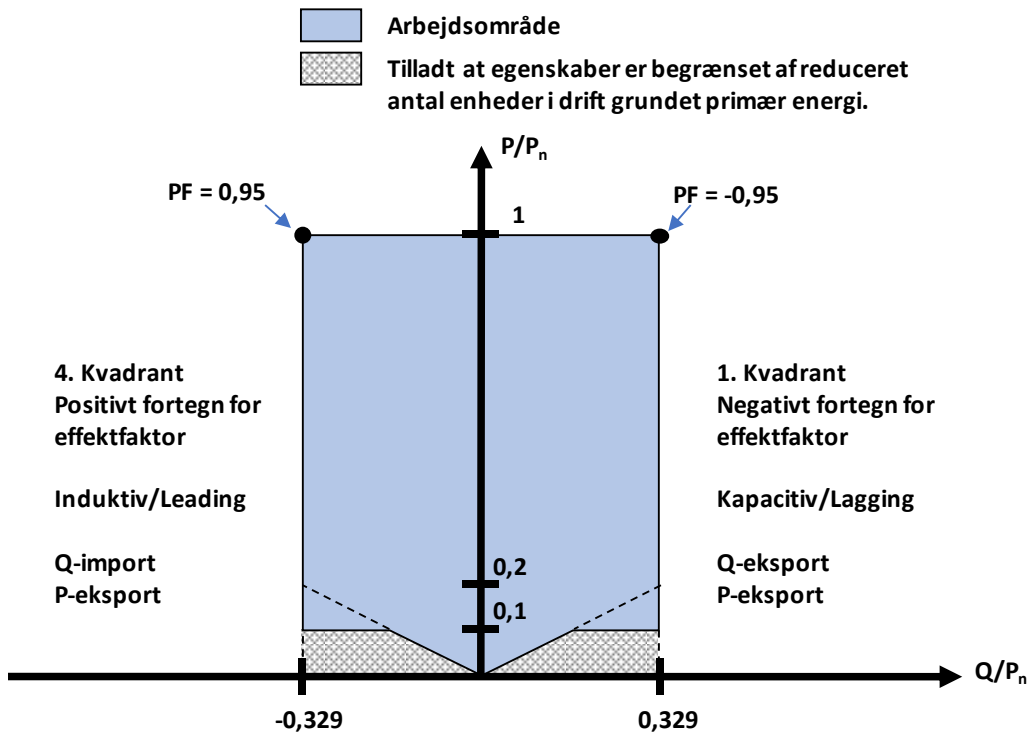


Figur 5.11 – Krav til levering af reaktiv effekt ved maksimal produktion af aktiv effekt.

I det skraverede område på figur 5.11 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 5.12.

I det grå område på figur 5.12 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.

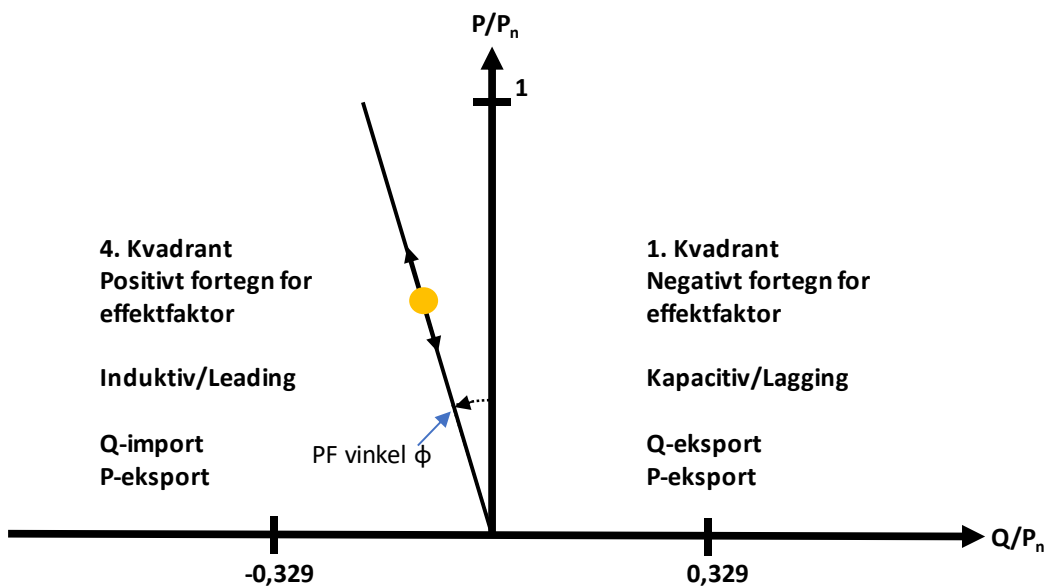


Figur 5.12 – Krav til levering af reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt.

5.4.2. Effektfaktorregulering

Et produktionsanlæg skal kunne udføre effektfaktorregulering, så den reaktive effekt kan reguleres ved hjælp af fast effektfaktor, se figur 5.13.

Når et nyt setpunkt for effektfaktoren sættes, skal reguleringen påbegyndes inden for 2 sekunder og skal være udført inden for 30 sekunder.



Figur 5.13 – 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.

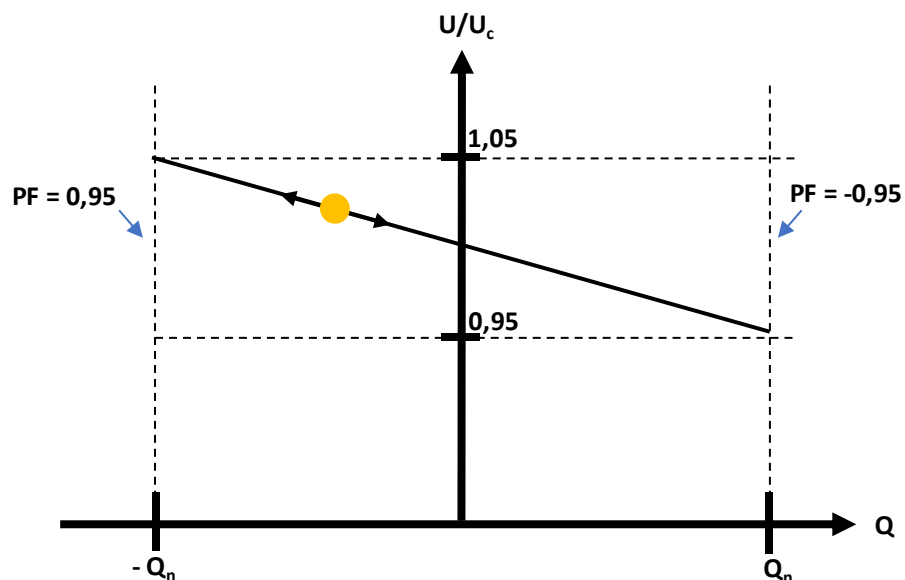
Hvis funktionen skal aktiveres, aftales de aktuelle indstillingsværdier for reguleringsfunktionen med elforsyningsvirksomheden.

5.4.3. Spændingsregulering

Et produktionsanlæg skal kunne udføre spændingsregulering med en statik og et dødbånd, som vist på figur 5.14.

Hældningen af statikken for spændingsregulering skal kunne indstilles i intervallet 2 % til 7 % i trin på højst 0,5 %.

Dødbåndet skal kunne indstilles i intervallet ± 5 % af U_{ref} med en trinstørrelse på højst 0,5 % af U_{ref} og skal være symmetrisk omkring setpunktet for spændingsreguleringen.



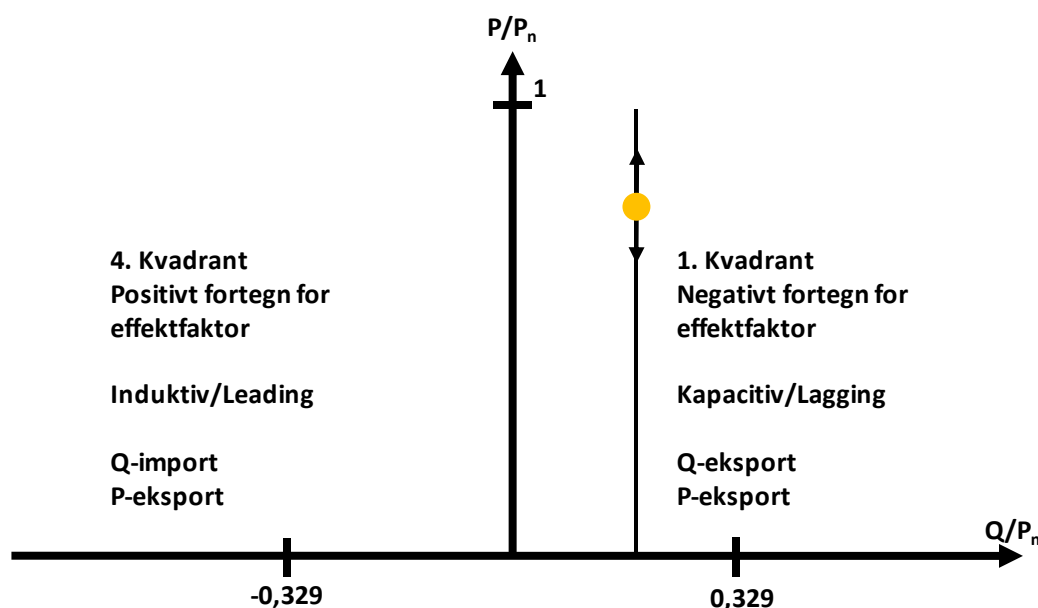
Figur 5.14 – Statik for spændingsregulering [Q(U)].

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

Et produktionsanlæg skal kunne udføre Q-regulering, som vist på figur 5.15.



Figur 5.15 – Eksempel på Q-regulering [Q setpunkt].

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

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.

5.4.5. (a) Synkrone produktionsanlæg – yderligere krav

Ud over de generelle krav til reaktiv effekt stilles der for synkrone produktionsanlæg krav om, at produktionsanlægget skal være udstyret med et kontinuert fungerende automatisk magnetiseringssystem. Magnetiseringssystemet skal kunne levere en stabil og konstant spænding i PGC. Setpunkt for spændingen skal kunne vælges inden for hele spændingsområdet for normaldrift.

5.5. BESKYTTELSE

5.5.1. Generelt

Beskyttelse af anlæg skal både beskytte produktionsanlægget og være med til at sikre stabilitet i det kollektive elforsyningsnet.

Relæindstillinger må ikke forhindre specificeret anlægsfunktionalitet i at fungere korrekt.

Det er anlægsejers ansvar, at anlægget er dimensioneret og udstyret med de nødvendige beskyttelsesfunktioner, således at anlægget:

- Sikres mod skader som følge af fejl og hændelser i det kollektive elforsyningsnet
- Sikrer det kollektive elforsyningsnet mod uønsket påvirkning fra anlægget
- Sikres mod skader som følge af asynkrone sammenkoblinger
- Beskyttes mod udkoblinger i ikke-kritiske situationer for anlægget
- Ikke skades og ikke udkobler ved spændingsdyk som angivet i afsnit 5.1.3.

Elforsyningsvirksomheden eller den systemansvarlige virksomhed kan kræve indstillingsværdierne for beskyttelsesfunktioner ændret efter idriftsættelsen, hvis det vurderes at have betydning for driften af det kollektive elforsyningsnet.

Efter en udkobling af et anlæg på grund af en fejl i det kollektive elforsyningsnet må anlægget tidligst indkoble automatisk, som angivet i afsnit 5.2.

Et anlæg, der forud for en fejl i det kollektive elforsyningsnet var udkoblet af et eksternt signal, må ikke indkobles, før det eksterne signal er fjernet, og spænding og frekvens igen er inden for de intervaller, der er angivet i afsnit 5.2.

Det påhviler elforsyningsvirksomheden, på anfordring fra anlægsejer, at oplyse den største og mindste kortslutningsstrøm, der kan forventes i nettilslutningspunktet (POC), samt andre oplysninger om det kollektive elforsyningsnet, som er nødvendige for at fastlægge anlæggets beskyttelsesfunktioner.

Spænding og frekvens skal måles samtidigt på de faser, som anlægget er tilsluttet i nettilslutningspunktet (POC).

5.5.2. Krav til beskyttelsesfunktioner og -indstillinger

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, 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 udløsebetingelsen 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.

Frekvensændringen, beregnes efter nedenstående eller ækvivalent princip.

Frekvensmålingen anvendt til beregning af frekvensændringen er baseret på en 200 ms måleperiode, hvor middelværdien beregnes.

Frekvensmålingerne skal foregå løbende så der beregnes en ny værdi for hver 20 ms.

ROCOF [Hz/s] skal beregnes som forskellen mellem den netop udførte middelværdifrekvensberegning og den middelværdi frekvensberegning der blev foretaget for 20 ms siden.

$$(df/dt = (\text{middelværdi 2} - \text{middelværdi 1})/0,020 \text{ [Hz/s]})$$

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.

5.5.3. Krav til netbeskyttelse

Kravene til beskyttelsesfunktioner og -indstillinger afhænger af typen af anlæg.

5.5.3.1. (a) Krav til netbeskyttelse for synkrone produktionsanlæg

For synkrone anlæg aftales beskyttelsesfunktioner og indstillinger med elforsyningsvirksomheden og den systemansvarlige virksomhed.

5.5.3.2. (b) Krav til netbeskyttelse for elproducerende anlæg

Et elproducerende anlæg skal have beskyttelsesfunktioner, som vist i tabel 5.8. Medmindre andet aftales med elforsyningsvirksomheden, anvendes standardværdierne i tabellen. Intervaller og opløsning er vejledende.

Beskyttelsesfunktion	Symbol	Indstilling (Interval / Opløsning)		Funktionstid (Interval / Opløsning)	
Overspænding (trin 3)	$U_{>>>}$	1,0 – 1,3 / 0,01 Standard: 1,20	U_c	0,1 – 5 / 0,05 Standard: 0,1	s
Overspænding (trin 2)	$U_{>>}$	1,0 – 1,3 / 0,01 Standard: 1,15	U_c	0,1 – 5 / 0,05 Standard: 0,2	s
Overspænding (trin 1)	$U_{>}$	1,0 – 1,2 / 0,01 Standard: 1,10	U_c	0,1 – 100 / 0,1 Standard: 60	s
Underspænding (trin 1)	$U_{<}$	0,2 – 1,0 / 0,01 Standard: 0,90	U_c	0,1 – 100 / 0,1 Standard: 60	s
Overfrekvens	$f_{>}$	50,0 – 52,0 / 0,1	Hz	0,1 – 5 / 0,05	s

Beskyttelsesfunktion	Symbol	Indstilling (Interval / Opløsning)		Funktionstid (Interval / Opløsning)	
		Standard: 51,5		Standard: 0,2	
Underfrekvens	$f_{<}$	47,0 – 50,0 / 0,1 Standard: 47,5	Hz	0,1 – 5 / 0,05 Standard: 0,2	s

Tabel 5.8 – Beskyttelsesindstillinger for elproducerende anlæg i kategori C.

5.5.4. Krav til detektering af ø-drift

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 5.9 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: $\pm 2,5$	Hz/s	0,02 – 5 / 0,01 Standard: 0,08	s

Tabel 5.9 – Krav til ø-drift-detektering.

5.5.5. Jording

Forhold omkring jording af produktionsanlægget skal aftales med elforsyningsvirksomheden.

5.6. ELKVALITET

Et produktionsanlæg må ikke forårsage uacceptabel elkvalitet i elnettet. For at undgå dette skal produktionsanlægget overholde kravene specificeret i de følgende afsnit.

Der kan være yderligere krav til et produktionsanlæg i særlige tilfælde hvor et produktionsanlæg kan have en betydende indvirkning på det kollektive elforsyningsnet (distributionsnettet og/eller transmissionsnettet), se afsnit 5.6.2.

Ved vurdering af elkvalitet benyttes en tretrinsprocedure, som kort opsummeret er:

- 1. Kortslutningsforholdet (SCR) ≥ 500 .*
- 2. Vurdering af elkvalitet ved beregning.*
- 3. Måling af støj i nettet før og efter tilslutning af produktionsanlægget og aftale løsning på problemet.*

5.6.1. Grænseværdier

Et produktionsanlæg skal overholde kravene beskrevet i de følgende afsnit.

5.6.1.1. DC-indhold

Et produktionsanlæg må ikke injicere DC-strømme i elnettet. Dette er opfyldt, hvis DC indholdet i den strøm, som produktionsanlægget injicerer i nettet, er under 0,5% af produktionsanlæggets nominelle strøm.

Hvis anlægget er tilsluttet gennem en anlægstransformer, antages kravet for opfyldt.

Grænseværdien for DC-indhold er sat, fordi DC-strømme ikke ønskes i det kollektive elforsyningsnet og kan have negative indvirkninger på nettets drift og beskyttelse. Grænseværdien er sat med udgangspunkt i IEC/TR 61000-3-15, som giver anbefaling til, hvilke krav der skal stilles til decentral produktion tilsluttet det kollektive elforsyningsnet på lavspændingsniveau.

5.6.1.2. Spændingsubalance

Et produktionsanlæg skal være balanceret 3-faset, så anlægget ikke giver anledning til spændingsubalance.

Krav om ubalance stilles, fordi ubalance i fasespændingerne mellem faserne ikke ønskes i det kollektive elforsyningsnet, da det kan have negative indvirkninger på nettets drift og på de enheder, som er tilsluttet det kollektive elforsyningsnet.

Den internationale standard DS/EN 50160 sætter en grænse for den samlede spændingsubalance i det kollektive elforsyningsnet på 2%. Spændingsubalance kan fordeles i henhold til metoden i IEC/TR 61000-3-13, men dette vil give upraktisk lave grænseværdier for det enkelte produktionsanlæg, som er lavere end måleusikkerheden for måling af ubalance.

