

December 2019

# Vejledning for nettilslutning af produktionsanlæg til lavspæn- dingsnettet ( $\leq 1$ kV)

Produktionsanlæg kategori A og B

Version 1.1

## VERSIONSLOG

| Version | Ændring                                                                               | Dato       |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1.0     | Oprettet ud fra de godkendte tekniske betingelser fra netselskaberne og Energinet     | 26-04-2019 |
| 1.1     | Bilag B1.2 og B2.1 er opdateret så det er tydeligere hvad der er dækket af EN50549-1. | 20-12-2019 |

## INDHOLDSFORTEGNELSE

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Versionslog.....</b>                                              | <b>2</b>  |
| <b>Indholdsfortegnelse .....</b>                                     | <b>3</b>  |
| <b>1. Indledning .....</b>                                           | <b>5</b>  |
| <b>2. Formål og administrative bestemmelser .....</b>                | <b>7</b>  |
| 2.1. Formål .....                                                    | 7         |
| 2.2. Afgrænsning.....                                                | 8         |
| 2.3. Klager over nettilslutning af produktionsanlæg .....            | 8         |
| 2.4. Sanktioner mod ikke overholdte krav.....                        | 8         |
| 2.5. Dispensation for kravene om nettilslutning .....                | 8         |
| 2.6. Fastsættelse af spændingsniveau og nettilslutningspunkt.....    | 9         |
| 2.7. Referencer.....                                                 | 9         |
| <b>3. Definitioner/Termer .....</b>                                  | <b>11</b> |
| 3.1. Forkortelser .....                                              | 11        |
| 3.2. Definitioner.....                                               | 13        |
| <b>4. Krav til produktionsanlæg i kategori A.....</b>                | <b>25</b> |
| 4.1. Tolerance over for frekvens- og spændingsafvigelser .....       | 25        |
| 4.2. Opstart og genindkobling af et produktionsanlæg.....            | 27        |
| 4.3. Regulering af aktiv effekt.....                                 | 27        |
| 4.4. Regulering af reaktiv effekt.....                               | 29        |
| 4.5. Beskyttelse .....                                               | 35        |
| 4.6. Elkvalitet.....                                                 | 39        |
| 4.7. Udveksling af information .....                                 | 44        |
| 4.8. Verifikation og dokumentation .....                             | 45        |
| <b>5. Krav til produktionsanlæg i kategori B.....</b>                | <b>48</b> |
| 5.1. Immunitet over for frekvens- og spændingsafvigelser .....       | 48        |
| 5.2. Opstart og genindkobling af et produktionsanlæg.....            | 53        |
| 5.3. Regulering af aktiv effekt.....                                 | 53        |
| 5.4. Regulering af reaktiv effekt.....                               | 56        |
| 5.5. Beskyttelse .....                                               | 62        |
| 5.6. Elkvalitet.....                                                 | 65        |
| 5.7. Udveksling af information .....                                 | 70        |
| 5.8. Verifikation og dokumentation .....                             | 72        |
| <b>Bilag 1 Dokumentation for produktionsanlæg i kategori A .....</b> | <b>75</b> |

|                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>B1.1. Dokumentation for produktionsanlæg i kategori A.....</i>          | <i>75</i> |
| <i>B1.2. Dokumentation for produktionsanlæg i kategori A.....</i>          | <i>78</i> |
| <b>Bilag 2 Dokumentation for produktionsanlæg i kategori B .....</b>       | <b>84</b> |
| <i>B2.1. Dokumentation for produktionsanlæg i kategori B (del 1) .....</i> | <i>84</i> |
| <i>B2.2. Dokumentation for produktionsanlæg i kategori B (del 2) .....</i> | <i>92</i> |

## 1. INDLEDNING

Denne vejledning beskriver krav til produktionsanlæg tilsluttet lavspændingsnettet. 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 A og B, da det kun er anlæg inden for disse kategorier, som kan tilsluttes i lavspændingsnettet. Større anlæg tilsluttes i mellem- og højspændingsnettet.

Krav til produktionsanlæg i kategori B findes også i ”Tekniske betingelser for nettilslutning af produktionsanlæg til mellem- og højspændingsnettet (> 1 kV)”, da nogle anlæg i kategori B er for store til at tilslutte i lavspændingsnettet.

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 og 5 indeholder krav til hhv. produktionsanlæg i kategori A og B. 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 A-anlæg, så skal man, foruden kapitel 2 og 3, kun læse kapitlet om kategori A-anlæg, samt bilaget der hører til. Tilsvarende er også gældende for kategori B-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 lavspænding, 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 2019 eller hvis anlægsejer har indgået en endelig 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\*\*

*(\*)Produktionsanlæg under 0,8kW er undtaget for kravene i afsnittene 4.1.2, 4.2, 4.3 og 4.4., som er krav fastsat i RfG'en.*

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

*\*\*Disse anlægskategorier er dækket af "Tekniske betingelser for nettilslutning af produktionsanlæg til mellem- og højspændingsnettet ( $\geq 1$  kV)".*

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 Forsyningstilsynet.

## 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 SPÆNDINGSNIVEAU OG NETTILSLUTNINGSPUNKT**

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 (Nyt på vej)

Elforsyningsloven

**DS/EN 50160:** Karakteristika for spændingen i offentlige elektricitetsforsyningsnet.

**prEN 50549-1:** Krav til generatoranlæg tilsluttet parallelt med distributionsnet - Del 1: Generatorer tilsluttet lavspændingsnet.

**DS/EN 60038:** IEC/CENELEC-standardspændingsniveauer.

**DS/EN 61000-3-2:** Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) - Del 3-2: Grænseværdier - Grænseværdier for emission af harmonisk strøm (indgangsstrøm til udstyret  $\leq 16$  A pr. fase).

**DS/EN 61000-3-3:** Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) - Del 3-3: Grænseværdier - Begrænsning af spændingsændringer, spændingsfluktuationer og flimmer i offentlige lavspændingsforsyningsnet for udstyr med mærkestrøm  $\leq 16$  A pr. fase og ikke underlagt regler om betinget tilslutning.

**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  $\leq 75$  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  $\leq 75$  A per fase.

**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.

### 2.7.2. Informative

**IEC/TR 61000-3-14:** Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-14: Assessment of emission limits for harmonics, interharmonics, voltage fluctuations and unbalance for the connection of disturbing installations to LV 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.

**DEFU Rekommandation 16:** Spændingskvalitet i lavspændingsnet.

### 3. DEFINITIONER/TERMER

#### 3.1. FORKORTELSER

##### 3.1.1. $\psi_k$

$\psi_k$  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. $d(\%)$

$d(\%)$  er betegnelsen for hurtige spændingsændringer. Nærmere definition, se afsnit 3.2.27.

##### 3.1.4. DK1

Vestdanmark. Nærmere definition, se 3.2.66.

##### 3.1.5. DK2

Østdanmark. Nærmere definition, se 3.2.68.

##### 3.1.6. $df/dt$

$df/dt$  er betegnelsen for frekvensændring. Nærmere definition, se afsnit 3.2.21.

##### 3.1.7. $f_{<}$

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

##### 3.1.8. $f_{>}$

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

##### 3.1.9. $f_{RO}$

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

##### 3.1.10. $I_h$

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

##### 3.1.11. $I_n$

$I_n$  er betegnelsen for nominel strøm. Nærmere definition, se afsnit 3.2.42.

##### 3.1.12. $I_Q$

$I_Q$  er betegnelsen for reaktiv tillægsstrøm. Nærmere definition, se afsnit 3.2.52.

##### 3.1.13. $k_u$

$k_u$  er betegnelsen for spændingsændringsfaktor. Spændingsændringsfaktoren beregnes som funktion af  $\psi_k$ .

#### 3.1.14. $P_n$

$P_n$  er betegnelsen for nominel aktiv effekt. Nærmere definition, se afsnit 3.2.39.

#### 3.1.15. $P_{lt}$

$P_{lt}$  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.