Når produktionsanlægget er balanceret 3-faset, giver det som udgangspunkt ikke anledning til en forværring af den spændingsubalance, som findes i det kollektive elforsyningsnet. Dokumentation på, at produktionsanlægget er balanceret 3-faset, vil derfor oftest være tilstrækkeligt til at påvise, at anlægget ikke giver anledning til spændingsubalance i det kollektive elforsyningsnet.

Hvis man skal være sikker på, at produktionsanlægget ikke giver anledning til spændingsubalance, kan spændingsubalancen i nettilslutningspunktet (POC) måles før og efter idriftsættelse af anlægget. Hvis der ikke er en betydelig forværring af spændingsubalancen efter idriftsættelse af anlægget i forhold til før idriftsættelse, er kravet til spændingsubalance opfyldt.

Spændingsubalancen måles jf. DS/EN 61000-4-30 som negativsekvenskomponenten divideret med positivsekvenskomponenten.

5.6.1.3. Hurtige spændingsændringer

Et produktionsanlæg må ikke forårsage hurtige spændingsændringer større end de grænseværdier, der er angivet i tabel 5.10.

Spændingsniveau	Grænseværdi
Mellemspænding	d(%) = 4 %
Højspænding	d(%) = 3 %

Tabel 5.10 – Grænseværdi for hurtige spændingsændringer.

Krav om hurtige spændingsændringer er sat med udgangspunkt i DS/EN 61000-3-11 og DEFU rapport RA 557, samt de metoder til fastsættelse af grænseværdier, som beskrives i IEC/TR 61000-3-7.

5.6.1.4. Flicker

Produktionsanlægget skal overholde de grænseværdier for flicker, som fastsættes af elforsyningsvirksomheden.

Når kravene skal fastsættes, tager elforsyningsvirksomheden udgangspunkt i metoden, som er beskrevet i IEC/TR 61000-3-7.

5.6.1.5. Harmoniske overtoner

Produktionsanlægget skal overholde de spændingsgrænseværdier for emission af harmoniske overtoner, som fastsættes af elforsyningsvirksomheden.

Når kravene skal fastsættes, tager elforsyningsvirksomheden udgangspunkt i metoden, som er beskrevet i IEC/TR 61000-3-6.

5.6.1.6. Interharmoniske overtoner

Produktionsanlægget skal overholde de spændingsgrænseværdier for interharmoniske overtoner, som fastsættes af elforsyningsvirksomheden.

Når kravene skal fastsættes, tager elforsyningsvirksomheden udgangspunkt i metoden, som er beskrevet i IEC/TR 61000-3-6.

5.6.1.7. Forstyrrelser i intervallet 2-9kHz

Produktionsanlægget skal overholde de spændingsgrænseværdier for forstyrrelser i frekvensområdet 2 kHz til 9 kHz, som fastsættes af elforsyningsvirksomheden.

Når kravene skal fastsættes, tager elforsyningsvirksomheden udgangspunkt i metoden, som er beskrevet i IEC/TR 61000-3-6.

5.6.2. Ansvarsfordeling

5.6.2.1. Anlægsejers forpligtelser

Anlægsejer skal som udgangspunkt sikre, at produktionsanlægget er designet, konstrueret og konfigureret på sådan en måde, at alle grænseværdier overholdes.

Anlægsejer skal verificere, at emissionsgrænserne i nettilslutningspunktet er overholdt.

Til beregning af elkvalitet anvender anlægsejer den typiske trefasede kortslutningseffekt, $S_{k, \text{elkvalitet}}$ i nettilslutningspunktet.

Netvirksomheden og transmissionsvirksomheden foretager i samarbejde en bedømmelse af om et produktionsanlæg har betydende indvirkning på det kollektive elforsyningsnet.

Ved produktionsanlæg som har en betydende indvirkning på det kollektive elforsyningsnet vil anlægsejer yderligere skulle:

- Anvende frekvensafhængige impedanspolygoner til beregning af elkvalitet
- Verificere at emissionsgrænser også er overholdt op imod transmissionsnettet
- Samt kunne levere en impedansmodel for produktionsanlægget jævnfør afsnit 5.8.

Verifikation af overholdelse af emissionsgrænser ved anlæg med en betydende indvirkning på elnettet vil typisk foregå ved at beregningerne foretages på en udleveret model, hvor der vil være emissionsgrænser i et eller to punkter i modellen som skal overholdes.

Anlægsejer kan efter aftale tilkøbe supplerende ydelser (højere kortslutningseffekt eller leveringsomfang) af elforsyningsvirksomheden med henblik på overholdelse af de specifikke grænseværdier.

5.6.2.2. Elforsyningsvirksomheden forpligtelser

Elforsyningsvirksomheden har ansvaret for at fastsætte emissionsgrænser i nettilslutningspunktet.

Elforsyningsvirksomheden skal oplyse kortslutningsniveauet $S_{k, \text{elkvalitet}}$ med tilhørende kortslutningsvinkel ψ_k i nettilslutningspunktet.

I tilfælde hvor den egentlige $S_{k, \text{elkvalitet}}$ ikke er mulig at beregne for et tilslutningspunkt, estimeres $S_{k, \text{elkvalitet}}$ som $(S_{k, \text{min}} + S_{k, \text{maks}})/2$.

Elforsyningsvirksomheden skal også oplyse den frekvensafhængige netimpedans i nettilslutningspunktet $Z_{\text{net},h}$. Elforsyningsvirksomheden kan vælge at oplyse netimpedansen som målt værdi eller som en tilnærmet model. Ved anvendelse af impedanspolygoner videreformidler netvirksomheden impedanspolygoner fra transmissionsvirksomheden, evt. justeret efter mellemliggende net.

Som udgangspunkt oplyses $Z_{\text{net},h}$ som tilnærmet model, hvor nedenstående tilnærmede model benyttes. I tilfælde hvor det vurderes nødvendigt af hensyn til indvirkning på det kollektive elforsyningsnet oplyses frekvensafhængige impedanspolygoner i stedet.

For frekvenser til og med 2 kHz:

$$|Z_{\text{net},h}| = \sqrt{R_{50}^2 + (h \cdot X_{50})^2}, \text{ for } h = [1; 40]$$

For frekvenser over 2 kHz:

$$|Z_{\text{net},h}| = \sqrt{R_{50}^2 + (40 \cdot X_{50})^2}, \text{ for } h > 40$$

R_{50} og X_{50} er resistans og reaktans ved 50 Hz og udregnes på baggrund af $S_{k, \text{elkvalitet}}$ og tilhørende kortslutningsvinkel ψ_k .

5.6.3. Målemetode

Målinger af de forskellige elkvalitetsparametre skal udføres i henhold til den europæiske norm DS/EN 61000-4-30 (klasse A).

Måling af harmonisk forvrængning af spænding og strøm skal foretages som defineret i IEC 61000-4-7 efter de principper (harmonic subgroup) og med de nøjagtigheder, der er angivet for klasse I.

Måling af interharmonisk forvrængning op til 2 kHz skal foretages som defineret i IEC 61000-4-7 Annex A og skal måles som interharmoniske grupper (interharmonic subgroup).

Alternativt er det tilladt at måle harmonisk forvrængning op til 2 kHz med grouping aktiveret (harmonic groups), som specificeret i IEC 61000-4-7 og med de nøjagtigheder, der er angivet for klasse I. Hvis harmonisk forvrængning op til 2 kHz måles med grouping aktiveret, er det ikke påkrævet at måle interharmonisk forvrængning op til 2 kHz separat.

Måling af forstyrrelser i området 2-9 kHz skal foretages jævnfør IEC 61000-4-7 Annex B og skal måles i 200 Hz vinduer med centerfrekvenser fra 2100 Hz til 8900 Hz.

5.7. UDVEKSLING AF INFORMATION

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

Hvis et produktionsanlæg består af flere produktionsenheder, skal der installeres en anlægsregulator, så anlægget kan styres som et samlet produktionsanlæg i PCOM jf. figur 3.3 og figur 3.4.

5.7.1. Krav tidsstempling og opdateringstid

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.

5.7.2. Krav til informationsudveksling

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

Signalbetegnelse	Signaltype
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 et elproducerende anlæg, skal have systemværn ved tilslutning.	

Tabel 5.11 – Krav til information, som et produktionsanlæg skal udveksle i realtid i grænsefladen PCOM.

5.7.3. Registrering af fejlhændelser

For et produktionsanlæg i kategori C 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.

Anlægsejer 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 tidsstempling 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.

5.8. SIMULERINGSMODEL

For produktionsanlæg over 10 MW, skal anlægsejer levere en simuleringsmodel. Krav til simuleringsmodeller er koordineret med Energinet og der henvises derfor til Energinets notat om simuleringsmodeller [Requirements for Generators (RfG) – krav til simuleringsmodel].

For produktionsanlæg under 10 MW, kan netvirksomheden i særlige tilfælde stille krav om at anlægsejer leverer en simuleringsmodel. Hvis netvirksomheden anmoder om en simuleringsmodel er kravene de samme som for anlæg over 10 MW.

5.9. VERIFIKATION OG DOKUMENTATION

Dette afsnit beskriver den dokumentation, som anlægsejer eller tredjepart skal levere til elforsyningsvirksomheden for at opnå en nettilslutningstilladelse.

Det er anlægsejeren, der har ansvaret for at overholde kravene beskrevet i denne vejledning og for at dokumentere, at kravene er overholdt.

Elforsyningsvirksomheden kan til enhver tid kræve verifikation og dokumentation for, at produktionsanlægget opfylder kravene beskrevet i denne vejledning.

Dokumentation leveres til elforsyningsvirksomheden som en del af proceduren for nettilslutning, som består af flere typer af tilladelser, før man kan få den endelige tilslutningstilladelse. De forskellige trin af tilladelser er følgende:

1. Idriftsættelsestilladelse
2. Midlertidig nettilslutningstilladelse
3. Endelig nettilslutningstilladelse

For at få en midlertidig nettilslutningstilladelse skal anlægsejeren indsende bilag B2.1. Sammen med bilaget skal der indsendes teknisk dokumentation, som understøtter de svar, som er afgivet i bilaget. Når dokumentationen er godkendt, udstedes den midlertidige nettilslutningstilladelse.

For at få den endelige nettilslutningstilladelse skal anlægsejeren indsende bilag B2.2. Når elforsyningsvirksomheden har godkendt dokumentationen, udstedes den endelige nettilslutningstilladelse.

Hvis ikke elforsyningsvirksomheden modtager bilag B2.2 inden udløb af den midlertidige nettilslutningstilladelse, har elforsyningsvirksomheden ret til at afbryde elektrisk for produktionsanlægget, da der ikke findes en gyldig nettilslutningstilladelse efter udløb af den midlertidige tilladelse.

Vurderer elforsyningsvirksomheden, på baggrund af bilag B2.2, at produktionsanlægget ikke overholder kravene i denne vejledning, udarbejdes en plan for, hvordan de udeståender, der er identificeret, udbedres, og på baggrund af denne, kan der søges om forlængelse af den midlertidige nettilslutningstilladelse.

Produktcertifikater kan benyttes som en del af dokumentationen for overholdelse af kravene i denne vejledning.

5.9.1. Krav til dokumentation

- CE-overensstemmelseserklæring
- Beskyttelsesfunktioner
- Enstregsskema
- Elkvalitet
- Tolerance overfor spændingsdyk
- PQ-diagram
- Signalliste
- Simuleringsmodel
- Plan for overensstemmelsesprøvning
- Verifikationsrapport

- Udfyldt bilag B2.1, med teknisk dokumentation, der understøtter svarene afgivet i bilaget.
- Udfyldt bilag B2.2, med teknisk dokumentation, der understøtter svarene afgivet i bilaget.

Der kan også anvendes produktcertifikater, som er udstedt af et godkendt certificeringsorgan. Produktcertifikaterne kan dække nogle af dokumentationskravene.

I forbindelse med dokumentation af produktionsanlæggets tekniske egenskaber skal der gennemføres prøvninger og simuleringer, som beskrevet i afsnit 5.9.2 og 5.9.3.

5.9.2. Prøvninger

Som en del af dokumentationen af produktionsanlæggets tekniske egenskaber, skal der gennemføres prøvninger, som påviser overholdelse af kravene i denne vejledning. De prøvninger, som skal gennemføres omfatter:

- Frekvensrespons – overfrekvens
- Frekvensrespons – underfrekvens
- Frekvensregulering
- Frekvensgenoprettelseskontrol (Kun synkrone anlæg)
- Arbejdsområde for reaktiv effekt
- Spændingsregulering (kun elproducerende anlæg)
- Effektfaktorregulering (kun elproducerende anlæg)
- Q-regulering (kun elproducerende anlæg)

Resultaterne skal fremlægges i en rapport.

I stedet for prøvninger kan der anvendes produktcertifikater, som er udstedt af et godkendt certificeringsorgan.

5.9.3. Simuleringer

Som en del af dokumentationen af produktionsanlæggets tekniske egenskaber, skal der gennemføres simuleringer, som påviser overholdelse af kravene i denne vejledning. De simuleringer, som skal gennemføres omfatter:

- Frekvensrespons – overfrekvens (LFSM-O)
 - Skal gennemføres med frekvensændringer i form af både trin og ramper.
 - Skal vise, hvordan produktionsanlægget agerer, når anlæggets nedre grænse for aktiv effekt nås.
- Robusthed over for spændingsdyk
- Genoprettelse af aktiv effekt
- Levering af reaktiv tillægsstrøm (kun elproducerende anlæg)
- Frekvensrespons – underfrekvens (LFSM-U)
 - Skal gennemføres med frekvensændringer i form af både trin og ramper.
 - Skal vise, hvordan produktionsanlægget agerer, når anlæggets øvre grænse for aktiv effekt nås.
- Frekvensregulering (FSM)
 - Skal gennemføres med frekvensændringer i form af både trin og ramper.
 - Skal gennemføres med frekvensændringer, der er store nok til at forårsage maksimal ændring i aktiv effekt.

- Ø-drift (samme egenskaber med et svagere net)
- Arbejdsområde for reaktiv effekt

Simuleringsresultater og simuleringsmodel skal valideres op imod de gennemførte prøvninger, så det påvises, at model og simuleringer er retvisende.

I stedet for simuleringer kan der anvendes produktcertifikater, som er udstedt af et godkendt certificeringsorgan.

Idriftsættelsestilladelse

Idriftsættelsestilladelsen giver anlægsejeren ret til at spændingssætte produktionsanlæggets interne net og hjælpeforsyninger. Produktionsanlægget må dog ikke sættes i drift og producere elektricitet ud på nettet.

Midlertidig nettilslutningstilladelse

Den midlertidige nettilslutningstilladelse giver ret til at drive produktionsanlægget i det omfang, som er nødvendigt for at gennemføre overensstemmelsesprøvningen, jævnfør den indsendte plan for overensstemmelsesprøvning.

En midlertidig nettilslutningstilladelse kan højst gælde i 24 måneder.

Endelig nettilslutningstilladelse

Den endelige nettilslutningstilladelse giver ret til at drive produktionsanlægget ved brug af nettilslutningen.

CE-overensstemmelseserklæring

Der skal leveres en CE-overensstemmelseserklæring for de enkelte hovedkomponenter. CE-overensstemmelseserklæringen skal indeholde en liste over de relevante standarder, normer, og direktiver, som komponenten eller enheden overholder.

Beskyttelsesfunktioner

Med dokumentation af beskyttelsesindstillinger menes en liste over alle de aktuelle relæopsætninger på idriftsættelsestidspunktet.

Enstregsskema

Et enstregsskema er en tegning, der viser anlæggets hovedkomponenter, og hvordan de indbyrdes er forbundet elektrisk. Derudover skal placeringen af beskyttelse og målepunkter fremgå af skemaet.

Elkvalitet

Elkvalitet er en samling af parametre, som karakteriserer den leverede elektricitet. Der skal fremvises et certifikat eller en rapport, der viser, at kravene er overholdt.

Tolerance over for spændingsdyk

Med tolerance over for spændingsdyk menes et produktionsanlægs evne til at forblive tilkoblet det kollektive elforsyningsnet under et spændingsdyk, såvel som elproducerende anlægs evne til at levere reaktiv tillægsstrøm. Produktionsanlæggets evne til at forblive tilkoblet elnettet og levere reaktiv tillægsstrøm kan dokumenteres på to måder: ved simulering eller test.

PQ-diagram

Et diagram, som viser produktionsanlæggets arbejdsområde for aktiv og reaktiv effekt.

Signalliste

En liste over de signaler, som anlægget kan udveksle med elforsyningsvirksomheden, i henhold til afsnit 5.7.

Simuleringsmodel

En simuleringsmodel i henhold til kravene i afsnit 5.8.

Plan for overensstemmelsesprøvning

En detaljeret plan for gennemførelse af overensstemmelsesprøvning som skal påvise, at produktionsanlægget overholder kravene i denne vejledning.

Verifikationsrapport

En rapport, som på baggrund af overensstemmelsesprøvningen påviser, at produktionsanlægget overholder kravene i denne vejledning.

Udfyldning af bilag

Med et udfyldt bilag B2.1 og B2.2 menes der, at bilaget i denne vejledning skal udfyldes, og at den tekniske dokumentation, der viser, at de svar man har afgivet i bilaget er korrekte, er vedhæftet. Teknisk dokumentation kan være en testrapport, produktcertifikat, manual, simulering mv.

6. KRAV TIL PRODUKTIONSANLÆG I KATEGORI D

6.1. IMMUNITET OVER FOR FREKVENNS OG SPÆNDINGSAFVIGELSER

Et produktionsanlæg skal overholde nedennævnte krav til normaldrift og unormal drift.

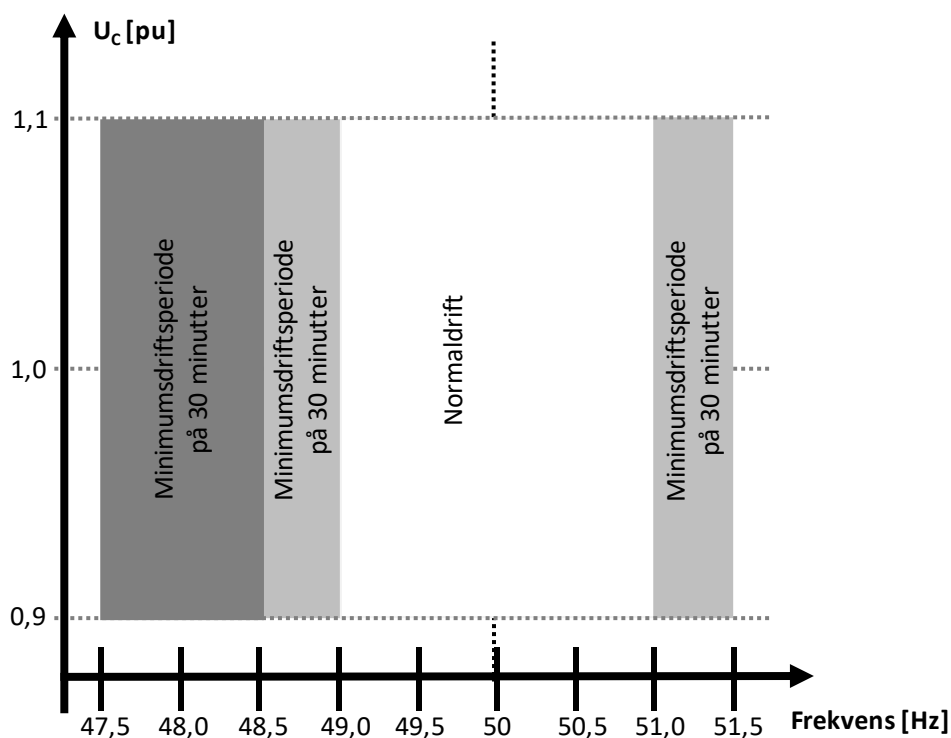
6.1.1. Normaldrift

Et produktionsanlæg skal være i stand til at producere kontinuert uden at frakoble i frekvensintervallet 49,0 Hz til 51,0 Hz.

U_c i nettilslutningspunktet (POC) oplyses af elforsyningsvirksomheden.

Et produktionsanlæg skal være i stand til at producere kontinuert, når spændingen i tilslutningspunktet ligger inden for spændingsintervallet 90 % til 110 % af normal driftsspænding.

Et produktionsanlæg skal ved forskellige frekvenser opretholde driften i de minimumsperioder, som er angivet i figur 6.1, uden at frakoble fra nettet.



Figur 6.1 – Minimumsperioder, hvor et produktionsanlæg skal kunne opretholde driften ved forskellige frekvenser uden at frakoble fra nettet.

Et produktionsanlæg skal være designet til, uden afbrydelse, at kunne tolerere et momentant spændingsfasespring på op til 20 grader i nettilslutningspunktet.

6.1.2. Tolerance over for frekvensafvigelser

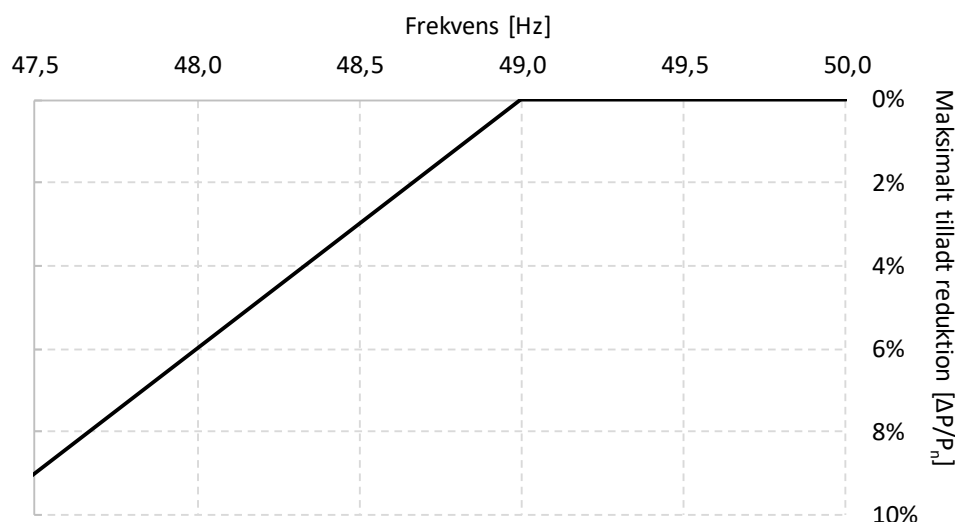
Produktionsanlægget skal kunne opretholde driften ved frekvensafvigelser i de tidsperioder, som er specificeret på figur 6.1, uden at frakoble fra det kollektive elforsyningsnet.

6.1.2.1. Frekvensændring

Et produktionsanlæg skal kunne producere kontinuert ved frekvensændringer på op til 2,0 Hz/s.

6.1.2.2. Tilladt reduktion af aktiv effekt ved underfrekvens

Det er tilladt for et produktionsanlæg at reducere den aktive effekt i frekvensområdet 49 Hz til 47,5 Hz. I dette område må den aktive effekt reduceres med 6 % af P_n pr. Hz., som vist på figur 6.2.



Figur 6.2 – Tilladt reduktion af aktiv effekt ved underfrekvens.

Tilladt reduktion af aktiv effekt	
Frekvensområde	49 Hz til 47,5 Hz
Reduktion af P_n pr. Hz	6 %

Tabel 6.1 - Tilladt reduktion af aktiv effekt ved underfrekvens

Et produktionsanlæg må først reducere den aktive effekt, hvis anlægget teknisk set ikke kan fortsætte den aktuelle levering af aktiv effekt ved underfrekvens. Dette gælder under normale driftsforhold som kan garanteres i 90 % af tiden, og skal ske efter bedste evne i forhold til driftspunkt og tilgængelig primær energi.

6.1.3. Tolerance over for spændingsafvigelse

Et produktionsanlæg skal overholde kravene til tolerancer over for spændingsafvigelser, som angivet i dette afsnit. Der er specifikke krav, som afhænger af typen af produktionsanlægget.

6.1.3.1. Robusthed over for spændingsstigninger

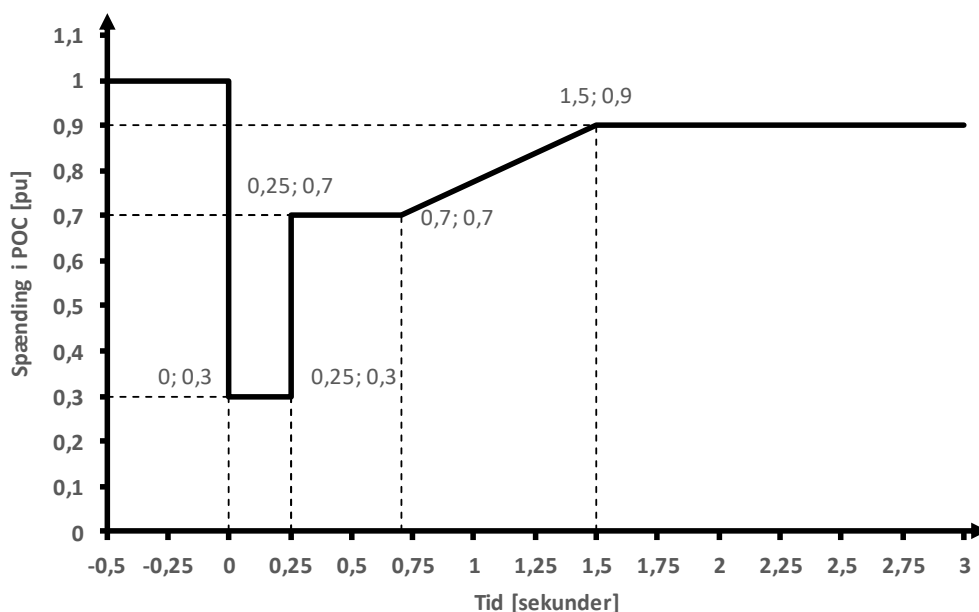
Når spændingen i nettilslutningspunktet ligger under 95% af nominel værdi, er det tilladt at reducere produktionen af aktiv effekt for at overholde produktionsanlæggets strøm-grænse. Reduktionen skal være så lille, som teknisk muligt.

6.1.3.2. Robusthed over for spændingsdyk

(a) Synkront produktionsanlæg

Et synkront produktionsanlæg skal kunne modstå spændingsdyk som vist på figur 6.3. Et synkront produktionsanlæg skal kunne forblive nettilsluttet ved et spændingsdyk over den fuldt optrukne linje på figur 6.3. Ved spændingsdyk under den fuldt optrukne linje er det tilladt at frakoble anlægget fra elnettet. Dette gælder for både symmetriske fejl og for asymmetriske fejl.

Den synkrone spændingskomponent benyttes til vurdering af robusthedskravet på figur 6.3. Kravet vurderes ved P_n og $Q = Q_{\min}$. Elforsyningsvirksomheden skal på anlægsejers anfordring oplyse kortslutningseffekten i tilslutningspunktet før og efter fejlen. De oplyste kortslutningseffekter kan blive oplyst som generiske værdier, som er baseret på typiske driftssituationer.



Figur 6.3 – Robusthed over for spændingsdyk for et synkront produktionsanlæg.

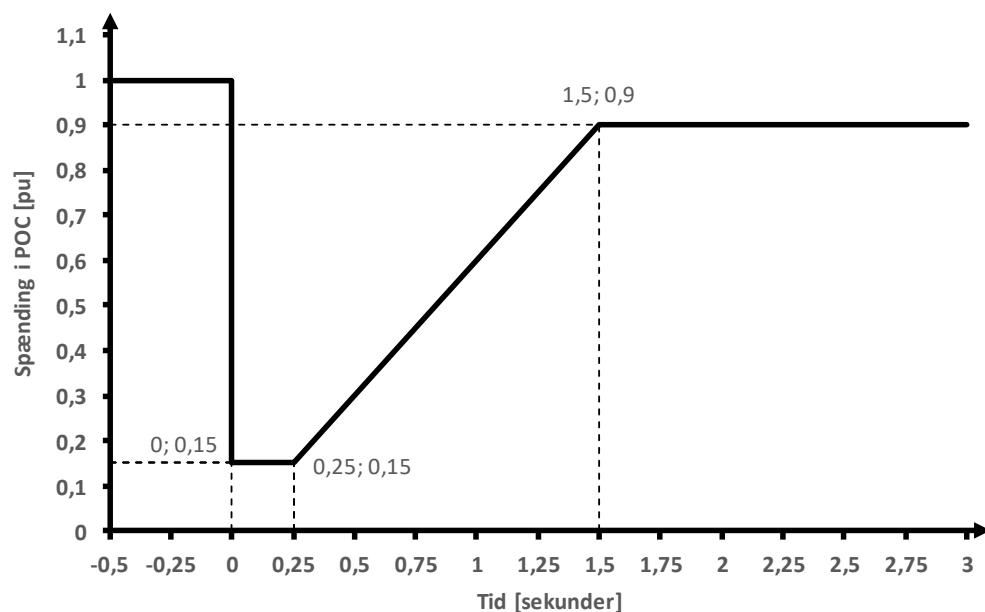
Et synkront produktionsanlæg skal kunne genoprette den normale produktion af aktiv effekt efter en fejl, hurtigst muligt efter at spændingen og frekvensen er inden for normalområdet igen jf. afsnit 6.1.1. Produktionsanlæggets naturlige evne til at genoprette produktionen af aktiv effekt må ikke begrænses kunstigt eller unødigt.

(b) Elproducerende anlæg

Et elproducerende anlæg skal kunne modstå spændingsdyk som vist på figur 6.4. Et elproducerende anlæg skal kunne forblive nettilsluttet ved et spændingsdyk over den fuldt optrukne linje på figur 6.4. Ved spændingsdyk under den fuldt optrukne linje er det tilladt at frakoble anlægget fra elnettet. Dette gælder for både symmetriske fejl og for asymmetriske fejl.

Den synkrone spændingskomponent benyttes til vurdering af robusthedskravet på figur 6.4. Kravet vurderes ved P_n og $Q = Q_n$. Elforsyningsvirksomheden skal på anlægsejers anfordring oplyse kortslutningseffekten i tilslutningspunktet før og efter fejlen. De oplyste kortslutningseffekter kan blive oplyst som generiske værdier, som er baseret på typiske driftssituationer.

Et elproducerende anlæg skal kunne genoprette den normale produktion af aktiv effekt efter en fejl hurtigst muligt, dog senest 5 sekunder efter at spændingen og frekvensen er inden for normalområdet igen, jf. afsnit 6.1.1. I genoprettelsesforløbet skal opregulering af den aktive effekt ske med en gradient på mindst 20% P_n/s .



Figur 6.4 – Robusthed over for spændingsdyk for et elproducerende anlæg.

Levering af reaktiv tillægsstrøm

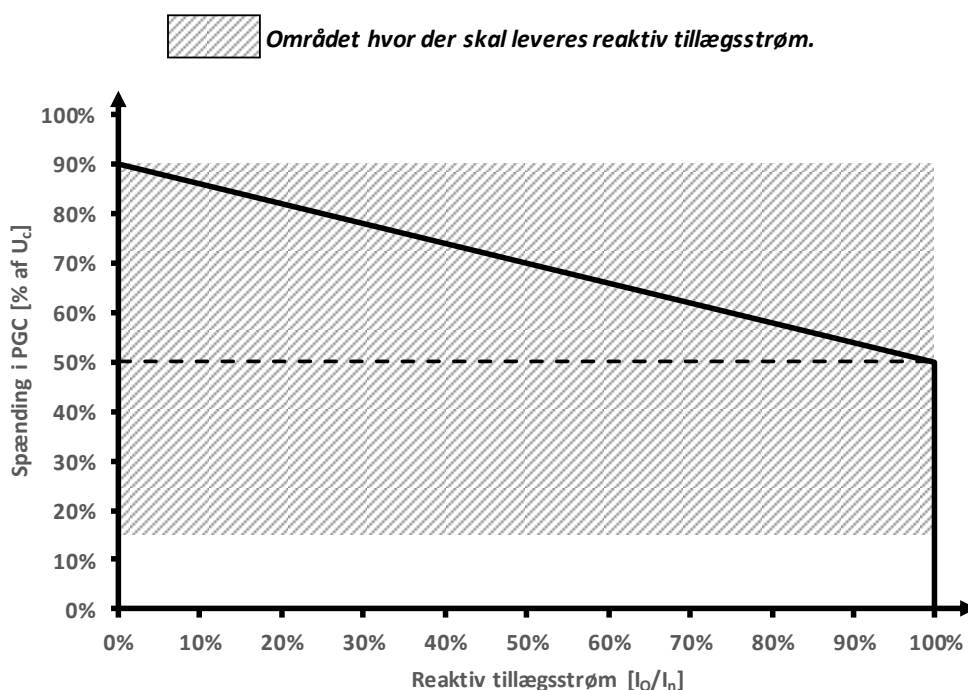
Et elproducerende anlæg skal kunne levere en reaktiv tillægsstrøm, I_Q , i generatortilslutningspunktet i tilfælde af en symmetrisk fejl (trefaset fejl) for at opretholde spændingsstabilitet i nettet under og efter en fejl.

Et elproducerende anlæg skal kunne levere en reaktiv tillægsstrøm (synkronkomponent) i området over den fuldt optrukne linje i figur 6.4 og op til 90 % af den normale driftsspænding i generatortilslutningspunktet.

Regulering af en reaktiv tillægsstrøm fra et elproducerende anlæg skal følge figur 6.5.

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_c , se det skraverede område på figur 6.5.



Figur 6.5 – Levering af en reaktiv tillægsstrøm fra et elproducerende anlæg.

6.2. INDKOBLING OG OPSTART AF ET PRODUKTIONSANLÆG

Et produktionsanlæg i kategori D må først foretage indkobling og synkronisering med el-nettet efter at have modtaget tilladelse til dette fra elforsyningsvirksomheden.

Et produktionsanlæg i kategori D skal, efter at have modtaget tilladelse til synkronisering, automatisk kunne synkronisere sig til det kollektive elforsyningsnet. Det må ikke være muligt at omgå den automatiske synkronisering manuelt, så anlægget kobler ind uden synkronisering.

Synkronisering skal være muligt, når frekvensen ligger inden for intervallet 47,5 Hz til 51,5 Hz, begge værdier inklusive.

De specifikke krav til synkroniseringsanordningerne og deres indstillinger aftales mellem elforsyningsvirksomheden og anlægsejeren inden idriftsættelse af produktionsanlægget.

6.3. REGULERING AF AKTIV EFFEKT

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 $\pm 2\%$ af nominel aktiv effekt for produktionsanlægget. Nøjagtigheden for reguleringen måles over en periode på 1 minut.

6.3.1. Frekvensrespons – overfrekvens

Et produktionsanlæg skal kunne nedregulere sin aktive effekt ved overfrekvens. Nedregulering i aktiv effekt skal påbegyndes inden for 2 sekunder i nettilslutningspunktet.

Af hensyn til detektering af ø-drift må produktionsanlægget ikke påbegynde nedregulering af den aktive effekt i nettilslutningspunktet, før der er gået 500 ms.

Hvis produktionsanlæggets naturlige forsinkelse (dødtid) for påbegyndelse af nedregulering er 500 ms eller mere, er kravet til forsinkelse opfyldt.