#### 3.1.16. $P_{st}$

$P_{st}$  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.

#### 3.1.17. PCC

Forkortelse for Point of Common Coupling, på dansk 'leveringspunkt'. Nærmere definition, se afsnit 3.2.36.

#### 3.1.18. PCI

Forkortelse for Point of Connection in Installation, på dansk 'installationstilslutningspunkt'. Nærmere definition, se afsnit 3.2.29.

#### 3.1.19. PCOM

Forkortelse for Point of Communication, på dansk 'kommunikationstilslutningspunkt'. PCOM er nærmere defineret i afsnit 3.2.32.

#### 3.1.20. $P_d$

$P_d$  er betegnelsen for design effekt. Nærmere definition, se afsnit 3.2.7.

#### 3.1.21. PF

Forkortelse for Power Factor, på dansk 'effektfaktor'. Nærmere definition, se afsnit 3.2.9.

#### 3.1.22. PGC

Forkortelse for Point of Generator Connection, på dansk 'generatortilslutningspunkt'. Nærmere definition, se afsnit 3.2.23.

#### 3.1.23. POC

Forkortelse for Point of Connection, på dansk 'nettilslutningspunkt'. POC er nærmere defineret i afsnit 3.2.38.

#### 3.1.24. PWHD

Forkortelse for Partial Weighted Harmonic Distortion, på dansk 'den partielt vægtede harmoniske forvrængning'. Nærmere definition, se afsnit 3.2.47.

#### 3.1.25. $Q_n$

$Q_n$  er betegnelsen for den nominelle reaktive effekt. Nærmere definition, se afsnit 3.2.40.

#### 3.1.26. $S_i$

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

#### 3.1.27. $S_k$

$S_k$  er betegnelsen for kortslutningseffekt. Nærmere definition, se afsnit 3.2.33.

**3.1.28.  $S_n$** 

$S_n$  er betegnelsen for den nominelle tilsyneladende effekt. Nærmere definition, se afsnit 3.2.43.

**3.1.29. SCR**

Forkortelse for Short-Circuit Ratio, på dansk 'kortslutningsforhold'. Nærmere definition, se afsnit 3.2.35.

**3.1.30. THD**

Forkortelse for Total Harmonic Distortion, på dansk 'den samlede harmoniske forvrængning'. Nærmere definition, se afsnit 3.2.64.

**3.1.31.  $U_c$** 

$U_c$  er betegnelsen for normal driftsspænding. Nærmere definition, se afsnit 3.2.44.

**3.1.32.  $U_h$** 

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

**3.1.33.  $U_n$** 

$U_n$  er betegnelsen for nominel spænding. Nærmere definition, se afsnit 3.2.41.

**3.1.34. UTC**

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

**3.1.35.  $Z_{net,h}$** 

$Z_{net,h}$  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 5.3.2.1.

**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 effekt størrelse kan ses nedenfor i tabel 3.1.

| Kategori A    | Kategori B                | Kategori C               | Kategori D |
|---------------|---------------------------|--------------------------|------------|
| $\leq 125$ kW | $> 125$ kW og $\leq 3$ MW | $> 3$ MW og $\leq 25$ MW | $> 25$ 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 og afsnit 5.4.3.

### 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. Design effekt ( $P_d$ )

Den maksimale aktive effekt et produktionsanlæg kan levere, samtidig med at produktionsanlægget leverer nominel reaktiv effekt.

### 3.2.8. Direkte koblet elproducerende anlæg

Et direkte koblet elproducerende anlæg er en asynkron generator, som er tilsluttet direkte til det kollektive elforsyningsnet, uden andet udstyr (fx inverter) imellem generatoren og det kollektive elforsyningsnet.

### 3.2.9. 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  $\varphi$ .

### 3.2.10. 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 og afsnit 5.4.2.

### 3.2.11. 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.

### 3.2.12. 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.

**3.2.13. Elproducerende enhed**

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

**3.2.14. 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.

**3.2.15. 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.

**3.2.16. Frakoble**

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

**3.2.17. 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.

**3.2.18. Frekvensafvigelse**

Når netfrekvensen kommer uden for området for normaldrift.

**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 og afsnit 5.3.1.

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

**3.2.20. 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:

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

**3.2.21. Frekvensændring**

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

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.

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

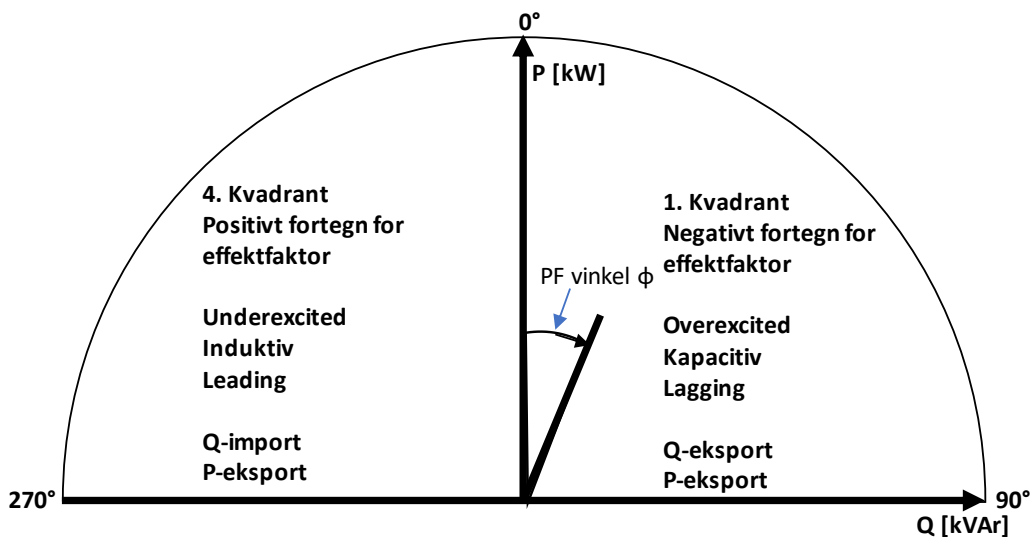
### 3.2.22. Generatorkonvention

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.



**3.2.23. 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.

**3.2.24. Genindkobling**

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

**3.2.25. Gradient-effektbegrænser**

En reguleringsfunktion for aktiv effekt, hvor den maksimale stigning/reduktion pr. tidsenhed (gradient) af den aktive effekt begrænses. Reguleringsfunktionen er nærmere beskrevet i afsnit 5.3.2.2.

**3.2.26. Harmoniske overtoner**

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

**3.2.27. Hurtig spændingsændring**

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

**3.2.28. Indkobling**

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

**3.2.29. Installationstilslutningspunkt (PCI)**

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

**3.2.30. 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.

**3.2.31. 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.

**3.2.32. Kommunikationstilslutningspunkt (PCOM)**

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

**3.2.33. Kortslutningseffekt ( $S_k$ )**

Størrelsen af den trefasede kortslutningseffekt i nettilslutningspunktet.

**3.2.34. Kortslutningseffekt elkvalitet ( $S_{k,elkvalitet}$ )**

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

**3.2.35. Kortslutningsforhold (SCR)**

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

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

**3.2.36. Leveringspunkt (PCC)**

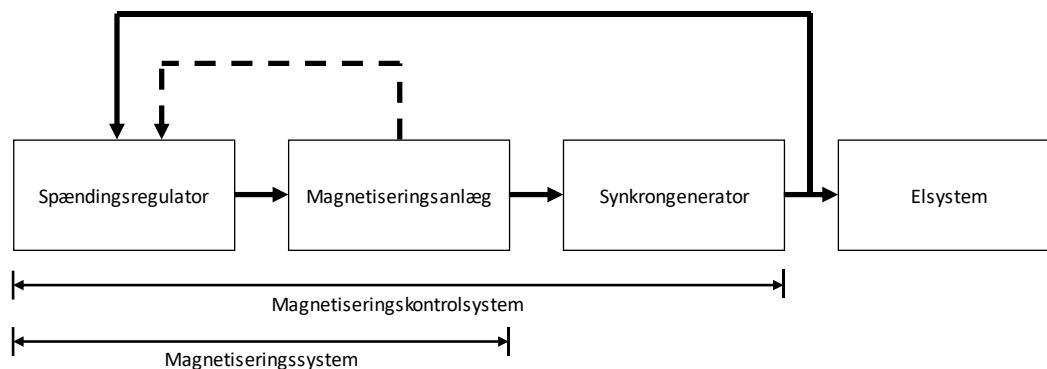
Det punkt i det kollektive elforsyningsnet, hvor forbrugere er, eller kan blive, tilsluttet.