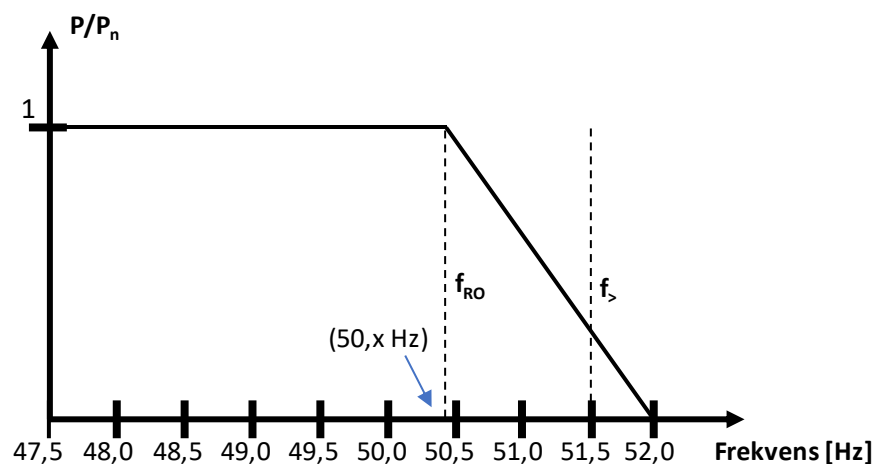
Hvis produktionsanlæggets naturlige forsinkelse (dødtid) for påbegyndelse af nedregulering er mindre end 500 ms, skal denne forlænges til 500 ms. Den ekstra forsinkelse påtrykkes kun ved overgangen til frekvensrespons, dvs. når frekvenstærsklen f_{RO} krydses.

Eksempel

Et produktionsanlægs naturlige forsinkelse (dødtid) for påbegyndelse af nedregulering er 300 ms. Der tilføjes en kunstig forsinkelse (dødtid) på 200 ms, så den samlede forsinkelse (dødtid) for produktionsanlægget er 500 ms.

Nedreguleringen af aktiv effekt skal påbegyndes ved en frekvenstærskel (f_{RO}) og følge en statik, som angivet i figur 6.6, uagtet om frekvensen stiger eller falder.

Når et produktionsanlægs nedre grænse for aktiv effekt nås i forbindelse med nedreguleringen, skal anlægget holde dette minimumsniveau af aktiv effekt, indtil netfrekvensen igen falder, eller produktionsanlægget frakobles af en anden grund.



Figur 6.6 – Statik for frekvensrespons ved overfrekvens.

Frekvenstærsklen for påbegyndelse af frekvensrespons skal kunne indstilles i intervallet fra 50,2 Hz til 50,5 Hz, begge værdier inklusive, med en opløsning på 10 mHz eller bedre.

Hældningen af statikken for reduktion af aktiv effekt skal kunne indstilles i intervallet 2% til 12%, med en opløsning på 1 % eller bedre.

Indstillingerne for frekvensrespons ved overfrekvens for Vest- og Østdanmark er følgende:

	DK 1 (Vestdanmark)	DK 2 (Østdanmark)
Frekvenstærskel f_{RO}	50,2 Hz	50,5 Hz
Statik	5 %	4 %
Tid til $\emptyset$ -drift-detektering	500 ms	500 ms

Tabel 6.2 – Standardindstillinger for frekvensrespons – overfrekvens for DK1 og DK2.

Når frekvensresponsen er aktiveret, skal den aktive effekt følge statikken med en nøjagtighed på $< 5\%$ af nominel aktiv effekt eller bedre målt over en periode på 1 minut.

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

6.3.2. Frekvensrespons - underfrekvens

Et produktionsanlæg skal kunne opregulere sin aktive effekt ved underfrekvens, hvis anlægget ikke i forvejen producerer ved sin nominelle effekt. Opregulering af aktiv effekt skal påbegyndes inden for 2 sekunder i nettilslutningspunktet (POC).

Af hensyn til detektering af $\emptyset$ -drift må produktionsanlægget ikke påbegynde opregulering af den aktive effekt i nettilslutningspunktet, før der er gået 500 ms.

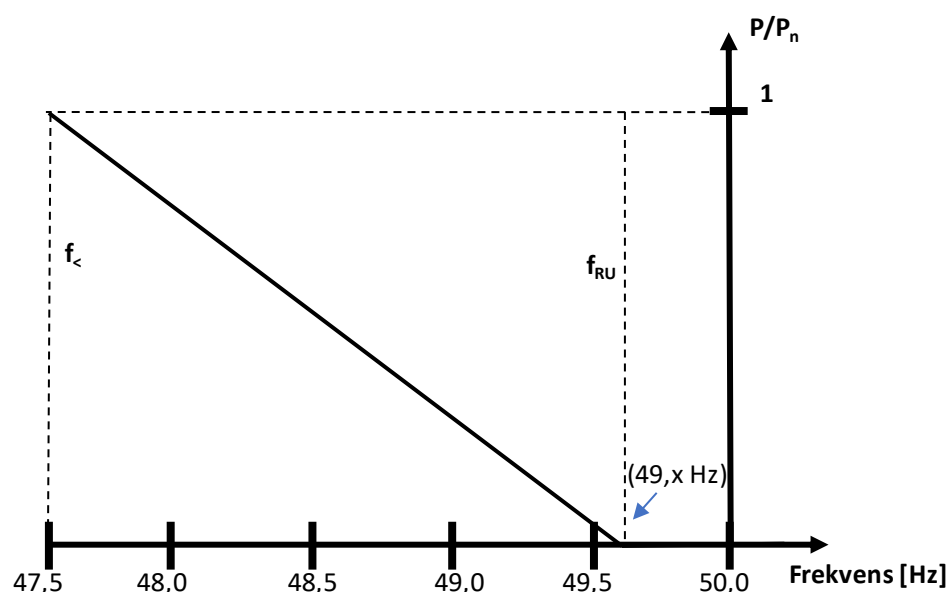
Hvis produktionsanlæggets naturlige forsinkelse (dødtid) for påbegyndelse af opregulering er 500 ms eller mere, er kravet til forsinkelse opfyldt.

Hvis produktionsanlæggets naturlige forsinkelse (dødtid) for påbegyndelse af opregulering er mindre end 500 ms, skal denne forlænges til 500 ms. Den ekstra forsinkelse påtrykkes kun ved overgangen til frekvensrespons, dvs. når frekvenstærsklen f_{RU} krydses.

Eksempel

Et produktionsanlægs naturlige forsinkelse (dødtid) for påbegyndelse af opregulering er 300 ms. Der tilføjes en kunstig forsinkelse (dødtid) på 200 ms, således at den samlede forsinkelse (dødtid) for produktionsanlægget er 500 ms.

Opregulering af aktiv effekt skal påbegyndes ved en frekvenstærskel (f_{RU}) og følge en statik, som angivet i figur 6.7.



Figur 6.7 – Statik for frekvensrespons ved underfrekvens.

Frekvenstærsklen for påbegyndelse af frekvensrespons skal kunne indstilles i intervallet fra 49,5 Hz til 49,8 Hz, begge værdier inklusive med en opløsning på 10 mHz eller bedre.

Hældningen af statikken for forøgelse af aktiv effekt skal kunne indstilles i intervallet 2 % til 12 % med en opløsning på 1 % eller bedre.

Indstillingerne for frekvensrespons ved underfrekvens for Vest- og Østdanmark er følgende:

	DK 1 (Vestdanmark)	DK 2 (Østdanmark)
Startfrekvens f_{RU}	49,8 Hz	49,5 Hz
Statik (af P_n)	5 %	4 %
Tid til ø-drift detektering	500 ms	500 ms

Tabel 6.3 – Standardindstillinger for frekvensrespons – underfrekvens, hvis andet ikke er aftalt.

Når frekvensresponsen er aktiveret, skal den aktive effekt følge statikken med en afvigelse på $< 5 \%$ af nominel aktiv effekt eller bedre målt over en periode på 1 minut.

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

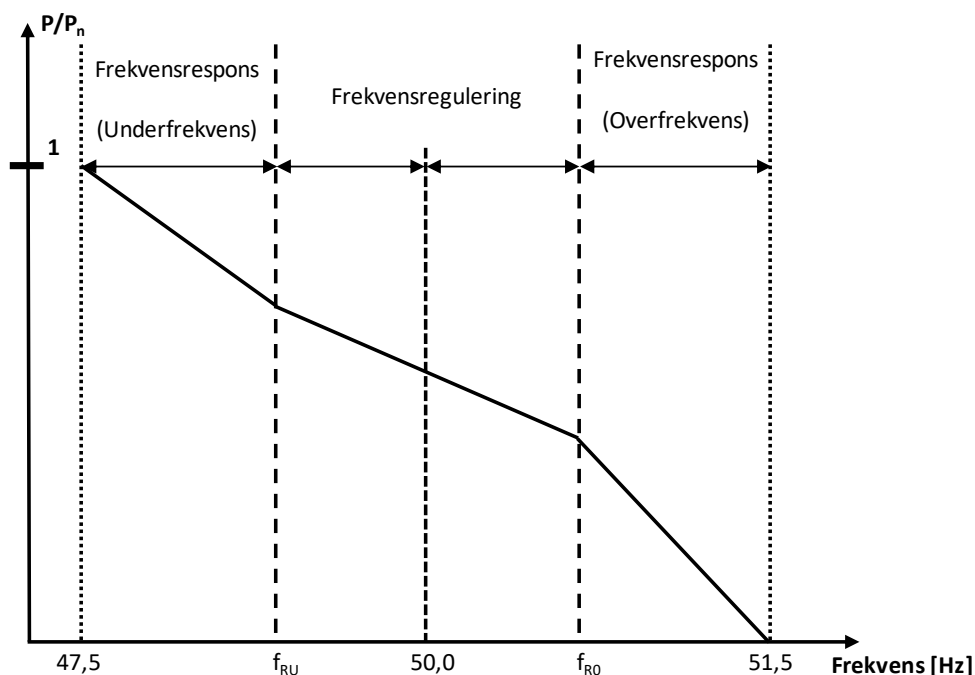
Levering af frekvensrespons ved underfrekvens skal ske under hensyntagen til tilgængeligheden af den primære energikilde, samt tilladt reduktion af aktiv effekt ved underfrekvens, jævnfør afsnit 6.1.2.2.

Forbrug som ikke er en del af anlæggets drift skal udkobles ved underfrekvens. I DK-1 skal forbrug udkobles ved 49 Hz, og i DK-2 ved 48,5 Hz.

6.3.3. Frekvensregulering

Et produktionsanlæg skal kunne levere frekvensregulering og bidrage til at stabilisere netfrekvensen.

Frekvensregulering skal kunne indstilles i frekvensintervallet 47,5 Hz til 51,5 Hz, begge værdier inklusive. Dette frekvensinterval inkluderer frekvensrespons for både under- og overfrekvens, samt frekvensreguleringen med et dødbånd, som vist på figur 6.8.



Figur 6.8 – Frekvensregulering og frekvensrespons.

Den reelle frekvensregulering ligger mellem f_{RU} og f_{RO} , som er aktiveringsfrekvenserne for frekvensrespons for under- og overfrekvens.

Regulering af produktionsanlæggets aktive effekt med hensyn til frekvensen, skal påbegyndes senest 2 sekunder efter en ændring af netfrekvensen.

Nøjagtighed for måling af netfrekvensen skal være ± 10 mHz eller bedre.

Frekvensregulering skal følge en statik, som vist på figur 6.8. Statikken skal kunne indstilles med en negativ hældning i intervallet 2% til 12%, med en opløsning på 1 % eller bedre.

Den aktive effekt $\Delta P/P_n$, som benyttes til frekvensregulering, skal kunne indstilles i intervallet 1,5 % til 10 % af produktionsanlægget maksimale effekt.

Det skal være muligt at indstille et dødbånd omkring den nominelle frekvens i intervallet 49,5 til 50,5 Hz med et dødbånd på 0-500 mHz.

Det skal også være muligt at indstille en ufølsomhed over for frekvensændringer, således at frekvensændringer mindre end den angivne værdi ikke giver ændringer i den aktive effekt. Ufølsomheden på reguleringen skal indstilles til 10 mHz.

Et produktionsanlæg skal være i stand til at levere fuld frekvensregulering i 15 minutter. Med fuld frekvensregulering menes, at produktionsanlægget skal kunne levere effekten $\Delta P/P_n$ kontinuert i hele den krævede periode.

Et synkront produktionsanlæg skal kunne aktivere den fulde frekvensregulering inden for parametrene i tabel 6.4 indenfor 30 sekunder.

Indstillingsintervaller for frekvensregulering er angivet i tabel 6.4.

		DK 1 (Vestdanmark)	DK 2 (Østdanmark)
Frekvensreguleringsinterval		49,8 – 50,2 Hz	49,5 – 50,5 Hz
Aktiv effekt i forhold til nominel effekt $\Delta P/P_n$		1,5 - 10%	1,5 - 10 %
Reguleringens ufølsomhed	$ \Delta f_i $	±10 mHz	±10 mHz
Dødbånd		0 - 200 mHz	0 - 500 mHz
Statikkens hældning		2 - 12 %	2 - 12 %

Tabel 6.4 – Indstillingsintervaller for frekvensregulering.

6.3.4. Begrænsningsfunktioner

Et produktionsanlæg skal være udstyret med en række begrænsningsfunktioner til aktiv effekt. Kravene afhænger af typen af produktionsanlæg.

6.3.4.1. 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.

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

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

6.3.4.2. Gradient-effektbegrænser

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

Opregulering	Maks.	20 % af $P_n/\text{min.}$, dog maks. 60 MW/min
	Min.	1 % af $P_n/\text{min.}$
Nedregulering	Maks.	20 % af $P_n/\text{min.}$, dog maks. 60 MW/min
	Min.	1 % af $P_n/\text{min.}$

Tabel 6.5 – Maks. og min. gradienter ved op- og nedregulering.

6.3.4.3. Systemværn

Kravet for systemværn gælder for elproducerende anlæg og for synkrone produktionsanlæg afdækkes behovet ved tildeling af nettilslutningspunktet.

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.

6.3.4.4. (b) Elproducerende anlæg – yderligere krav

Delta effektbegrænser

Delta-effektbegrænser bruges til at begrænse den aktive effekt fra et produktionsanlæg til en ønsket konstant værdi i forhold til mulig aktiv effekt P_{muligt} .

Regulering med en ny parameter for delta-effektbegrænser skal påbegyndes inden for 2 sekunder og skal være fuldført inden for 5 minutter fra modtagelse af ordre om parameterændring.

Delta-effektbegrænser bruges typisk til at opnå en reguleringsreserve til opreguleringsformål i forbindelse med frekvensregulering for produktionsanlæg, hvor tilgængeligheden af primærkilden varierer fx sol og vind.

Reduktion af aktiv effekt ved høj vind

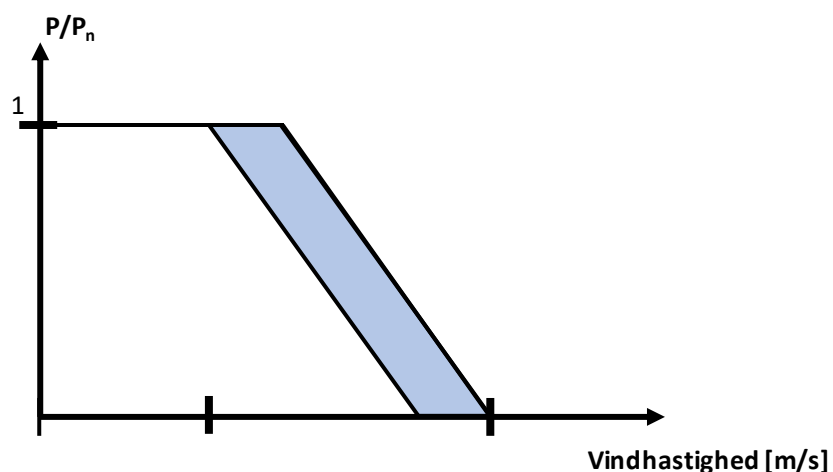
Som en del af kravene til gradient-effektbegrænser, er der for vindkraftværker krav til reduktion af aktiv effekt ved høj vind.

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 5.9. 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 automatisk 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 6.9 – Nedregulering ved høj vind.

6.4. REGULERING AF REAKTIV EFFEKT

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 6.4.2 til 6.4.4. 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 reguleringen 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.

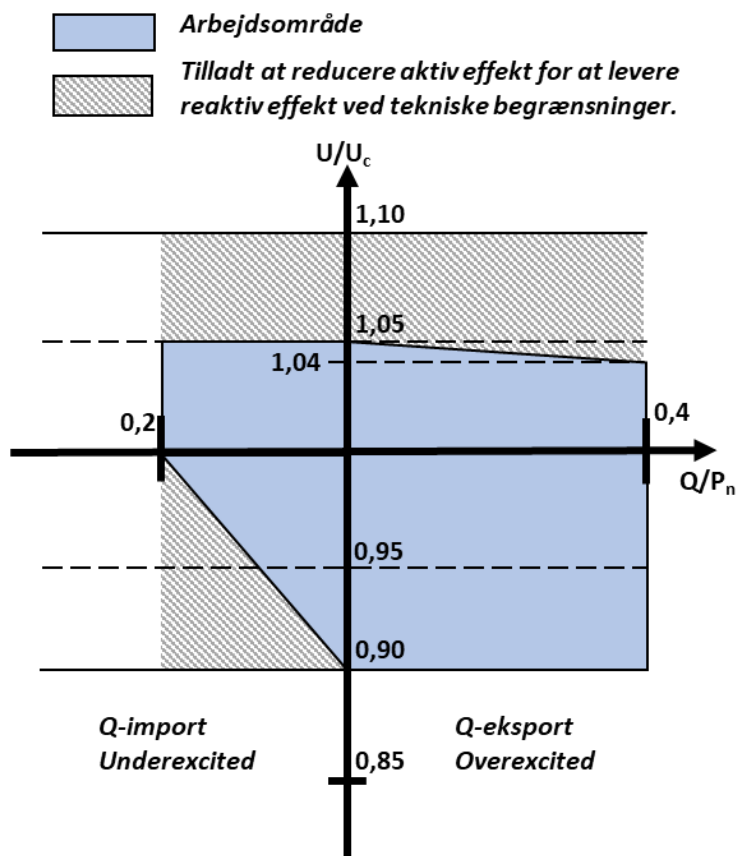
6.4.1. Arbejdsområde for reaktiv effekt

Evnen til levering af reaktiv effekt (arbejdsområdet) afhænger af typen af anlæg.

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, som angivet i figur 6.10.

I det skraverede område på figur 6.10 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.

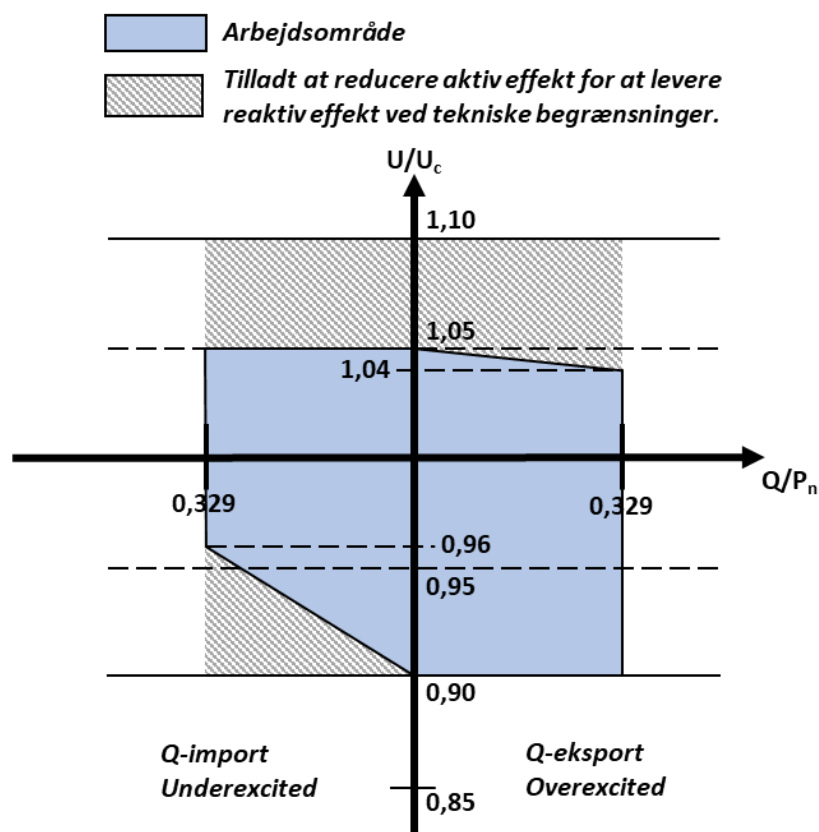


Figur 6.10 – Krav til levering af reaktiv effekt ved maksimal produktion af aktiv effekt.

Ved produktion af aktiv effekt under den maksimale kapacitet skal et synkront produktionsanlæg være i stand til at arbejde i ethvert punkt inden for produktionsanlæggets P-Q-kapabilitetskurve.

6.4.1.2. (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 6.11.

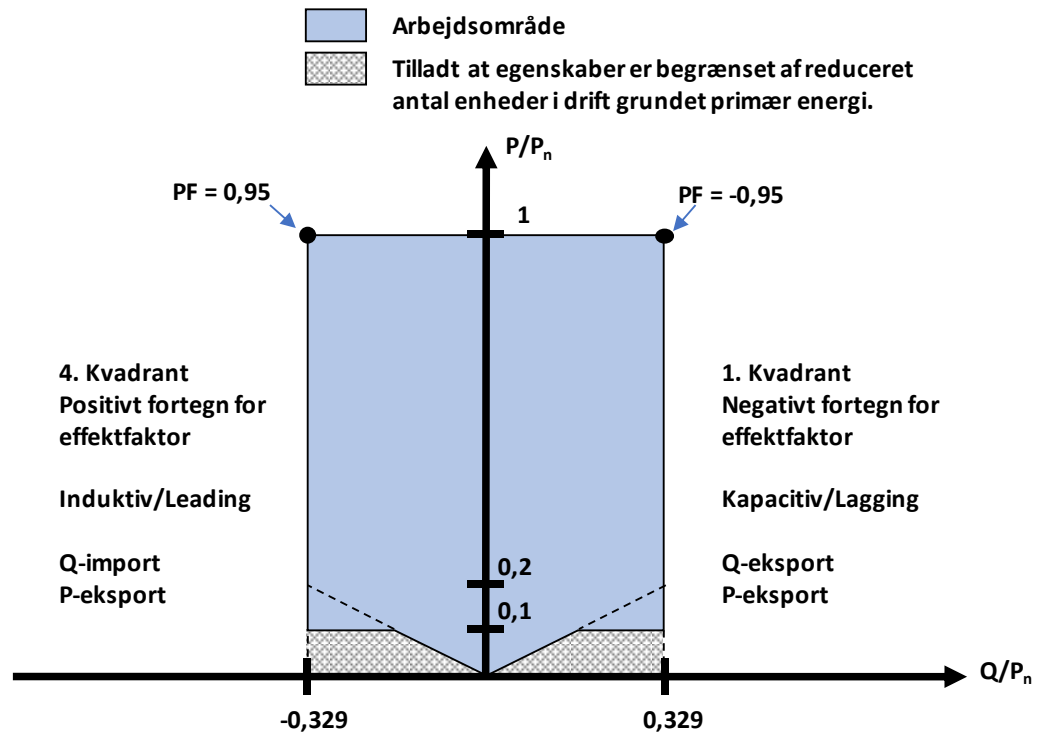


Figur 6.11 Krav til levering af reaktiv effekt ved maksimal produktion af aktiv effekt.

I det skraverede område på figur 6.11 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 6.12.

I det grå område på figur 6.12 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.

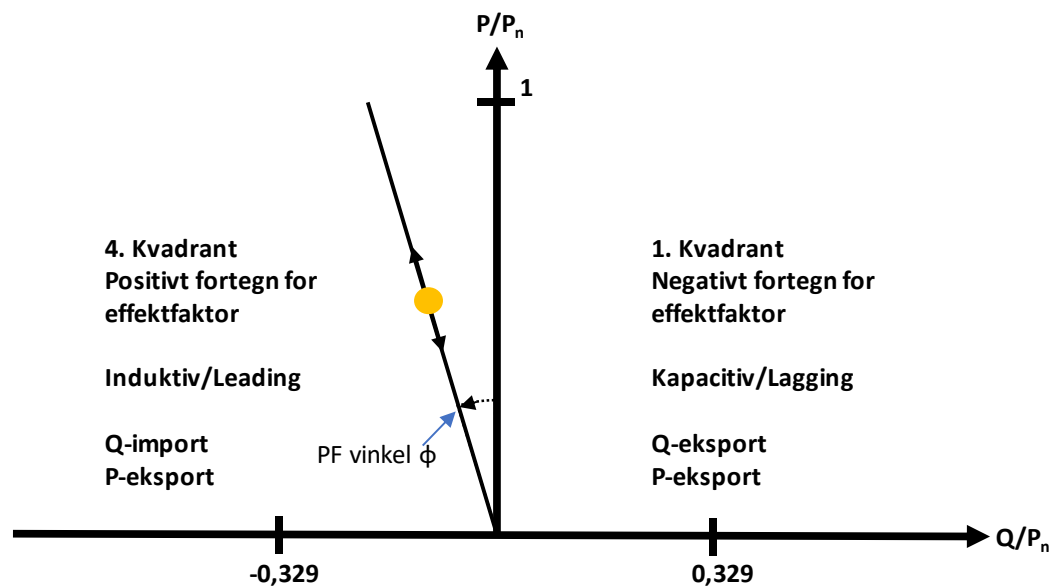


Figur 6.12 – Krav til levering af reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt.

6.4.2. Effektfaktor regulering

Et produktionsanlæg skal kunne udføre effektfaktorregulering, så den reaktive effekt kan reguleres ved hjælp af fast effektfaktor, se figur 6.13.

Når et nyt setpunkt for effektfaktoren sættes, skal reguleringen påbegyndes inden for 2 sekunder og skal være udført inden for 30 sekunder.


 Figur 6.13 – Eksempel på effektfaktorregulering [$\cos \varphi$ 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.

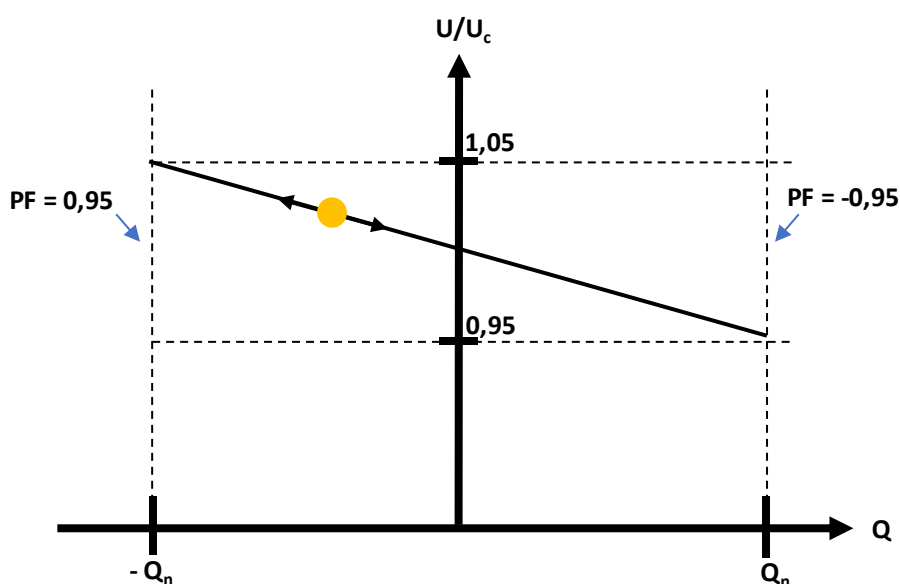
Hvis funktionen skal aktiveres, aftales de aktuelle indstillingsværdier for reguleringsfunktionen med elforsyningsvirksomheden.

6.4.3. Spændingsregulering

Et produktionsanlæg skal kunne udføre spændingsregulering med en statik og et dødbånd, som vist på figur 6.14.

Hældningen af statikken for spændingsregulering skal kunne indstilles i intervallet 2 % til 7 % i trin på højst 0,5 %.

Dødbåndet skal kunne indstilles i intervallet ± 5 % af U_{ref} med en trinstørrelse på højst 0,5 % af U_{ref} og skal være symmetrisk omkring setpunktet for spændingsreguleringen.



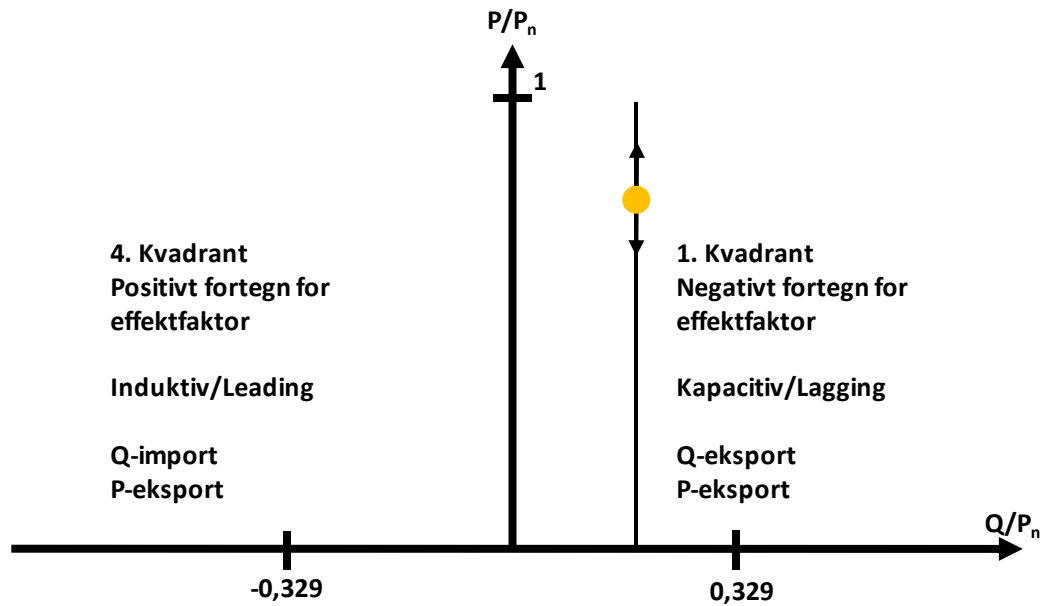
Figur 6.14 – Statik for spændingsregulering [Q(U)].

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

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

6.4.4. Q-regulering

Et produktionsanlæg skal kunne udføre Q-regulering, som vist på figur 6.15.



Figur 6.15 – Eksempel på Q-regulering [Q setpunkt].

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

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.

6.4.5. (a) Synkrogeneratorer – yderligere krav

6.4.5.1. Generator

For et anlæg i kategori D fastsættes krav til kortslutningsforhold og transient reaktans i samarbejde med elforsyningsvirksomheden og den systemansvarlige virksomhed på baggrund af anlægsejers anlægsdesignstudier og stabilitetsanalyser. De tilladelige værdier skal fremgå af nettilslutningsaftalen for anlægget.

6.4.5.2. Maskin- eller anlægstransformerer

For et synkront produktionsanlæg fastsættes den maksimalt tilladelige størrelse af maskin- eller anlægstransformerens kortslutningsreaktans i samarbejde med elforsyningsvirksomheden og den systemansvarlige virksomhed på baggrund af anlægsejers anlægsdesignstudier og stabilitetsanalyser. Den tilladelige værdi skal fremgå af nettilslutningsaftalen for anlægget.

Hvor der anvendes viklingskobler på transformeren, kan det aftales med elforsyningsvirksomheden, 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 transformeren, er anlægsejer ansvarlig for den rette koordinering mellem anlæggets reaktive reguleringsfunktioner og viklingskoblerreguleringen.

6.4.5.3. Krav til magnetiseringssystem

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 over-magnetiseres 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 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 maksimalt 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 typen IEEE PSS2B, jf. IEEE 421.5, er normgivende.

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

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

6.5. BESKYTTELSE

6.5.1. Generelle krav

Beskyttelse af anlæg skal både beskytte produktionsanlægget og være med til at sikre stabilitet i det kollektive elforsyningsnet.

Relæindstillinger må ikke forhindre specificeret anlægsfunktionalitet i at fungere korrekt.

Det er anlægsejers ansvar, at anlægget er dimensioneret og udstyret med de nødvendige beskyttelsesfunktioner, således at anlægget:

- Sikres mod skader som følge af fejl og hændelser i det kollektive elforsyningsnet

- Sikrer det kollektive elforsyningsnet mod uønsket påvirkning fra anlægget
- Sikres mod skader som følge af asynkrone sammenkoblinger
- Beskyttes mod udkoblinger i ikke-kritiske situationer for anlægget
- Ikke skades og ikke udkobler ved spændingsdyk som angivet i afsnit 6.1.3.

Elforsyningsvirksomheden eller den systemansvarlige virksomhed kan kræve indstillingsværdierne for beskyttelsesfunktioner ændret efter idriftsættelsen, hvis det vurderes at have betydning for driften af det kollektive elforsyningsnet.

Efter en udkobling af et anlæg på grund af en fejl i det kollektive elforsyningsnet må anlægget tidligst indkoble automatisk, som angivet i afsnit 6.2.

Et anlæg, der forud for en fejl i det kollektive elforsyningsnet var udkoblet af et eksternt signal, må ikke indkobles, før det eksterne signal er fjernet, og spænding og frekvens igen er inden for de intervaller, der er angivet i afsnit 6.2.

Det påhviler elforsyningsvirksomheden, på anfordring fra anlægsejer, at oplyse den største og mindste kortslutningsstrøm, der kan forventes i nettilslutningspunktet (POC), samt andre oplysninger om det kollektive elforsyningsnet, som er nødvendige for at fastlægge anlæggets beskyttelsesfunktioner.

Spænding og frekvens skal måles samtidigt på de faser, som anlægget er tilsluttet i nettilslutningspunktet (POC).

Derudover påhviler det anlægsejer, at sikre produktionsanlægget mod mekaniske og elektriske følgevirkninger i forbindelse med mulig genindkobling efter symmetriske såvel som asymmetriske fejl i transmissionssystemet.

Foranstaltningerne i forbindelse med dette må ikke kompromittere produktionsanlæggets specificerede øvrige egenskaber.

6.5.2. Krav til beskyttelsesfunktioner og indstillinger

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, 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 udløsebetingsen 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.

Frekvensændringen, beregnes efter nedenstående eller ækvivalent princip.

Frekvensmålingen anvendt til beregning af frekvensændringen er baseret på en 200 ms måleperiode, hvor middelværdien beregnes.

Frekvensmålingerne skal foregå løbende så der beregnes en ny værdi for hver 20 ms.

ROCOF [Hz/s] skal beregnes som forskellen mellem den netop udførte middelværdifrekvensberegning og den middelværdi frekvensberegning der blev foretaget for 20 ms siden.

$$(df/dt = (\text{middelværdi 2} - \text{middelværdi 1})/0,020 \text{ [Hz/s]})$$

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.

6.5.3. Krav til netbeskyttelse

Kravene til beskyttelsesfunktioner og -indstillinger afhænger af typen af anlæg.

6.5.3.1. (a) Krav til netbeskyttelse for synkrone produktionsanlæg

For synkrone produktionsanlæg aftales beskyttelsesfunktioner og indstillinger med elforsyningsvirksomheden og den systemansvarlige virksomhed.

6.5.3.2. (b) Krav til netbeskyttelse for elproducerende anlæg

Et elproducerende anlæg skal have beskyttelsesfunktioner, som vist i tabel 6.6. Medmindre andet aftales med elforsyningsvirksomheden, anvendes standardværdierne i tabellen. Intervaller og opløsning er vejledende.