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.

**3.2.37. 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.



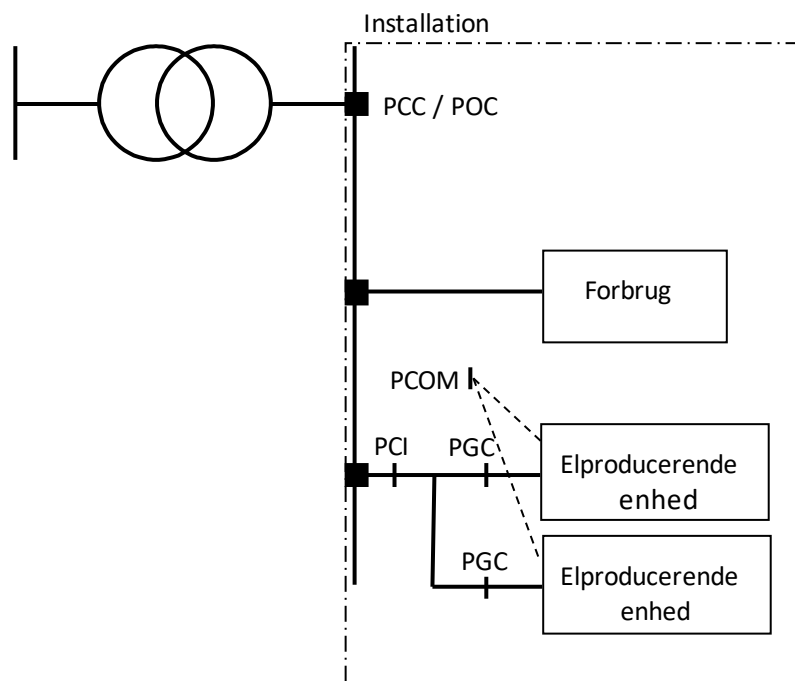
Figur 3.2 – Magnetiseringssystem for synkron generator.

**3.2.38. Nettilslutningspunkt (POC)**

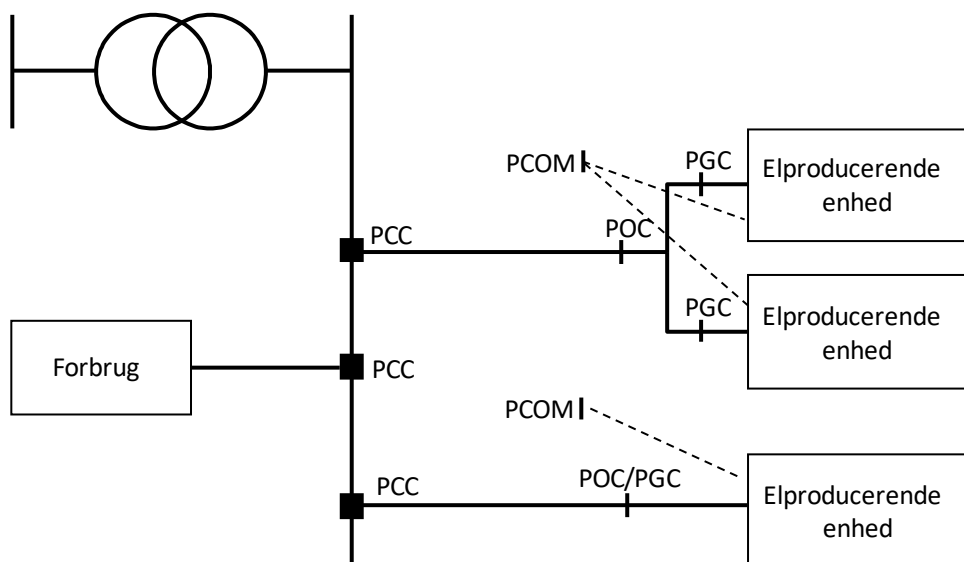
Det punkt i det kollektive elforsyningsnet, hvor et produktionsanlæg er tilsluttet, eller kan tilsluttes, se figur 3.3 og figur 3.4 for den typiske placering.

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).

#### **3.2.39. 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  $P_n$ .

#### **3.2.40. 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  $Q_n$ .

#### **3.2.41. 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  $U_n$ .

#### **3.2.42. Nominel strøm / mærkestrøm ( $I_n$ )**

Den maksimale kontinuerle 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  $I_n$ .

#### **3.2.43. 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  $S_n$ .

#### **3.2.44. 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.

#### **3.2.45. Normaldrift**

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

#### **3.2.46. Nødstrømsanlæg**

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

**3.2.47. 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<sub>I</sub>) eller RMS-spændinger (PWHd<sub>U</sub>).

**3.2.48. Positivlisten**

En eller flere lister med produktionsanlæg op til 50 kW, som er vurderet til at overholde kravene i denne vejledning. Listerne er med til at lette dokumentationen for nettilslutning af små produktionsanlæg for elforsyningsvirksomheder og aktører.

**3.2.49. 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.

**3.2.50. Q-regulering**

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

**3.2.51. Reaktiv effekt**

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

**3.2.52. 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”.

**3.2.53. 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.

**3.2.54. Signal**

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

**3.2.55. Spændingsdyk**

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

**3.2.56. 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 | Nominal 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.

**3.2.57. Spændingsregulering**

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

**3.2.58. Spændingsstatik**

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

Formel for spændingsstatik:

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

### 3.2.59. Spændingsubalance

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

### 3.2.60. 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.

### 3.2.61. Strømubalance

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

### 3.2.62. 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.

### 3.2.63. 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.

### 3.2.64. 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 ( $THD_U$ ).

### 3.2.65. Unormal drift

Drift i situationer med frekvens- eller spændingsafvigelser – det vil sige, drift uden for området for normaldrift (se afsnit 3.2.45).