Beskyttelsesfunktion	Symbol	Indstilling (Interval / Opløsning)		Funktionstid (Interval / Opløsning)	
Overspænding (trin 3)	$U_{>>>}$	1,0 – 1,3 / 0,01 Standard: 1,20	U_c	0,1 – 5 / 0,05 Standard: 0,1	s
Overspænding (trin 2)	$U_{>>}$	1,0 – 1,3 / 0,01 Standard: 1,15	U_c	0,1 – 5 / 0,05 Standard: 0,2	s

Beskyttelsesfunktion	Symbol	Indstilling (Interval / Opløsning)		Funktionstid (Interval / Opløsning)	
Overspænding (trin 1)	$U_{>}$	1,0 – 1,2 / 0,01 Standard: 1,10	U_c	0,1 – 100 / 0,1 Standard: 60	s
Underspænding (trin 1)	$U_{<}$	0,2 – 1,0 / 0,01 Standard: 0,90	U_c	0,1 – 100 / 0,1 Standard: 60	s
Overfrekvens	$f_{>}$	50,0 – 52,0 / 0,1 Standard: 51,5	Hz	0,1 – 5 / 0,05 Standard: 0,2	s
Underfrekvens	$f_{<}$	47,0 – 50,0 / 0,1 Standard: 47,5	Hz	0,1 – 5 / 0,05 Standard: 0,2	s

Tabel 6.6 – Beskyttelsesindstillinger for elproducerende anlæg i kategori D.

6.5.4. Krav til detektering af ø-drift

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 6.7 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: $\pm 2,5$	Hz/s	0,02 – 5 / 0,01 Standard: 0,08	s

Tabel 6.7 – Krav til ø-drift-detektering.

6.5.5. Jording

Forhold omkring jording af produktionsanlægget skal aftales med elforsyningsvirksomheden.

6.6. ELKVALITET

Et produktionsanlæg må ikke forårsage uacceptabel elkvalitet i elnettet. For at undgå dette skal produktionsanlægget overholde kravene specificeret i de følgende afsnit.

Der kan være yderligere krav til et produktionsanlæg i særlige tilfælde hvor et produktionsanlæg kan have en betydende indvirkning på det kollektive elforsyningsnet (distributionsnettet og/eller transmissionsnettet), se afsnit 6.6.2.

Ved vurdering af elkvalitet benyttes en tretrinsprocedure, som kort opsummeret er:

- 4. Kortslutningsforholdet (SCR) ≥ 500 .*
- 5. Vurdering af elkvalitet ved beregning.*
- 6. Måling af støj i nettet før og efter tilslutning af produktionsanlægget og aftale løsning på problemet.*

6.6.1. Grænseværdier

Et produktionsanlæg skal overholde kravene beskrevet i de følgende afsnit.

6.6.1.1. DC-indhold

Et produktionsanlæg må ikke injicere DC-strømme i elnettet. Dette er opfyldt, hvis DC indholdet i den strøm, som produktionsanlægget injicerer i nettet, er under 0,5% af produktionsanlæggets nominelle strøm.

Hvis anlægget er tilsluttet gennem en anlægstransformer, antages kravet for opfyldt.

Grænseværdien for DC-indhold er sat, fordi DC-strømme ikke ønskes i det kollektive elforsyningsnet og kan have negative indvirkninger på nettets drift og beskyttelse. Grænseværdien er sat med udgangspunkt i IEC/TR 61000-3-15, som giver anbefaling til, hvilke krav der skal stilles til decentral produktion tilsluttet det kollektive elforsyningsnet på lavspændingsniveau.

6.6.1.2. Spændingsubalance

Et produktionsanlæg skal være balanceret 3-faset, så anlægget ikke giver anledning til spændingsubalance.

Krav om ubalance stilles, fordi ubalance i fasespændingerne mellem faserne ikke ønskes i det kollektive elforsyningsnet, da det kan have negative indvirkninger på nettets drift og på de enheder, som er tilsluttet det kollektive elforsyningsnet.

Den internationale standard DS/EN 50160 sætter en grænse for den samlede spændingsubalance i det kollektive elforsyningsnet på 2%. Spændingsubalance kan fordeles i henhold til metoden i IEC/TR 61000-3-13, men dette vil give upraktisk lave grænseværdier for det enkelte produktionsanlæg, som er lavere end måleusikkerheden for måling af ubalance.

Når produktionsanlægget er balanceret 3-faset, giver det som udgangspunkt ikke anledning til en forværring af den spændingsubalance, som findes i det kollektive elforsyningsnet. Dokumentation på, at produktionsanlægget er balanceret 3-faset, vil derfor oftest være tilstrækkeligt til at påvise, at anlægget ikke giver anledning til spændingsubalance i det kollektive elforsyningsnet.

Hvis man skal være sikker på, at produktionsanlægget ikke giver anledning til spændingsubalance, kan spændingsubalancen i nettilslutningspunktet (POC) måles før og efter idriftsættelse af anlægget. Hvis der ikke er en betydelig forværring af spændingsubalancen efter idriftsættelse af anlægget i forhold til før idriftsættelse, er kravet til spændingsubalance opfyldt.

Spændingsubalancen måles jf. DS/EN 61000-4-30 som negativsekvenskomponenten divideret med positivsekvenskomponenten.

6.6.1.3. Hurtige spændingsændringer

Et produktionsanlæg må ikke forårsage hurtige spændingsændringer større end de grænseværdier, der er angivet i tabel 6.8.

Spændingsniveau	Grænseværdi
Mellemspænding	d(%) = 4 %
Højspænding	d(%) = 3 %

Tabel 6.8 – Grænseværdi for hurtige spændingsændringer.

Krav om hurtige spændingsændringer er sat med udgangspunkt i DS/EN 61000-3-11 og DEFU rapport RA 557, samt de metoder til fastsættelse af grænseværdier, som beskrives i IEC/TR 61000-3-7.

6.6.1.4. Flicker

Produktionsanlægget skal overholde de grænseværdier for flicker, som fastsættes af elforsyningsvirksomheden.

Når kravene skal fastsættes, tager elforsyningsvirksomheden udgangspunkt i metoden, som er beskrevet i IEC/TR 61000-3-7.

6.6.1.5. Harmoniske overtoner

Produktionsanlægget skal overholde de spændingsgrænseværdier for emission af harmoniske overtoner, som fastsættes af elforsyningsvirksomheden.

Når kravene skal fastsættes, tager elforsyningsvirksomheden udgangspunkt i metoden, som er beskrevet i IEC/TR 61000-3-6.

6.6.1.6. Interharmoniske overtoner

Produktionsanlægget skal overholde de spændingsgrænseværdier for interharmoniske overtoner, som fastsættes af elforsyningsvirksomheden.

Når kravene skal fastsættes, tager elforsyningsvirksomheden udgangspunkt i metoden, som er beskrevet i IEC/TR 61000-3-6.

6.6.1.7. Forstyrrelser i intervallet 2-9kHz

Produktionsanlægget skal overholde de spændingsgrænseværdier for forstyrrelser i frekvensområdet 2 kHz til 9 kHz, som fastsættes af elforsyningsvirksomheden.

Når kravene skal fastsættes, tager elforsyningsvirksomheden udgangspunkt i metoden, som er beskrevet i IEC/TR 61000-3-6.

6.6.2. Ansvarsfordeling

6.6.2.1. Anlægsejers forpligtelser

Anlægsejer skal som udgangspunkt sikre, at produktionsanlægget er designet, konstrueret og konfigureret på sådan en måde, at alle grænseværdier overholdes.

Anlægsejer skal verificere, at emissionsgrænserne i nettilslutningspunktet er overholdt.

Til beregning af elkvalitet anvender anlægsejer den typiske trefasede kortslutningseffekt, S_k , elkvalitet i nettilslutningspunktet.

Netvirksomheden og transmissionsvirksomheden foretager i samarbejde en bedømmelse af om et produktionsanlæg har betydende indvirkning på det kollektive elforsyningsnet.

Ved produktionsanlæg som har en betydende indvirkning på det kollektive elforsyningsnet vil anlægsejer yderligere skulle:

- Anvende frekvensafhængige impedanspolygoner til beregning af elkvalitet
- Verificere at emissionsgrænser også er overholdt op imod transmissionsnettet
- Samt kunne levere en impedansmodel for produktionsanlægget jævnfør afsnit 6.8.

Verifikation af overholdelse af emissionsgrænser ved anlæg med en betydende indvirkning på elnettet vil typisk foregå ved at beregningerne foretages på en udleveret model, hvor der vil være emissionsgrænser i et eller to punkter i modellen som skal overholdes.

Anlægsejer kan efter aftale tilkøbe supplerende ydelser (højere kortslutningseffekt eller leveringsomfang) af elforsyningsvirksomheden med henblik på overholdelse af de specifikke grænseværdier.

6.6.2.2. Elforsyningsvirksomheden forpligtelser

Elforsyningsvirksomheden har ansvaret for at fastsætte emissionsgrænser i nettilslutningspunktet.

Elforsyningsvirksomheden skal oplyse kortslutningsniveauet $S_{k,elkvalitet}$ med tilhørende kortslutningsvinkel ψ_k i nettilslutningspunktet.

I tilfælde hvor den egentlige $S_{k,elkvalitet}$ ikke er mulig at beregne for et tilslutningspunkt, estimeres $S_{k,elkvalitet}$ som $(S_{k,min} + S_{k,maks})/2$.

Elforsyningsvirksomheden skal også oplyse den frekvensafhængige netimpedans i nettilslutningspunktet $Z_{net,h}$. Elforsyningsvirksomheden kan vælge at oplyse netimpedansen som målt værdi eller som en tilnærmet model. Ved anvendelse af impedanspolygoner videreformidler netvirksomheden impedanspolygoner fra transmissionsvirksomheden, evt. justeret efter mellemliggende net.

Som udgangspunkt oplyses $Z_{net,h}$ som tilnærmet model, hvor nedenstående tilnærmede model benyttes. I tilfælde hvor det vurderes nødvendigt af hensyn til indvirkning på det kollektive elforsyningsnet oplyses frekvensafhængige impedanspolygoner i stedet.

For frekvenser til og med 2 kHz:

$$|Z_{net,h}| = \sqrt{R_{50}^2 + (h \cdot X_{50})^2}, \text{ for } h = [1; 40]$$

For frekvenser over 2 kHz:

$$|Z_{net,h}| = \sqrt{R_{50}^2 + (40 \cdot X_{50})^2}, \text{ for } h > 40$$

R_{50} og X_{50} er resistans og reaktans ved 50 Hz og udregnes på baggrund af $S_{k,elkvalitet}$ og tilhørende kortslutningsvinkel ψ_k .

6.6.3. Målemetode

Målinger af de forskellige elkvalitetsparametre skal udføres i henhold til den europæiske norm DS/EN 61000-4-30 (klasse A).

Måling af harmonisk forvrængning af spænding og strøm skal foretages som defineret i IEC 61000-4-7 efter de principper (harmonic subgroup) og med de nøjagtigheder, der er angivet for klasse I.

Måling af interharmonisk forvrængning op til 2 kHz skal foretages som defineret i IEC 61000-4-7 Annex A og skal måles som interharmoniske grupper (interharmonic subgroup).

Alternativt er det tilladt at måle harmonisk forvrængning op til 2 kHz med grouping aktiveret (harmonic groups), som specificeret i IEC 61000-4-7 og med de nøjagtigheder, der er angivet for klasse I. Hvis harmonisk forvrængning op til 2 kHz måles med grouping aktiveret, er det ikke påkrævet at måle interharmonisk forvrængning op til 2 kHz separat.

Måling af forstyrrelser i området 2-9 kHz skal foretages jævnfør IEC 61000-4-7 Annex B og skal måles i 200 Hz vinduer med centerfrekvenser fra 2100 Hz til 8900 Hz.

6.7. UDVEKSLING AF INFORMATION

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

Hvis et produktionsanlæg består af flere produktionsenheder, skal der installeres en anlægsregulator, så anlægget kan styres som et samlet produktionsanlæg i PCOM jf. figur 3.3 og figur 3.4.

6.7.1. Krav til tidsstempling og opdateringstid

Informationen skal tidsstemple. 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.

6.7.2. Krav til informationsudveksling

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

Signalbetegnelse	Signaltype
Absolut effektbegrænser	Setpunkt
Absolut effektbegrænser	Aktiveret/ikke aktiveret
Mulig aktiv effektregulering	Værdi i forhold til P_n
Mulig reaktiv effektregulering	Værdi i forhold til Q_n

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 produktionsanlægget skal have systemværn ved tilslutning.	

Tabel 6.9 – Krav til information, som et produktionsanlæg skal udveksle i realtid i grænsefladen PCOM.

6.7.3. Registrering af fejlhændelser

For et produktionsanlæg i kategori 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.

Anlægsejer 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
- Frekvensafvigelser
- Hastighedsafvigelser (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 tidsstempling 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.

6.8. SIMULERINGSMODEL

For produktionsanlæg over 10 MW, skal anlægsejer levere en simuleringsmodel. Krav til simuleringsmodeller er koordineret med Energinet og der henvises derfor til Energinets notat om simuleringsmodeller [Requirements for Generators (RfG) – krav til simuleringsmodel].

For produktionsanlæg under 10 MW, kan netvirksomheden i særlige tilfælde stille krav om at anlægsejer leverer en simuleringsmodel. Hvis netvirksomheden anmoder om en simuleringsmodel er kravene de samme som for anlæg over 10 MW.

6.9. VERIFIKATION OG DOKUMENTATION

Dette afsnit beskriver den dokumentation, som anlægsejer eller tredjepart skal levere til elforsyningsvirksomheden for at opnå en nettilslutningstilladelse.

Det er anlægsejeren, der har ansvaret for at overholde kravene beskrevet i denne vejledning og for at dokumentere, at kravene er overholdt.

Elforsyningsvirksomheden kan til enhver tid kræve verifikation og dokumentation for, at produktionsanlægget opfylder kravene beskrevet i denne vejledning.

Dokumentation leveres til elforsyningsvirksomheden som en del af proceduren for nettilslutning, som består af flere typer af tilladelser, før man kan få den endelige tilslutningstilladelse. De forskellige trin af tilladelser er følgende:

1. Idriftsættelsestilladelse
2. Midlertidig nettilslutningstilladelse
3. Endelig nettilslutningstilladelse

For at få en midlertidig nettilslutningstilladelse skal anlægsejeren indsende bilag B2.1. Sammen med bilaget skal der indsendes teknisk dokumentation, som understøtter de svar, som er afgivet i bilaget. Når dokumentationen er godkendt, udstedes den midlertidige nettilslutningstilladelse.

For at få den endelige nettilslutningstilladelse skal anlægsejeren indsende bilag B2.2. Når elforsyningsvirksomheden har godkendt dokumentationen, udstedes den endelige nettilslutningstilladelse.

Hvis ikke elforsyningsvirksomheden modtager bilag B2.2 inden udløb af den midlertidige nettilslutningstilladelse, har elforsyningsvirksomheden ret til at afbryde elektrisk for produktionsanlægget, da der ikke findes en gyldig nettilslutningstilladelse efter udløb af den midlertidige tilladelse.

Vurderer elforsyningsvirksomheden, på baggrund af bilag B2.2, at produktionsanlægget ikke overholder kravene i denne vejledning, udarbejdes en plan for, hvordan de udeståender, der er identificeret, udbedres, og på baggrund af denne, kan der søges om forlængelse af den midlertidige nettilslutningstilladelse.

Produktcertifikater kan benyttes som en del af dokumentationen for overholdelse af kravene i denne vejledning.

6.9.1. Krav til dokumentation

- CE-overensstemmelseserklæring
- Beskyttelsesfunktioner
- Enstregsskema
- Elkvalitet
- Tolerance overfor spændingsdyk
- PQ-diagram
- Signalliste
- Simuleringsmodel

- Plan for overensstemmelsesprøvning
- Verifikationsrapport
- Udfyldt bilag B2.1, med teknisk dokumentation, der understøtter svarene afgivet i bilaget.
- Udfyldt bilag B2.2, med teknisk dokumentation, der understøtter svarene afgivet i bilaget.

Der kan også anvendes produktcertifikater, som er udstedt af et godkendt certificeringsorgan. Produktcertifikaterne kan dække nogle af dokumentationskravene.

I forbindelse med dokumentation af produktionsanlæggets tekniske egenskaber skal der gennemføres prøvninger og simuleringer, som beskrevet i afsnit 6.9.2 til 6.9.5.

6.9.2. Prøvninger

Som en del af dokumentationen af produktionsanlæggets tekniske egenskaber skal der gennemføres prøvninger, som påviser overholdelse af kravene i denne vejledning. De prøvninger, som skal gennemføres, omfatter:

- Frekvensrespons – overfrekvens
- Frekvensrespons – underfrekvens
- Frekvensregulering
- Frekvensgenoprettelseskontrol (Kun synkrone anlæg)
- Arbejdsområde for reaktiv effekt
- Spændingsregulering (kun elproducerende anlæg)
- Effektfaktorregulering (kun elproducerende anlæg)
- Q-regulering (kun elproducerende anlæg)

Resultaterne skal fremlægges i en rapport.

I stedet for prøvninger kan der anvendes produktcertifikater, som er udstedt af et godkendt certificeringsorgan.

6.9.3. Simuleringer

Som en del af dokumentationen af produktionsanlæggets tekniske egenskaber skal der gennemføres simuleringer, som påviser overholdelse af kravene i denne vejledning. De simuleringer, som skal gennemføres, omfatter:

- Frekvensrespons – overfrekvens (LFSM-O)
 - Skal gennemføres med frekvensændringer i form af både trin og ramper.
 - Skal vise, hvordan produktionsanlægget agerer, når anlæggets nedre grænse for aktiv effekt nås.
- Robusthed over for spændingsdyk
- Genoprettelse af aktiv effekt
- Levering af reaktiv tillægsstrøm (kun elproducerende anlæg)
- Frekvensrespons – underfrekvens (LFSM-U)
 - Skal gennemføres med frekvensændringer i form af både trin og ramper.
 - Skal vise, hvordan produktionsanlægget agerer, når anlæggets øvre grænse for aktiv effekt nås.
- Frekvensregulering (FSM)
 - Skal gennemføres med frekvensændringer i form af både trin og ramper.

- Skal gennemføres med frekvensændringer, der er store nok til at forårsage maksimal ændring i aktiv effekt.
- Ø-drift (samme egenskaber med et svagere net)
- Arbejdsområde for reaktiv effekt
- Dæmpning af svingninger (PSS)

Simuleringsresultater og simuleringsmodel skal valideres op imod de gennemførte prøvninger, således at det påvises, at model og simuleringer er retvisende.

I stedet for simuleringer kan der anvendes produktcertifikater, som er udstedt af et godkendt certificeringsorgan.

6.9.4. 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 anlægsdokumentation.

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 $U_{POC} = 1 \text{ pu}$, $P = 1 \text{ pu}$, $Q_{POC} = 0,4 \text{ pu}$:
 - 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 referencespændingen, hvor maskinen drives i tomgang og 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. Oprampning af aktiv effekt, fra P_{min} til P_n , hvor maskinen, inden påbegyndelse af test, ligger i et fuldt undermagnetiseret arbejds punkt.
3. Test af selektivitet mellem overmagnetiseringsbeskyttelse og overmagnetiseringsbegrænseren. Dette udføres ved:

- a. Stepresponstest, hvor maskinen forsøges tvunget i et overmagnetiseret arbejds punkt, som ligger uden for det tilladelige arbejdsområde for overmagnetiseringsbegrænsere.
 - 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 statorstrømsbegrænsers 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.

6.9.5. 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 korrekt 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, $p(t) = \{ 0 \text{ pu hvor } t < 0 \text{ s}; 0,25 \cdot t \text{ pu hvor } 0 \text{ s} < t \leq 4 \text{ s}; 1 \text{ pu hvor } t > 4 \text{ s}$
- c. Stepfunktion, $p(t) = \{ 1 \text{ pu hvor } t < 0 \text{ s}; 0,6 \text{ pu hvor } t > 0 \text{ s}$

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 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 $\pm 5\%$ 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.

Idriftsættelsestilladelse

Idriftsættelsestilladelsen giver anlægsejeren ret til at spændingssætte produktionsanlæggets interne net og hjælpeforsyninger. Produktionsanlægget må dog ikke sættes i drift og producere elektricitet ud på nettet.

Midlertidig nettilslutningstilladelse

Den midlertidige nettilslutningstilladelse giver ret til at drive produktionsanlægget i det omfang, som er nødvendigt for at gennemføre overensstemmelsesprøvningen, jævnfør den indsendte plan for overensstemmelsesprøvning.

En midlertidig nettilslutningstilladelse kan højst gælde i 24 måneder.

Endelig nettilslutningstilladelse

Den endelige nettilslutningstilladelse giver ret til at drive produktionsanlægget ved brug af nettilslutningen.

CE-overensstemmelseserklæring

Der skal leveres en CE-overensstemmelseserklæring for de enkelte hovedkomponenter. CE-overensstemmelseserklæringen skal indeholde en liste over de relevante standarder, normer, og direktiver, som komponenten eller enheden overholder.

Beskyttelsesfunktioner

Med dokumentation af beskyttelsesindstillinger menes en liste over alle de aktuelle reløpsætninger på idriftsættelsestidspunktet.

Enstregsskema

Et enstregsskema er en tegning, der viser anlæggets hovedkomponenter, og hvordan de indbyrdes er forbundet elektrisk. Derudover skal placeringen af beskyttelse og målepunkter fremgå af skemaet.

Elkvalitet

Elkvalitet er en samling af parametre, som karakteriserer den leverede elektricitet. Der skal fremvises et certifikat eller en rapport, der viser, at kravene er overholdt.

Tolerance over for spændingsdyk

Med tolerance overfor spændingsdyk menes et produktionsanlægs evne til at forblive tilkoblet det kollektive elforsyningsnet under et spændingsdyk, såvel som elproducerende anlægs evne til at levere reaktiv tillægsstrøm. Produktionsanlæggets evne til at forblive tilkoblet elnettet og levere reaktiv tillægsstrøm kan dokumenteres på to måder: ved simulering eller test.

PQ-diagram

Et diagram, som viser produktionsanlæggets arbejdsområde for aktiv og reaktiv effekt.

Signalliste

En liste over de signaler, som anlægget kan udveksle med elforsyningsvirksomheden, i henhold til afsnit 6.7.

Simuleringsmodel

En simuleringsmodel i henhold til kravene i afsnit 6.8.

Plan for overensstemmelsesprøvning

En detaljeret plan for gennemførelse af overensstemmelsesprøvning som skal påvise, at produktionsanlægget overholder kravene i denne vejledning.

Verifikationsrapport

En rapport, som på baggrund af overensstemmelsesprøvningen påviser, at produktionsanlægget overholder kravene i denne vejledning.

Udfyldning af bilag

Med et udfyldt bilag B2.1 og B2.2 menes der, at bilaget i denne vejledning skal udfyldes, og at den tekniske dokumentation, der viser, at de svar man har afgivet i bilaget er korrekte, er vedhæftet. Teknisk dokumentation kan være en testrapport, produktcertifikat, manual, simulering mv.

BILAG 1 DOKUMENTATION FOR KATEGORI B**B1.1. Dokumentation for produktionsanlæg i kategori B (del 1)**

Dokumentationen udfyldes med data for *anlægget* før idriftsættelsestidspunktet og sendes til *elforsyningsvirksomheden*.

B1.1.1. Identifikation

Anlæggets navn:	
Global Service Relation Number (GSRN-nummer):	
Anlægsejers navn og adresse:	
Anlægsejers telefonnr.:	
Anlægsejers e-mail:	

B1.1.2. Beskrivelse af anlægget

Type:	Synkront produktionsanlæg ☐ Elproducerende anlæg ☐
Primær energikilde:	Vind ☐ Sol ☐ Brændsel ☐ Andet* ☐
*Beskriv type:	
Energikonverteringsteknologi:	Damp turbine ☐ Gasturbine ☐ Kombianlæg ☐ Motor ☐ Inverterbaseret ☐
Angivelse af brændsel, hvis relevant:	
Fabrikant/model:	

Spænding i POC (U_c):	
Nominal effekt (P_n):	
Minimumseffekt (P_{min}):	
Nominal mekanisk akseffekt for drivsystem (P_{mek}) (kun synkrone produktionsanlæg):	
Forefindes procesdiagram for anlægget? Henvisning til dokument:	Ja ☐ Nej ☐
Forefindes enstregdiagram med angivelse af afregningsmåling, onlinemåling, ejergrænser og driftsledergrænser? Henvisning til dokument:	Ja ☐ Nej ☐

B1.1.2.1. Generator information

Afsnittet kan **undlades** for **inverterbaserede** produktionsanlæg.

Fabrikant:	
Type/Model:	
Er generatoren i overensstemmelse med relevante dele i følgende europæiske standarder?: - DS/EN60034-1, "Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance", 2004 - DS/EN60034-3, "Rotating electrical machines – Part 3: Specific requirements for turbine-type synchronous machines", 1995	Ja ☐ Nej ☐

Er der vedlagt detaljeret dokumentation for generator?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.1.2.2. MagnetiseringssystemAfsnittet skal kun udfyldes for **synkrone** produktionsanlæg.

Fabrikant:	
Type/Model:	
Er magnetiseringssystemet i overensstemmelse med relevante dele i følgende europæiske standarder?: - DS/EN 60034-16-1:2011 "Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Chapter 1: Definitions" - DS/CLC/TR 60034-16-3:2004 "Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Section 3: Dynamic performance".	Ja ☐ Nej ☐
Er produktionsanlægget udstyret med et magnetiseringssystem, som specificeret i afsnit 4.4.5?	Ja ☐ Nej ☐
Er der vedlagt detaljeret dokumentation for magnetiseringssystemet?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.1.2.3. Maskin- eller anlægstransformer

Fabrikant:	
Type/Model:	
Er der vedlagt detaljeret dokumentation for transformer? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐

B1.1.3. Normaldrift

Inden for normaldriftsområdet, jf. figur 4.1. Kan produktionsanlægget startes og producere kontinuerligt kun begrænset af netbeskyttelsesindstillingerne?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	
Forbliver anlægget tilsluttet ved spændingsfasespring på 20 grader i POC?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.1.4. Tolerance over for frekvensafvigelser

Forbliver produktionsanlægget tilkoblet det kollektive elforsyningsnet ved frekvensafvigelser, som specificeret i afsnit 4.1.1? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
Forbliver anlægget tilsluttet ved frekvensændringer på 2,0 Hz/s i POC? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
Er reduktionen i aktiv effekt ved underfrekvens mindre end grænsen specificeret i afsnit 4.1.2.2? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐

B1.1.5. Tolerance over for spændingsafvigelser

Forbliver produktionsanlægget tilkoblet det kollektive elforsyningsnet ved spændingsdyk, som specificeret i afsnit 4.1.3.3?	Ja ☐ Nej ☐
---	---

Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	
Forbliver produktionsanlægget tilkoblet det kollektive elforsyningsnet ved spændingsstigninger, som specificeret i afsnit 4.1.3.2?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.1.5.1. Reaktiv tillægsstrøm

Afsnittet skal kun udfyldes for **elproducerende** anlæg.

Leverer det elproducerende anlæg reaktiv tillægsstrøm, som specificeret i afsnit 4.1.3.3 (b)?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.1.6. Opstart og genindkobling af et produktionsanlæg

Sker indkobling og synkronisering som specificeret i afsnit 4.2?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	
Er det muligt at omgå den automatiske synkronisering?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Nej, henvisning til dokumentation:	

B1.1.7. Regulering af aktiv effekt

B1.1.7.1. Frekvensrespons - Overfrekvens

Er produktionsanlægget udstyret med en frekvensresponsfunktion for overfrekvens, som specificeret i afsnit 4.3.1?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.1.7.2. Absolut-effektbegrænserfunktion

	Ja ☐
--	-----------------------------

Er produktionsanlægget udstyret med en absolut-effektbegrænserfunktion, som specificeret i afsnit 4.3.2.1? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Nej ☐
---	-------------------------------------

B1.1.7.3. Gradient-effektbegrænser

Er produktionsanlægget udstyret med en gradient-effektbegrænser, som specificeret i afsnit 4.3.2.2? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.1.8. Regulering af reaktiv effekt

B1.1.8.1. Arbejdsområde

Kan produktionsanlægget levere reaktiv effekt ved P_n og varierende driftsspændinger, som specificeret i afsnit 4.4? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
Kan produktionsanlægget levere reaktiv effekt ved varierende aktiv effekt, som specificeret i afsnit 4.4? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐

B1.1.8.2. Effektfaktorregulering

Er produktionsanlægget udstyret med en effektfaktorreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 4.4.2? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.1.8.3. Automatisk effektfaktorregulering

Er produktionsanlægget udstyret med en automatisk effektfaktorreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 4.4.3?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.1.8.4. Q-regulering

Er produktionsanlægget udstyret med en Q-reguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 4.4.4?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.1.9. Elkvalitet

Er emissionsværdierne beregnet?	Ja ☐ Nej ☐
Er emissionsværdierne målt?	Ja ☐ Nej ☐
Er der vedlagt en rapport med dokumentation for, at beregningerne eller målingerne overholder emissionskravene?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.1.9.1. Hurtige spændingsændringer

Overholder produktionsanlægget grænseværdien for hurtige spændingsændringer angivet i afsnit 4.6.1.3?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.1.9.2. DC-indhold

Afsnittet skal kun udfyldes for **elproducerende** anlæg.

Overstiger DC-indholdet ved normal drift 0,5 % af den nominelle strøm?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.1.9.3. Spændingsubalance

Afsnittet skal kun udfyldes for **elproducerende** anlæg.

Er anlægget balanceret 3-faset?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.1.9.4. Flicker

Afsnittet skal kun udfyldes for **elproducerende** anlæg.

Er flickerbidraget for hele produktionsanlægget under grænseværdien angivet i afsnit 4.6.1.4?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.1.9.5. Harmoniske overtoner

Afsnittet skal kun udfyldes for **elproducerende** anlæg.

Er alle de harmoniske overtoner for hele produktionsanlægget under grænseværdierne angivet i afsnit 4.6.1.5?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.1.9.6. Interharmoniske overtoner

Afsnittet skal kun udfyldes for **elproducerende** anlæg.

	Ja ☐
--	-----------------------------

Er alle de interharmoniske overtoner for hele produktionsanlægget under grænseværdierne angivet i afsnit 4.6.1.6? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Nej ☐
--	-------------------------------------

B1.1.9.7. Forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz

Afsnittet skal kun udfyldes for **elproducerende** anlæg.

Emission af forstyrrelser med frekvenser i intervallet 2-9 kHz er mindre end 0,2 % af I_n, som krævet i afsnit 4.6.1.7? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.1.10. Beskyttelse

Er anlægget beskyttet med de funktioner, som er krævet i afsnit 4.5.3? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.1.10.1. Ø-drift-detektering

Er anlægget beskyttet med de funktioner, som er krævet i afsnit 4.5.4? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.1.10.2. Yderligere krav til netbeskyttelse for synkrone produktionsanlæg

Afsnittet skal kun udfyldes for **synkrone** produktionsanlæg.

Anvendes synkronunderspændingsrelæ?	Ja ☐ Nej ☐
Anvendes overstrømsrelæ?	Ja ☐ Nej ☐

Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.1.11. Krav til informationsudveksling

Kan anlægget udveksle information, som er krævet i afsnit 4.7? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.1.12. Underskrift

Dato:	
Installatørfirma:	
Idriftsættelsesansvarlig:	
Underskrift (idriftsættelses-ansvarlig):	
Anlægsejer:	
Underskrift (anlægsejer):	

B1.2. Dokumentation for produktionsanlæg i kategori B (del 2)

Dokumentationen udfyldes med data for produktionsanlægget efter idriftsættelsestidspunktet og sendes til *elforsyningsvirksomheden*.

B1.2.1. Identifikation

Anlæggets navn:	
Global Service Relation Number (GSRN-nummer):	
Anlægsejer navn og adresse:	
Anlægsejer telefonnr.:	
Anlægsejer e-mail:	

B1.2.2. Regulering af aktiv effekt

B1.2.2.1. Regulering af aktiv effekt ved overfrekvens

Er frekvensresponsfunktionen for overfrekvens aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, med hvilke indstillingsværdier?	
Frekvenstærskel (f_{RO}):	_____ Hz
Statik:	_____ %
Tid til ø-drift-detektering (minimum responstid):	_____ ms

B1.2.2.2. Absolut-effektbegrænserfunktion

Er absolut-effektbegrænserfunktionen aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐
Hvis Ja, med hvilken værdi?	_____ kW

B1.2.2.3. Gradient-effektbegrænser

Er produktionsanlæggets gradient-effektbegrænser aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐
Hvis Ja, med hvilken værdi?	_____ % P_n /min

B1.2.3. Regulering af reaktiv effekt

B1.2.3.1. Q-regulering

Er Q-reguleringsfunktionen aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐
Hvis Ja, med hvilket setpunkt? (Værdi forskellig fra 0 kVAr skal aftales med elforsyningsvirksomheden)	_____ kVAr

B1.2.3.2. Effektfaktorregulering

Er effektfaktorreguleringsfunktionen aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐
Hvis Ja, med hvilket setpunkt? (Værdi forskellig fra $\cos\phi$ 1.0 skal aftales med elforsyningsvirksomheden)	_____ $\cos\phi$ Induktiv ☐ Capacitiv ☐

B1.2.3.3. Automatisk effektfaktorregulering

Er automatisk effektfaktorreguleringsfunktionen aktiveret? (Må ikke aktiveres uden aftale med elforsyningsvirksomheden)	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, med hvilke setpunkter?	
Punkt 1 – P/P_n	_____ %
Punkt 1 – Effektfaktor (induktiv)	_____ $\cos\phi$
Punkt 2 – P/P_n	_____ %
Punkt 2 – Effektfaktor (induktiv)	_____ $\cos\phi$
Punkt 3 – P/P_n	_____ %

Punkt 3 – Effektfaktor (induktiv)	_____ $\cos\phi$
-----------------------------------	------------------

B1.2.4. Beskyttelse

B1.2.4.1. Relæindstillinger

I nedenstående tabel angives de aktuelle værdier på idriftsættelsestidspunktet.

Beskyttelsesfunktion	Symbol	Indstilling		Funktionstid	
Overspænding (trin 2)	$U_{>>}$		V		ms
Overspænding (trin 1)	$U_{>}$		V		s
Underspænding (trin 1)	$U_{<}$		V		s
Overfrekvens	$f_{>}$		Hz		ms
Underfrekvens	$f_{<}$		Hz		ms
Frekvensændring	df/dt		Hz/s		ms

B1.2.4.2. Ø-drifts-dektering

Benyttes der vektorspringsrelæer eller aktiv ø-driftsdetektering?	Ja ☐ Nej ☐
---	---

B1.2.4.3. Yderligere relæindstillinger for synkrone produktionsanlæg

Afsnittet skal kun udfyldes for **synkrone** anlæg.

I nedenstående tabel angives de aktuelle værdier for relæindstillingerne på idriftsættelsestidspunktet.

Beskyttelsesfunktion	Symbol	Indstilling		Funktionstid	
Overstrøm	$I_{>}$		A		ms
Synkron underspænding*			V		ms

* Hvis synkront underspændingsrelæ anvendes.

B1.2.5. Underskrift

Dato:	
Installatørfirma:	
Idriftsættelsesansvarlig:	
Underskrift (idriftsættelsesansvarlig):	

Dokumentation for kategori B

Anlægsejer:	
Underskrift (anlægsejer):	

BILAG 2 DOKUMENTATION FOR KATEGORI C OG D**B2.1. Dokumentation for produktionsanlæg i kategori C og D (del 1)**

Dokumentationen udfyldes med data for anlægget før idriftsættelsestidspunktet og sendes til elforsyningsvirksomheden.