### 3.2.66. Vestdanmark (DK1)

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

### 3.2.67. 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.

### 3.2.68. Østdanmark (DK2)

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



## 4. KRAV TIL PRODUKTIONSANLÆG I KATEGORI A

### 4.1. TOLERANCE OVER FOR FREKVENNS- OG SPÆNDINGSADFVIGELSER

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

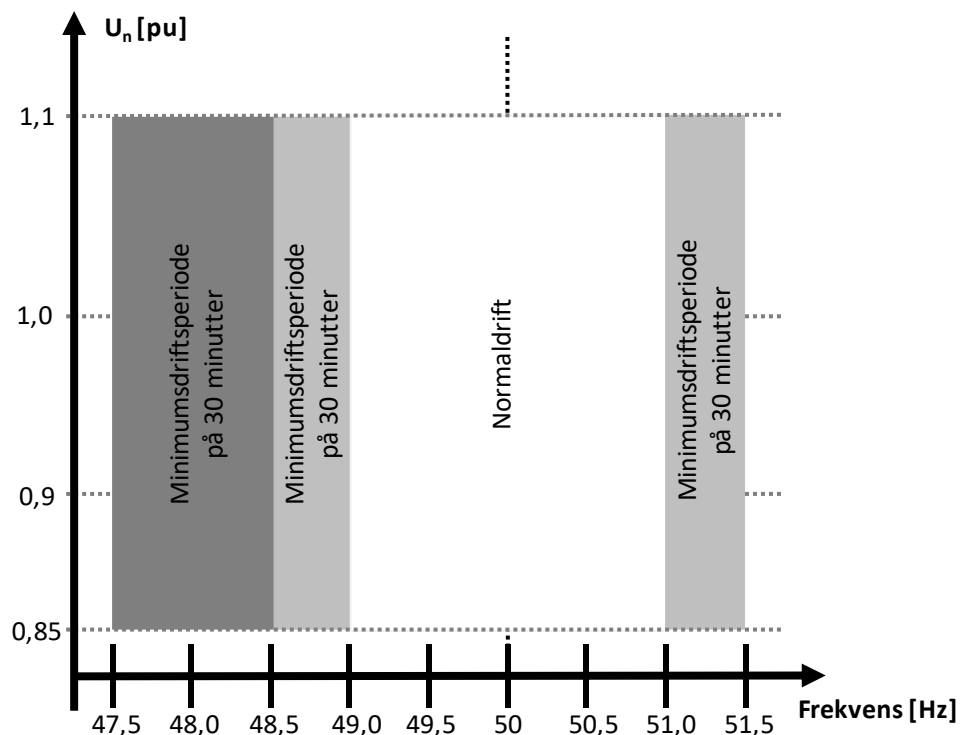
#### 4.1.1. Normaldrift

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

$U_n$  i nettilslutningspunktet (POC) er 230 V.

Et produktionsanlæg skal være i stand til at producere kontinuert, når spændingen i nettilslutningspunktet (POC) ligger inden for spændingsintervallet 85 % til 110 % af nominel spænding.

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

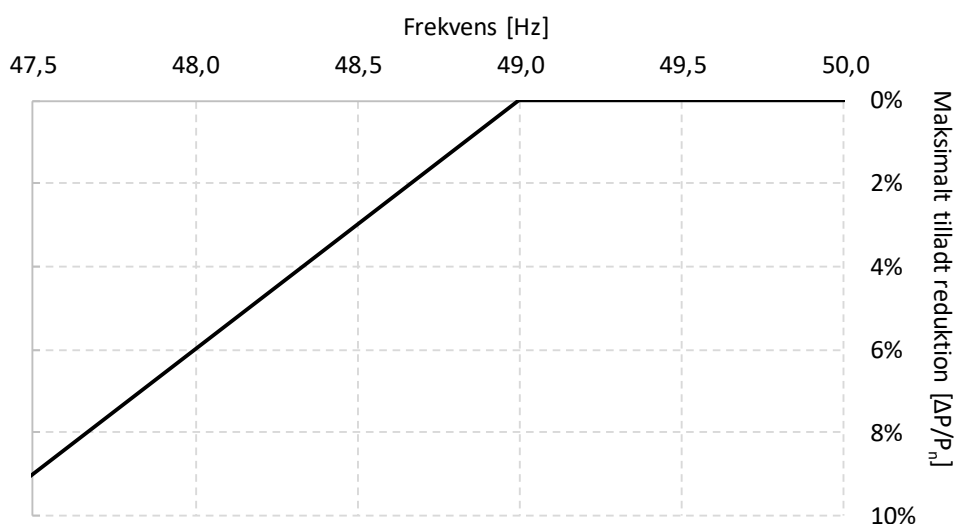
Produktionsanlægget skal kunne opretholde driften ved frekvensafvigelser i de tidsperioder som er specificeret på figur 4.1 uden at frakoble fra det kollektive elforsyningsnet.

##### 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 designes, så det ikke tager skade af spændingsafvigelser, som kan forekomme i de danske distributionsnet ved normaldrift og unormal drift. Med skade menes, at anlægget og komponenter i anlægget skal være designet, så de ikke lider varigt tab af funktionalitet forårsaget af spændingsafvigelser. Produktionsanlægget skal derfor overholde de krav, der stilles til immunitet jf. de relevante produktstandarder eller DS/EN 61000-6 serien.

##### 4.1.3.1. Tilladt reduktion af aktiv effekt ved underspænding

Når spændingen i nettilslutningspunktet ligger under 100% 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.

#### 4.2. OPSTART OG GENINDKOBLING AF ET PRODUKTIONSANLÆG

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

|                 | DK 1<br>(Vestdanmark) | DK 2<br>(Østdanmark) |
|-----------------|-----------------------|----------------------|
| Frekvensområde  | 47,5 Hz – 50,2 Hz     | 47,5 Hz – 50,5 Hz    |
| Spændingsområde | 85 % – 110 % $U_n$    | 85 % – 110 % $U_n$   |
| Observationstid | 3 minutter            | 3 minutter           |

Tabel 4.2 – 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

##### 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 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.

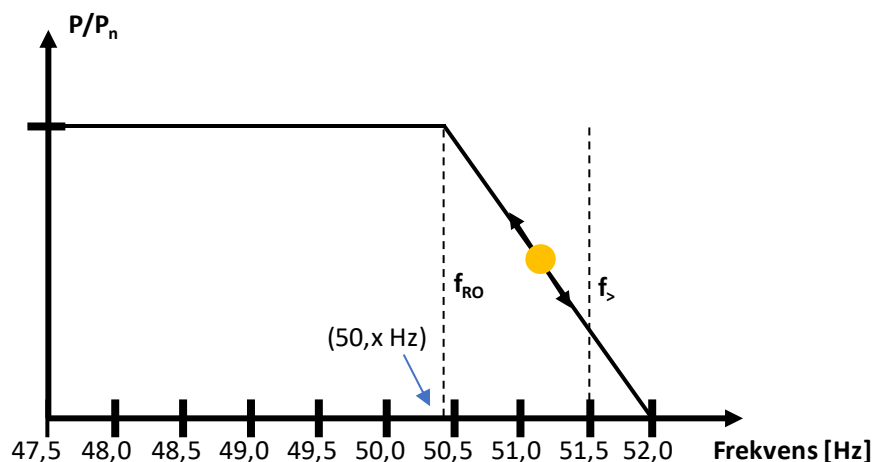
Hvis produktionsanlæggets naturlige forsinkelse (dødtid) for påbegyndelse af nedregulering er mindre end 500 ms, skal denne forlænges til 500 ms. Den ekstra forsinkelse påtrykkes kun ved overgangen til frekvensrespons, dvs. når frekvenstærsklen  $f_{RO}$  krydses.

#### 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 4.3, 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 4.3 – 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<br>(Vestdanmark) | DK 2<br>(Østdanmark) |
|-----------------------------|-----------------------|----------------------|
| Frekvenstærskel $f_{RO}$    | 50,2 Hz               | 50,5 Hz              |
| Statik                      | 5 %                   | 4 %                  |
| Tid til ø-drift-detektering | 500 ms                | 500 ms               |

**Tabel 4.3 – Standardindstillinger for frekvensrespons – overfrekvens for DK1 og DK2.**

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  $\pm 10$  mHz eller bedre.

#### 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.

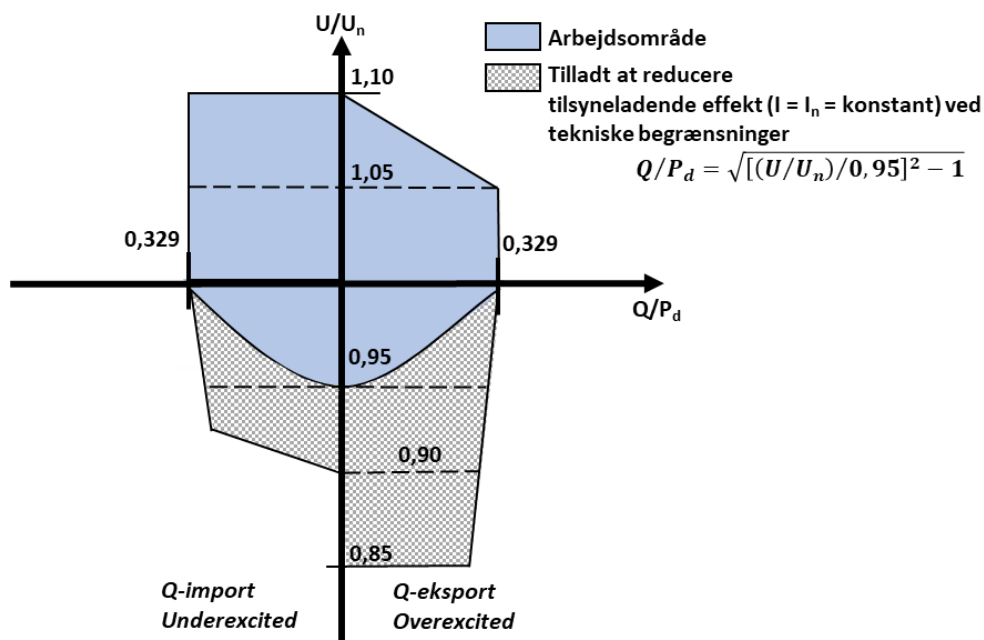
I tilfælde, hvor en eller flere elproducerende enheder i et produktionsanlæg er ude til revision, accepteres det, at produktionsanlæggets levering af reaktiv effekt reduceres pro rata i henhold til det antal elproducerende enheder, som er ude til revision.

##### 4.4.1. Arbejdsområde for reaktiv effekt

Evnen til levering af reaktiv effekt (arbejdsområdet) afhænger af typen af anlæg. Når et produktionsanlæg skal levere eller optage reaktiv effekt, er det tilladt at reducere produktionen af aktiv effekt for at overholde produktionsanlæggets nominelle tilsyneladende effekt. Reduktionen skal være så lille, som teknisk muligt.

##### 4.4.1.1. (a) Et synkront produktionsanlæg

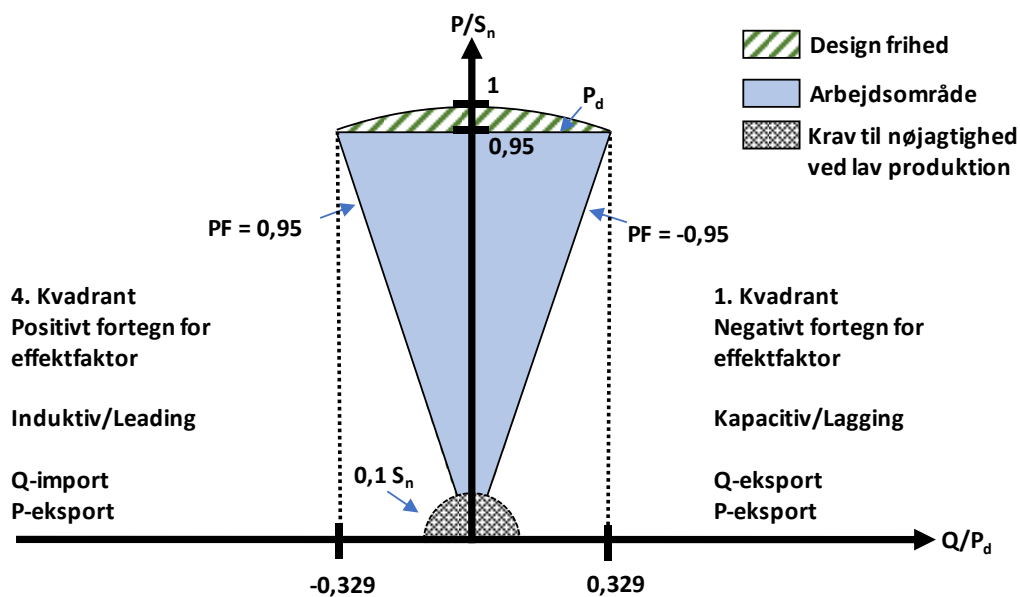
Et synkront produktionsanlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i generatortilslutningspunktet (PGC), som angivet i figur 4.4.



Figur 4.4 – Krav til levering af reaktiv effekt ved forskellige spændinger i generatortilslutningspunktet.

Et synkront produktionsanlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt, som angivet i figur 4.5.

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

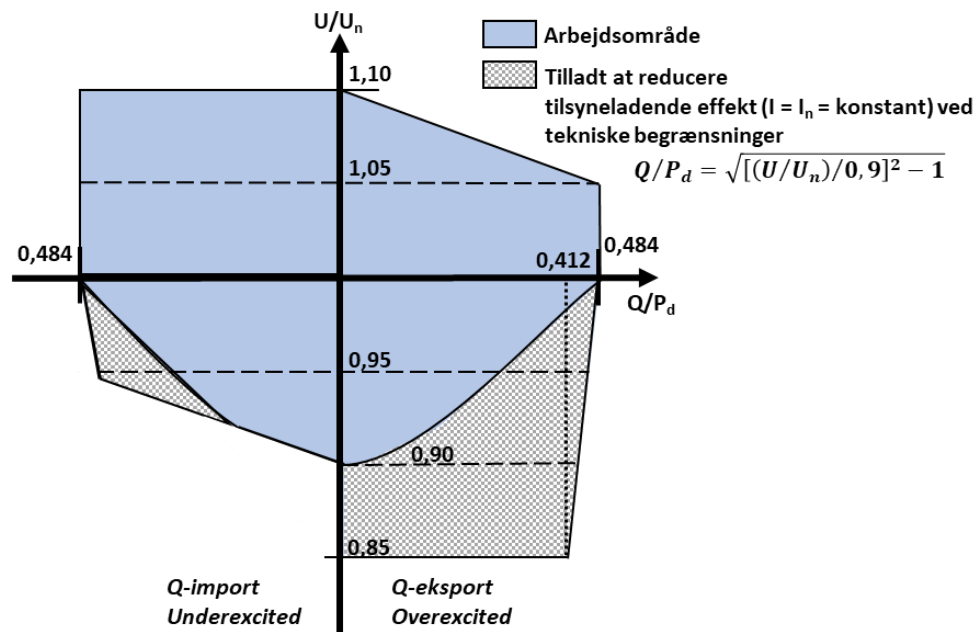


Figur 4.5 – Krav til levering af reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt.

Uden for det på figur 4.4 og figur 4.5 beskrevne arbejdsområde skal et synkront produktionsanlæg levere en stabil reaktiv effekt, som skal være i overensstemmelse med den valgte reguleringsform, og som kun må være begrænset af enhedens tekniske ydeevne, som fx mætning eller underkompensering.

#### 4.4.1.2. (b) Et elproducerende anlæg

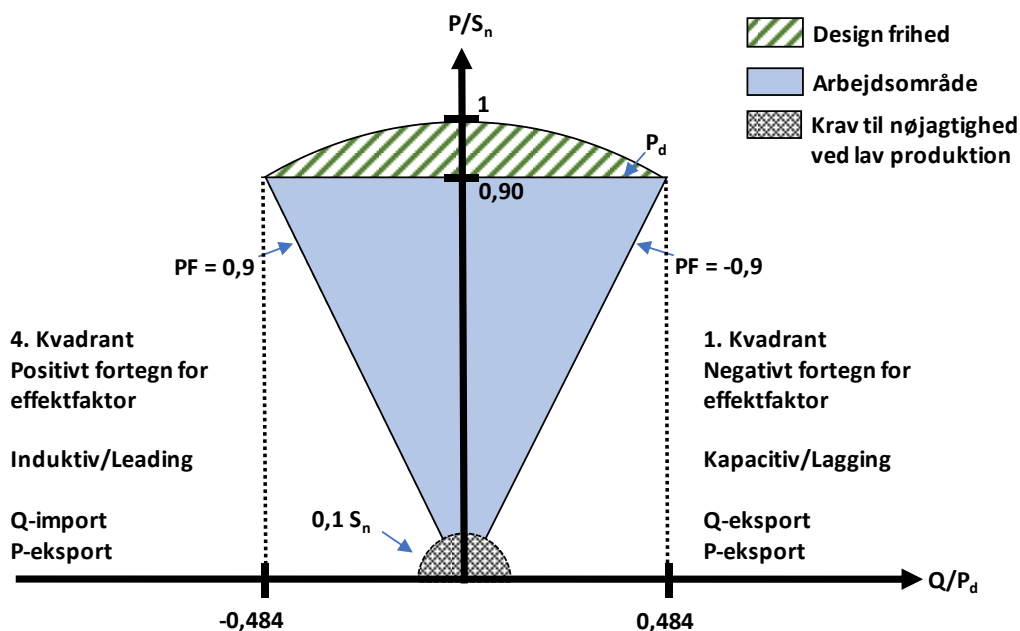
Et elproducerende anlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i generatortilslutningspunktet (PGC), som angivet i figur 4.6.