B2.1.1. Identifikation

Anlæggets navn:	
Global Service Relation Number (GSRN-nummer):	
Anlægsejers navn og adresse:	
Anlægsejers telefonnr.:	
Anlægsejers e-mail:	

B2.1.2. Beskrivelse af anlægget

Type:	Synkront produktionsanlæg ☐ Elproducerende anlæg ☐
Primær energikilde:	Vind ☐ Sol ☐ Brændsel ☐ Andet* ☐
*Beskriv type:	
Energikonverteringsteknologi	Damp turbine ☐ Gasturbine ☐ Kombianlæg ☐ Motor ☐ Inverterbaseret ☐
Angivelse af brændsel, hvis relevant:	

Fabrikant/model:	
Spænding i POC (U_c):	
Nominel effekt (P_n):	
Minimumseffekt (P_{min}):	
Nominel mekanisk akseffekt for drivsystem (P_{mek}) (kun synkrone produktionsanlæg):	
Forefindes procesdiagram for anlægget? Henvisning til dokument:	Ja ☐ Nej ☐
Forefindes enstregdiagram med angivelse af afregningsmåling, onlinemåling, spændingsreferencepunkt, ejergrænser og driftsledergrænser? Hvis Ja, henvisning til dokument:	Ja ☐ Nej ☐

B2.1.2.1. Generator

Afsnittet kan **undlades** for **inverterbaserede** produktionsanlæg.

Fabrikant:	
Type/Model:	
Er generatoren i overensstemmelse med relevante dele i følgende europæiske standarder?: - DS/EN60034-1, "Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance", 2004	Ja ☐ Nej ☐

- DS/EN60034-3, "Rotating electrical machines – Part 3: Specific requirements for turbine-type synchronous machines", 1995	
Er der vedlagt detaljeret dokumentation for generator?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B2.1.2.2. Maskin- eller anlægstransformer

Fabrikant:	
Type/Model:	
Er der vedlagt detaljeret dokumentation for transformer?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B2.1.2.3. Magnetiseringssystem

Afsnittet skal kun udfyldes for **synkrone** produktionsanlæg.

Fabrikant	
Type/Model	
Er magnetiseringssystemet i overensstemmelse med relevante dele i følgende europæiske standarder?: - DS/EN 60034-16-1:2011 "Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Chapter 1: Definitions" - DS/CLC/TR 60034-16-3:2004 "Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Section 3: Dynamic performance".	Ja ☐ Nej ☐
	Ja ☐ Nej ☐

Er produktionsanlægget udstyret med et magnetiseringssystem, som specificeret i afsnit 5.4.5 og 0 for hhv. Kategori C og Kategori D?	
Er der vedlagt detaljeret dokumentation for magnetiserings-systemet?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B2.1.2.4. PSS-funktion

Afsnittet skal kun udfyldes for **Kategori D**-anlæg.

Er produktionsanlægget udstyret med en PSS, som specificeret i afsnit 6.4.5.3?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B2.1.3. Normale driftsforhold

Inden for normaldriftsområdet, jf. figur 4.1, kan produktionsanlægget startes og producere kontinuerligt kun begrænset af netbeskyttelsesindstillingerne?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	
Forbliver anlægget tilsluttet ved spændingsfasespring på 20 grader i POC?	Ja ☐ Nej ☐
Henvisning til typetest/studie som verificerer ovenstående:	
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B2.1.4. Tolerance over for frekvensafvigelser

Forbliver produktionsanlægget tilkoblet det kollektive elforsyningsnet ved frekvensafvigelser, som specificeret i afsnit 5.1.2.1 og 6.1.2.1 for hhv. Kategori C og Kategori D?	Ja ☐ Nej ☐
--	---

Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	
Forbliver anlægget tilsluttet ved frekvensændringer på 2,0 Hz/s i POC? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
Er reduktionen i aktiv effekt ved underfrekvens mindre end grænsen specificeret i afsnit 4.1.2.2? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐

B2.1.5. Tolerance over for spændingsafvigelser

Forbliver produktionsanlægget tilkoblet det kollektive elforsyningsnet ved spændingsdyk, som specificeret i afsnit 5.1.3.2 og 6.1.3.2 for hhv. Kategori C og Kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
Forbliver produktionsanlægget tilkoblet det kollektive elforsyningsnet ved spændingsstigninger, som specificeret i afsnit 5.1.3.1 og 6.1.3.1 for hhv. Kategori C og Kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐

B2.1.5.1. Reaktiv tillægsstrøm

Afsnittet skal kun udfyldes for **elproducerende** anlæg.

Leverer det elproducerende anlæg reaktiv tillægsstrøm, som specificeret i afsnit 5.1.3.2 eller 6.1.3.2 for hhv. Kategori C og Kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	---

B2.1.5.2. Gentagne spændingsdyk i det kollektive elforsyningsnet

Afsnittet skal kun udfyldes for produktionsanlæg i kategori D.

Forbliver produktionsanlægget tilsluttet ved gentagne spændingsdyk i POC, som specificeret i afsnit 6.1.3.2?	Ja ☐ Nej ☐
Henvisning til typetest/studie, som verificerer ovenstående:	

B2.1.6. Indkobling og synkronisering

Sker indkobling og synkronisering som specificeret i afsnit 5.2 og 6.2 for hhv. Kategori C og Kategori D?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	
Er det muligt at omgå den automatiske synkronisering?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Nej, henvisning til dokumentation:	

B2.1.7. Regulering af aktiv effekt

B2.1.7.1. Regulering af aktiv effekt ved overfrekvens

Er produktionsanlægget udstyret med en frekvensresponsfunktion for overfrekvens, som specificeret i afsnit 5.3.1 og 6.3.1 for hhv. Kategori C og Kategori D?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B2.1.7.2. Regulering af aktiv effekt ved underfrekvens

Er produktionsanlægget udstyret med en frekvensresponsfunktion for underfrekvens, som specificeret i afsnit 5.3.2 og 6.3.2 for hhv. Kategori C og Kategori D?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

--	--

B2.1.7.3. Frekvensregulering

Er produktionsanlægget udstyret med en frekvensreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 5.3.3 og 6.3.3 for hhv. Kategori C og Kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B2.1.7.4. Systemværn

Er produktionsanlægget udstyret med en systemværnsfunktion, som specificeret i afsnit 6.3.4.3? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B2.1.7.5. Absolut-effektbegrænserfunktion

Er produktionsanlægget udstyret med absolut-effektbegrænserfunktion, som specificeret i afsnit 5.3.4.1 og 6.3.4.1 for hhv. Kategori C og Kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B2.1.7.6. Delta-effektbegrænserfunktion

Afsnittet skal kun udfyldes for **elproducerende** anlæg.

Er produktionsanlægget udstyret med delta-effektbegrænserfunktion, som specificeret i afsnit 5.3.4.4 og 6.3.4.4 for hhv. Kategori C og Kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	--

--	--

B2.1.7.7. Gradient-effektbegrænserfunktion

Er produktionsanlægget udstyret med gradient-effektbegrænserfunktion, som specificeret i afsnit 5.3.4.2 og 6.3.4.2 for hhv. Kategori C og Kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B2.1.8. Reguleringsfunktioner for reaktiv effekt

Kan setpunktsværdierne indstilles med opløsningen specificeret i afsnit 5.4 og 6.4 for hhv. Kategori C og Kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B2.1.8.1. Krav til reaktivt effektreguleringsområde

Kan anlægget levere reaktiv effekt ved P_n og varierende driftsspændinger, som specificeret i afsnit 5.4.1 og 6.4.1 for hhv. Kategori C og Kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
Kan produktionsanlægget levere reaktiv effekt ved varierende aktiv effekt, som specificeret i afsnit 5.4.1 og 6.4.1 for hhv. Kategori C og Kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐

B2.1.8.2. Q-regulering

Er produktionsanlægget udstyret med en Q-reguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 5.4.4 og 6.4.4 for hhv. Kategori C og Kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B2.1.8.3. Effektfaktorregulering

Er produktionsanlægget udstyret med en effektfaktorreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 5.4.2 og 6.4.2 for hhv. Kategori C og Kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B2.1.8.4. Spændingsregulering

Er produktionsanlægget udstyret med en spændingsreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 5.4.3 og 6.4.3 for hhv. Kategori C og Kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
Hvor er spændingsreferencepunktet placeret?	

B2.1.9. Elkvalitet

Er emissionsværdierne beregnet?	Ja ☐ Nej ☐
Er emissionsværdierne målt?	Ja ☐

	Nej ☐
Er der vedlagt en rapport med dokumentation for, at beregningerne eller målingerne overholder emissionskravene? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐

B2.1.9.1. Hurtige spændingsændringer

Overholder produktionsanlægget grænseværdien for hurtige spændingsændringer angivet i afsnit 5.6.1.3 og Fejl! Henvisningskilde ikke fundet. for hhv. kategori C og kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B2.1.9.2. DC-indhold

Afsnittet skal kun udfyldes for **elproducerende** anlæg.

Overstiger DC-indholdet ved normal drift grænseværdierne sat i 5.6.1.1 og Fejl! Henvisningskilde ikke fundet. for hhv. Kategori C og Kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B2.1.9.3. Spændingsubalance

Afsnittet skal kun udfyldes for **elproducerende** anlæg.

Er anlægget balanceret 3-faset? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B2.1.9.4. Flicker

Afsnittet skal kun udfyldes for **elproducerende** anlæg.

	Ja ☐
--	-----------------------------

Er flickerbidraget for produktionsanlægget under grænseværdierne sat i 5.6.1.4 og 6.6.1.4 for hhv. Kategori C og Kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Nej ☐
---	-------------------------------------

B2.1.9.5. Harmoniske overtoner

Afsnittet skal kun udfyldes for **elproducerende** anlæg.

Er alle de harmoniske forstyrrelser for produktionsanlægget under grænseværdierne sat i 5.6.1.5 og Fejl! Henvisningskilde ikke fundet. for hhv. Kategori C og Kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B2.1.9.6. Interharmoniske overtoner

Afsnittet skal kun udfyldes for **elproducerende** anlæg.

Er alle de interharmoniske overtoner for produktionsanlægget under grænseværdierne sat i 5.6.1.6 og Fejl! Henvisningskilde ikke fundet. for hhv. Kategori C og Kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B2.1.9.7. Forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz

Afsnittet skal kun udfyldes for **elproducerende** anlæg.

Emission af forstyrrelser med frekvenser mellem 2 og 9 kHz fastlægges af elforsyningsvirksomheden. Er kravet overholdt? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B2.1.10. Beskyttelse

Er anlægget beskyttet med de funktioner, som er krævet i afsnit 5.5.3 og 6.5.3 for hhv. Kategori C og Kategori D?	Ja ☐ Nej ☐
--	--

Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	
--	--

B2.1.10.1. Ø-drift-detektering

Er anlægget beskyttet med de funktioner, som er krævet i afsnit 5.5.4 og 6.5.4 for hhv. Kategori C og Kategori D?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B2.1.10.2. Yderligere krav til netbeskyttelse for synkrone produktionsanlæg

Afsnittet skal kun udfyldes for **synkron**anlæg.

Anvendes synkronunderspændingsrelæ?	Ja ☐ Nej ☐
Anvendes overstrømsrelæ?	Ja ☐ Nej ☐
Foreligger der et studie for omfang og indstilling af beskyttelsesfunktioner?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til studie:	

B2.1.11. Informationsudveksling

B2.1.11.1. Krav til målinger

Er der etableret afregningsmålinger, jf. markedsforskrift D1 og D2?	Ja ☐ Nej ☐
Er der etableret onlinemålinger?	Ja ☐ Nej ☐
Henvisning til signalliste, som verificerer ovenstående:	

Er der etableret signaler jf. TF 5.3.4.2 (Produktionstelegrafen)? Henvisning til signalliste, som verificerer ovenstående:	Ja ☐ Nej ☐
Er der etableret onlinemålinger og signaler, jf. Systemydelser til levering i Danmark - Udbudsbetingelser (kun relevant, hvis <i>anlægget</i> skal levere systemydelser)? Henvisning til signalliste, som verificerer ovenstående:	Ja ☐ Nej ☐

B2.1.11.2. Datakommunikation

Er datakommunikationsprotokoller og datasikkerhedsforhold udført og konfigureret som specificeret i afsnit 5.7?	Ja ☐ Nej ☐
Er signalerne som specificeret i afsnit 5.7 til rådighed på PCOM grænsefladen?	Ja ☐ Nej ☐

B2.1.11.3. Registrering af fejlhændelser

Er der installeret logningsudstyr i POC som specificeret i afsnit 5.7.3 og 6.7.3 for hhv. Kategori C og Kategori D?	Ja ☐ Nej ☐
Er det aftalt med den systemansvarlige virksomhed, hvilke hændelser der skal logges? Hvis ja, hvilke?	Ja ☐ Nej ☐

B2.1.12. Krav til simuleringsmodel

Foreligger der en simuleringsmodel som specificeret i afsnit 5.8 og 6.8 for hhv. Kategori C og Kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation og model:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B2.1.13. Overensstemmelsesprøvning

Foreligger der en plan for overensstemmelsesprøvning som specificeret i afsnit 5.9 og 6.9 for hhv. Kategori C og Kategori D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B2.1.14. Underskrift

Dato:	
Installatørfirma:	
Idriftsættelsesansvarlig:	
Underskrift (idrifsættelsesansvarlig):	
Anlægsejer:	
Underskrift (anlægsejer):	

B2.2. Dokumentation for synkrone produktionsanlæg i kategori C (del 2)

Dokumentationen udfyldes med data for anlægget før endelig idriftsættelse og sendes til elforsyningsvirksomheden.

B2.2.1. Identifikation

Anlæggets navn:	
Global Service Relation Number (GSRN-nummer):	
Anlægsejers navn og adresse:	
Anlægsejers telefonnr.:	
Anlægsejers e-mail:	

B2.2.2. Regulering af aktiv effekt

B2.2.2.1. Regulering af aktiv effekt ved overfrekvens

Er frekvensresponsfunktionen for overfrekvens som specificeret i afsnit 5.3.1 og 6.3.1 for hhv. Kategori C og Kategori D, aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, med hvilke indstillingsværdier?	_____ Hz
Frekvenstærskel:	_____ %
Statik:	_____ ms
Tid til ø-drift-detektering (minimum responstid):	

B2.2.2.2. Regulering af aktiv effekt ved underfrekvens

Er frekvensresponsfunktionen for underfrekvens, som specificeret i afsnit 5.3.2 og 6.3.2 for hhv. Kategori C og Kategori D, aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, med hvilke indstillingsværdier?	

Frekvenstærskel:	_____ Hz
Statik:	_____ %
Tid til ø-drift-detektering (minimum responstid):	_____ ms

B2.2.2.3. Frekvensregulering

Er frekvensreguleringsfunktionen, som specificeret i afsnit 5.3.3 og 6.3.3 for hhv. Kategori C og Kategori D, aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐
Hvis Ja, med hvilke indstillingsværdier?	
Frekvenstærskel -Lav (f_{RU}):	_____ Hz
Frekvenstærskel-Høj (f_{RO}):	_____ Hz
Statik:	_____ %
Ønsket frekvens:	_____ Hz
ΔP :	_____ kW

B2.2.2.4. Absolut-effektbegrænserfunktion

Er absolut-effektbegrænserfunktionen, som specificeret i afsnit 5.3.4.1 og 6.3.4.1 for hhv. Kategori C og Kategori D, aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐
Hvis Ja, med hvilken værdi?	_____ kW

B2.2.2.5. Gradient-effektbegrænserfunktion

Er produktionsanlæggets gradient-effektbegrænserfunktion, som specificeret i afsnit 5.3.4.2 og 6.3.4.2 for hhv. Kategori C og Kategori D, aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐
Hvis Ja, med hvilken værdi?	_____ % P_n /min

B2.2.3. Regulering af reaktiv effekt

B2.2.3.1. Q-regulering

	Ja ☐
--	-----------------------------

Er Q-reguleringsfunktionen, som specificeret i afsnit 5.4.4 og 6.4.4 for hhv. Kategori C og Kategori D, aktiveret? Hvis Ja, med hvilket setpunkt? (Værdi forskellig fra 0 kVAr skal aftales med elforsyningsvirksomheden).	Nej ☐ Styres online ☐ _____ kVAr
--	---

B2.2.3.2. Effektfaktorregulering

Er effektfaktorreguleringsfunktionen, som specificeret i afsnit 5.4.2 og 6.4.2 for hhv. Kategori C og Kategori D, aktiveret? Hvis Ja, med hvilket setpunkt? (Værdi forskellig fra $\cos\phi$ 1.0 skal aftales med elforsyningsvirksomheden).	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐ _____ $\cos\phi$ Induktiv ☐ Capacitiv ☐
---	--

B2.2.3.3. Spændingsregulering

Er spændingsreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 5.4.3 og 6.4.3 for hhv. Kategori C og Kategori D, aktiveret? (Må ikke aktiveres uden aftale med elforsyningsvirksomheden) Hvis Ja, med hvilket setpunkt?	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐ _____ kV
---	--

B2.2.4. PSS-funktion

Afsnittet skal kun udfyldes for **Kategori D**-anlæg.

Er PSS-funktionen aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐
-------------------------------------	--

B2.2.5. Beskyttelse

	Ja ☐
--	------------------------------------

Er der vedlagt en liste over beskyttelsesfunktioner og -indstillinger på idriftsættelsestidspunktet?	Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation	

B2.2.6. Overensstemmelsesprøvning

Er der vedlagt dokumentation for overensstemmelsesprøvning?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B2.2.7. Verificering af simuleringsmodel

Er der vedlagt verifikationsrapport for simuleringsmodellen?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B2.2.8. Underskrift

Dato:	
Installatørfirma:	
Idriftsættelsesansvarlig:	
Underskrift (idriftsættelsesansvarlig):	
Anlægsejer:	
Underskrift (anlægsejer):	