Figur 4.6 – Krav til levering af reaktiv effekt ved forskellige spændinger i generatortilslutningspunktet.

Et elproducerende anlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt, som angivet i figur 4.7.

For elproducerende anlæg hvor  $P_d$  er mindre end  $P_n$  er drift inden for området ”design frihed” tilladt. Produktionsanlægget må ikke levere en aktiv effekt som er større end  $P_n$ .



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

Uden for det på figur 4.6 og figur 4.7 beskrevne arbejdsområde, skal et elproducerende anlæg levere en stabil reaktiv effekt, som skal være i overensstemmelse med den valgte reguleringsform og som kun må være begrænset af enhedens tekniske ydeevne, som fx mætning eller underkompensering.

### Direkte koblede elproducerende anlæg

Elproducerende anlæg, som er direkte koblet, og som ikke kan regulere den reaktive effekt, er fritaget for de generelle krav til regulering af reaktiv effekt.

For direkte koblede elproducerende anlæg til og med 11 kW kræves, at anlægget producerer ved en effektfaktor på 0,95 eller bedre.

For direkte koblede elproducerende anlæg større end 11 kW kræves, at anlægget producerer ved en valgbar effektfaktor, som skal kunne vælges i intervallet 0,95 induktiv til 1. Kravet gælder ved nominel aktiv effekt. Effektfaktoren aftales med elforsyningsvirksomheden.

Hvis der benyttes passiv kompensering til at opfylde kravet til reaktiv effekt, må denne kun være indkoblet, når anlægget er indkoblet og i drift.

*Effektfaktoren aftales med elforsyningsvirksomheden i forbindelse med nettilslutning. Det er således muligt at benytte passiv korrektion af effektfaktoren (kondensator), samtidig med at elforsyningsvirksomheden sikres et minimum af kontrol over den reaktive effekt fra det elproducerende anlæg.*



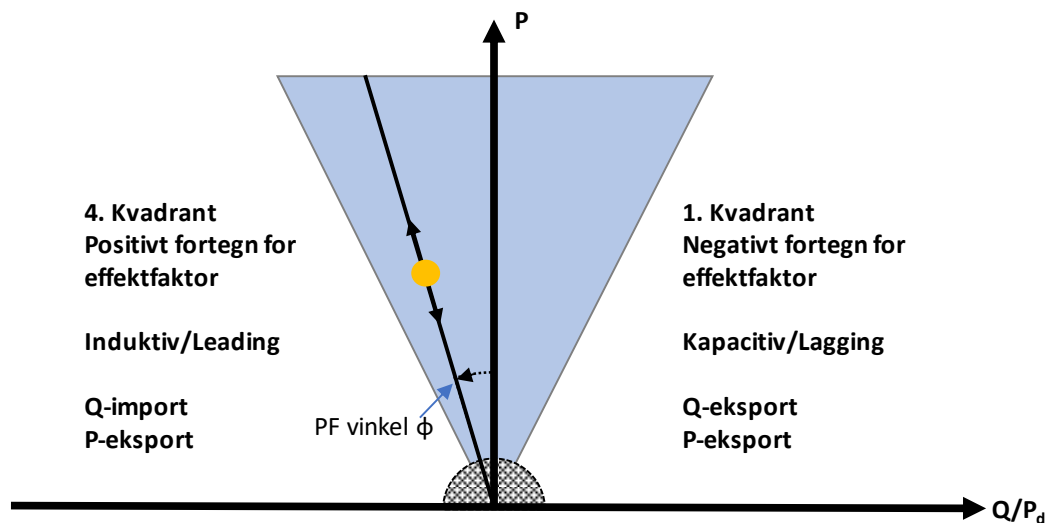
### Enfasede elproducerende anlæg

Enfasede produktionsanlæg til og med 3,68 kW er undtaget for krav om reguleringsfunktionerne 'automatisk effektfaktorregulering' (afsnit 4.4.3) og 'Q-regulering' (afsnit 4.4.4).

#### 4.4.2. Effektfaktorregulering

Et produktionsanlæg skal kunne udføre effektfaktorregulering, så den reaktive effekt kan reguleres ved hjælp af fast effektfaktor, se figur 4.8.

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



Figur 4.8 – Eksempel på effektfaktorregulering [ $\cos \phi$  setpunkt].

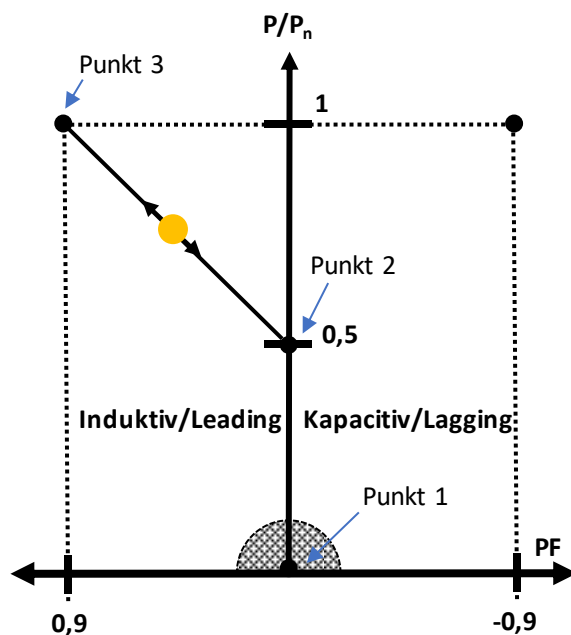
Et produktionsanlæg må ikke udveksle reaktiv effekt med det kollektive elforsyningsnet, medmindre andet er aftalt med elforsyningsvirksomheden. Dvs. produktionsanlægget skal producere ved en effektfaktor på 1 som standard.

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 4.9.

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



Figur 4.9 – Standardindstilling for automatisk effektfaktorregulering [ $\cos \varphi (P)$ ].

Standardindstillingerne for karakteristikken er angivet i tabel 4.4.

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

Tabel 4.4 - Punkter for karakteristikken.

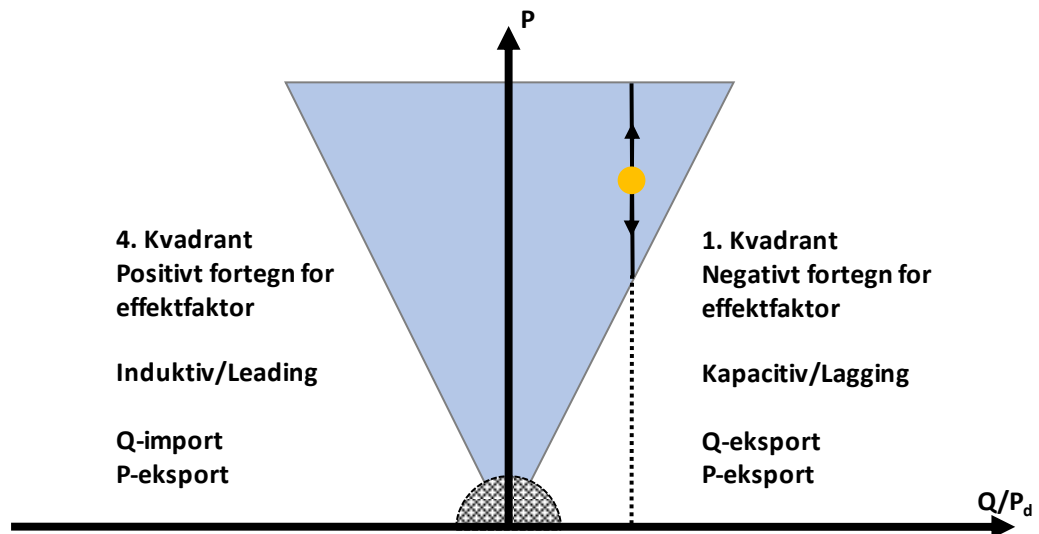
Aktiveringsniveauet for funktionen er normalt 105 % af  $U_n$ , og deaktiveringsniveauet er 100 % af  $U_n$ .

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 4.10.



Figur 4.10 – 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.

#### 4.5. 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 i dette dokument specificerede 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  $U_n$  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 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 4.5. Medmindre andet aftales med elforsyningsvirksomheden, anvendes standardværdierne i tabellen. Intervaller og opløsning er vejledende.

| Beskyttelsesfunktion      | Symbol    | Indstilling<br>(Interval / Opløsning) |       | Funktionstid<br>(Interval / Opløsning) |   |
|---------------------------|-----------|---------------------------------------|-------|----------------------------------------|---|
| Overspænding<br>(trin 2)  | $U_{\gg}$ | 1,0 – 1,3 / 0,01<br>Standard: 1,15    | $U_n$ | 0,1 – 5 / 0,05<br>Standard: 0,2        | s |
| Overspænding<br>(trin 1)  | $U_{>}$   | 1,0 – 1,2 / 0,01<br>Standard: 1,10    | $U_n$ | 0,1 – 100 / 0,1<br>Standard: 60        | s |
| Underspænding<br>(trin 1) | $U_{<}$   | 0,2 – 1,0 / 0,01<br>Standard: 0,85    | $U_n$ | 0,1 – 100 / 0,1<br>Standard: 50        | s |
| Overfrekvens              | $f_{>}$   | 50,0 – 52,0 / 0,1<br>Standard: 51,5   | Hz    | 0,1 – 5 / 0,05<br>Standard: 0,2        | s |
| Underfrekvens             | $f_{<}$   | 47,0 – 50,0 / 0,1<br>Standard: 47,5   | Hz    | 0,1 – 5 / 0,05<br>Standard: 0,2        | s |

Tabel 4.5 – Krav til alle produktionsanlæg uanset type.

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

Synkrone produktionsanlæg over 11 kW skal, udover de generelle beskyttelsesfunktioner og -indstillinger, også have de beskyttelsesfunktioner og indstillinger, der er angivet i tabel 4.6.

Synkront underspændingsrelæ er kun et krav i de tilfælde, hvor elforsyningsvirksomheden vurderer, at der er risiko for asynkron sammenkobling. 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     | $\leq 50$    | ms |
| Overstrøm (trin 2)**                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | $I_{>>}$     | Fastsættes af elforsyningsvirksomheden | A     | 50           | ms |
| Overstrøm (trin 1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | $I_{>}$      | 1,2                                    | $I_n$ | 2            | s  |
| <p>*) Hvis synkront underspændingsrelæ anvendes.<br/>           Synkront underspændingsrelæ: Indstillingen er afhængig af de lokale generator- og netdata. Den aktuelle indstilling beregnes af elforsyningsvirksomheden.<br/>           **) Hvis der ikke anvendes synkron underspændingsrelæ, anvendes generatorfabrikantens indstillinger for overstrømsbeskyttelse.</p> |              |                                        |       |              |    |

Tabel 4.6 – 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 mindst en af de i tabel 4.7 angivne funktioner til ø-drift-detektering. Medmindre andet aftales med elforsyningsvirksomheden anvendes standardværdierne i tabellen. Intervaller og opløsning er vejledende.

| Beskyttelsesfunktion    | Symbol   | Indstilling<br>(Interval / Opløsning) |       | Funktionstid<br>(Interval / Opløsning) |   |
|-------------------------|----------|---------------------------------------|-------|----------------------------------------|---|
| Underspænding (trin 2)* | $U_{<<}$ | 0,2 – 1 / 0,01<br>Standard: 0,80      | $U_n$ | 0,1 – 5 / 0,05<br>Standard: 0,2        | s |

| Beskyttelsesfunktion                      | Symbol | Indstilling<br>(Interval / Opløsning) |      | Funktionstid<br>(Interval / Opløsning) |   |
|-------------------------------------------|--------|---------------------------------------|------|----------------------------------------|---|
| Frekvensændring*                          | df/dt  | 0 – 3,5 / 0,1<br>Standard: ±2,5       | Hz/s | 0 – 5 / 0,01<br>Standard: 0,08         | S |
| *Mindst en af funktionerne skal anvendes. |        |                                       |      |                                        |   |

Tabel 4.7 – Krav til ø-drift-detektering.

#### 4.5.5. Jording

Forhold omkring jording af produktionsanlægget skal aftales med elforsyningsvirksomheden .

#### 4.6. ELKVALITET

Et produktionsanlæg skal overholde de krav til elkvalitet, som er angivet i europæiske standarder og kravene i dette afsnit. Der er forskellige standarder, alt efter hvilken effektstørrelse et produktionsanlæg har.

##### 4.6.1. Grænseværdier

Et produktionsanlæg skal overholde kravene beskrevet i afsnit 4.6.1.1 og afsnit 4.6.1.2.

Produktionsanlæg til og med 11 kW skal derudover overholde de krav, som stilles i DS/EN 61000-3-2 og DS/EN 61000-3-3. Disse internationale standarder omhandler bl.a. flicker, hurtige spændingsændringer og harmoniske overtoner.

Produktionsanlæg over 11 kW til og med 50 kW skal derudover overholde de krav, som stilles i DS/EN 61000-3-11 og DS/EN 61000-3-12. Disse internationale standarder omhandler bl.a. flicker, hurtige spændingsændringer og harmoniske overtoner.

Produktionsanlæg over 50 kW skal derudover overholde de krav og grænseværdier, som stilles i afsnit 4.6.1.3 til 4.6.1.7. Disse afsnit omhandler bl.a. flicker, hurtige spændingsændringer og harmoniske overtoner.

*De grænseværdier, der er i denne vejledning i afsnit 4.6.1.3 til 4.6.1.7 er baseret på DEFU rapport RA 557 og principperne i IEC/TR 61000-3-14.*

##### 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. Strømubalance

Et produktionsanlæg må højst have 16 A i strømubalance indbyrdes mellem de tre faser.

Produktionsanlæg over 11 kW skal være balanceret 3-faset, dvs. være designet til at levere den samme strøm på alle 3 faser samtidig.

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

Kravet er fastsat med baggrund i Fællesregulativet og internationale standarder. Det er i Danmark tilladt at tilslutte enfasede enheder med nominel strøm op til 16 A, og mange internationale standarder benytter 16 A per fase, som grænseværdi for de enheder, der omfattes af standarderne.

De internationale standarder, som omhandler ubalance, ser på spændingsubalance. Da det er mere kompliceret at dokumentere overholdelse af krav til spændingsubalance, er det valgt udelukkende at stille krav til strømubalance for produktionsanlæg tilsluttet lavspænding. Krav om strømubalance er lettere at dokumentere, bl.a. fordi de ikke afhænger af kortslutningseffekten i nettilslutningspunktet.

#### 4.6.1.3. Hurtige spændingsændringer

Et produktionsanlæg må ikke forårsage hurtige spændingsændringer større end den grænseværdi, der er angivet i tabel 4.8.

Grænseværdi

$d(\%) = 4 \%$

Tabel 4.8 – Grænseværdi for hurtige spændingsændringer i procent af  $U_n$ .

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 61000-3-14.



#### 4.6.1.4. Flicker

Et produktionsanlæg må ikke forårsage flickerbidrag, der er højere end grænseværdierne for kort- og langtidsflicker, som angivet i tabel 4.9.

|                                                                                                                       | Korttidsflicker ( $P_{st}$ ) | Langtidsflicker ( $P_{lt}$ ) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Grænseværdi                                                                                                           | 0,35/0,45/0,55*              | 0,25/0,30/0,40*              |
| *Grænseværdierne gælder, hvis der allerede er tilsluttet hhv. 4+/2/1 produktionsanlæg under samme transformerstation. |                              |                              |

Tabel 4.9 – 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 61000-3-14.

#### 4.6.1.5. Harmoniske overtoner

Et produktionsanlæg må ikke emitte harmoniske strømme højere end grænseværdierne i tabel 4.10 for de enkelte harmoniske overtoner, som er angivet i procent af anlæggets nominelle strøm, ( $I_h/I_n$  (%)). Grænseværdierne afhænger af forholdet SCR mellem et produktionsanlægs nominelle tilsyneladende effekt og kortslutningseffekten i produktionsanlæggets nettilslutningspunkt.

| SCR  | Ulige harmonisk orden h |      |     |     |     |     |      | Lige harmoniske orden h |     |     |     |     |     |
|------|-------------------------|------|-----|-----|-----|-----|------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | 3                       | 5    | 7   | 9   | 11  | 13  | 15   | 2                       | 4   | 6   | 8   | 10  | 12  |
| <33  | 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 |
| ≥33  | 3,5                     | 4,1  | 2,7 | 0,5 | 1,3 | 0,7 | 0,37 | 0,5                     | 0,5 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| ≥66  | 3,9                     | 5,2  | 3,4 | 0,6 | 1,8 | 1,0 | 0,43 | 0,5                     | 0,5 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| ≥120 | 4,6                     | 7,1  | 4,6 | 0,8 | 2,5 | 1,5 | 0,5  | 0,5                     | 0,5 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| ≥250 | 6,3                     | 11,6 | 7,3 | 1,3 | 4,4 | 2,7 | 0,8  | 0,5                     | 0,5 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| ≥350 | 7,5                     | 15,0 | 9,5 | 1,6 | 5,7 | 3,7 | 1,0  | 0,5                     | 0,5 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,5 |

Tabel 4.10 – 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 4.11.

| SCR  | THD <sub>I</sub> | PWHD <sub>I</sub> |
|------|------------------|-------------------|
| <33  | 4,4              | 4,4               |
| ≥33  | 4,7              | 4,7               |
| ≥66  | 6,1              | 6,1               |
| ≥120 | 8,4              | 8,4               |
| ≥250 | 13,8             | 13,8              |
| ≥350 | 18,0             | 18,0              |

Tabel 4.11 – Grænseværdier for THD<sub>I</sub> og PWHD<sub>I</sub> i strøm (% af I<sub>n</sub>) .

Kravene til enkelte harmoniske, THD<sub>I</sub> og PWHD<sub>I</sub>, 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 61000-3-14.

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 grænseværdierne angivet i strømme for alle interharmoniske overtoner, som er angivet i tabel 4.12.

| SCR                                   | Frekvens (Hz) |        |                   |
|---------------------------------------|---------------|--------|-------------------|
|                                       | 75 Hz         | 125 Hz | > 175 Hz          |
| <33                                   | 0,4           | 0,6    | $\frac{75}{f}^*$  |
| ≥33                                   | 0,5           | 0,7    | $\frac{83}{f}^*$  |
| ≥66                                   | 0,6           | 0,8    | $\frac{104}{f}^*$ |
| ≥120                                  | 0,7           | 1,1    | $\frac{139}{f}^*$ |
| ≥250                                  | 1,2           | 1,8    | $\frac{224}{f}^*$ |
| ≥350                                  | 1,5           | 2,3    | $\frac{289}{f}^*$ |
| *Dog ikke mindre end målesikkerheden. |               |        |                   |

Tabel 4.12 – 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 61000-3-14.

#### 4.6.1.7. Forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz

Et produktionsanlæg skal overholde grænseværdien angivet i strøm i tabel 4.13 for alle 200 Hz frekvensgrupper mellem 2 kHz og 9 kHz.

| Grænseværdi |
|-------------|
| 0,2 %       |

Tabel 4.13 – Grænseværdi i strøm angivet som procent af  $I_n$  for alle frekvenser mellem 2 kHz og 9 kHz.

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,  $S_{k,elkvalitet}$  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. Elforsyningsvirksomheden forpligtelser

Elforsyningsvirksomheden har ansvaret for at fastsætte emissionsgrænser i nettilslutningspunktet.

Elforsyningsvirksomheden skal oplyse kortslutningsniveauet  $S_{k,elkvalitet}$  med tilhørende impedansvinkel  $\psi_k$  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 jævnfør 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 med henblik på at kunne standse produktionen af aktiv effekt. Produktionen skal være standset, senest 5 sekunder efter at kommando herom er modtaget.

| Signalbetegnelse | Signal type |
|------------------|-------------|
| Stopsignal       | Kommando    |

| Signalbetegnelse                   | Signal type |
|------------------------------------|-------------|
| Holdesignal – ”Frigivet til start” | Kommando    |

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

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

Det aftales med elforsyningsvirksomheden om anlægget skal kunne fjernstyres.

*Informationsudvekslingen kan leveres via en klemmerække eller via en RTU efter aftale med elforsyningsvirksomheden.*

#### 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

Hvis et produktionsanlæg/enhed ikke er på positivlisten, skal følgende dokumentation indsendes til elforsyningsvirksomheden:

- CE-overensstemmelseserklæring
- Beskyttelsesfunktioner
- Elkvalitet
- Udfyldt bilag B1.1 og B1.2 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.

##### 4.8.2. Krav til dokumentation (på positivlisten)

Når et produktionsanlæg er på positivlisten, skal bilag B1.1 indsendes til elforsyningsvirksomheden før idriftsættelsen.

- Udfyldt bilag B1.1 med anlægsindstillinger for reguleringsfunktioner og beskyttelse.

Hvis alle produktionsenheder i et produktionsanlæg over 50 kW og til og med 125 kW er på positivlisten, så skal følgende dokumentation indsendes til elforsyningsvirksomheden:

- Elkvalitet (beregning)
- Udfyldt bilag B1.1 med anlægsindstillinger for reguleringsfunktioner og beskyttelse.

*Positivlisten er en liste med produktionsanlæg til og med 50 kW, som på forhånd er vurderet til at overholde kravene i denne vejledning. Da produktionsanlæggene allerede er vurderet på forhånd, kan anlægsejer eller tredjepart nøjes med at indsende en mere begrænset dokumentation til elforsyningsvirksomheden.*

#### 4.8.3. Optagelse på positivlisten

For at blive optaget på positivlisten, skal følgende dokumentation sendes til [positivlisten@danskenergi.dk](mailto:positivlisten@danskenergi.dk).

- CE-overensstemmelseserklæring
- Beskyttelsesfunktioner
- Elkvalitet
- Udfyldt bilag B1.2 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.

For yderligere information og vejledning henvises til <http://www.danskenergi.dk/positivlisten>.

**CE-overensstemmelseserklæring**

Der skal leveres en CE-overensstemmelseserklæring for de enkelte hovedkomponenter. Er der tale om en enkelt produktionsenhed, skal der leveres CE-overensstemmelseserklæring for produktionsenheden. CE-overensstemmelseserklæringen skal indeholde en liste over de relevante standarder, normer, og direktiver, som komponenten eller enheden overholder.

**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.

For produktionsanlæg over 50 kW skal der foretages en elkvalitetsberegning, der viser, at emissionen fra produktionsanlægget er under grænseværdierne i afsnit 4.6, som skal indsendes sammen med bilag B1.2.

**Udfyldning af bilag**

Med et udfyldt bilag B1.2 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, tests mv.

Er produktionsanlægget optaget på positivlisten, er det tilstrækkeligt at udfylde bilag B1.1 uden vedhæftning af yderligere teknisk dokumentation.

## 5. KRAV TIL PRODUKTIONSANLÆG I KATEGORI B

### 5.1. IMMUNITET OVER FOR FREKVENSS- OG SPÆNDINGSAFVIGELSER

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

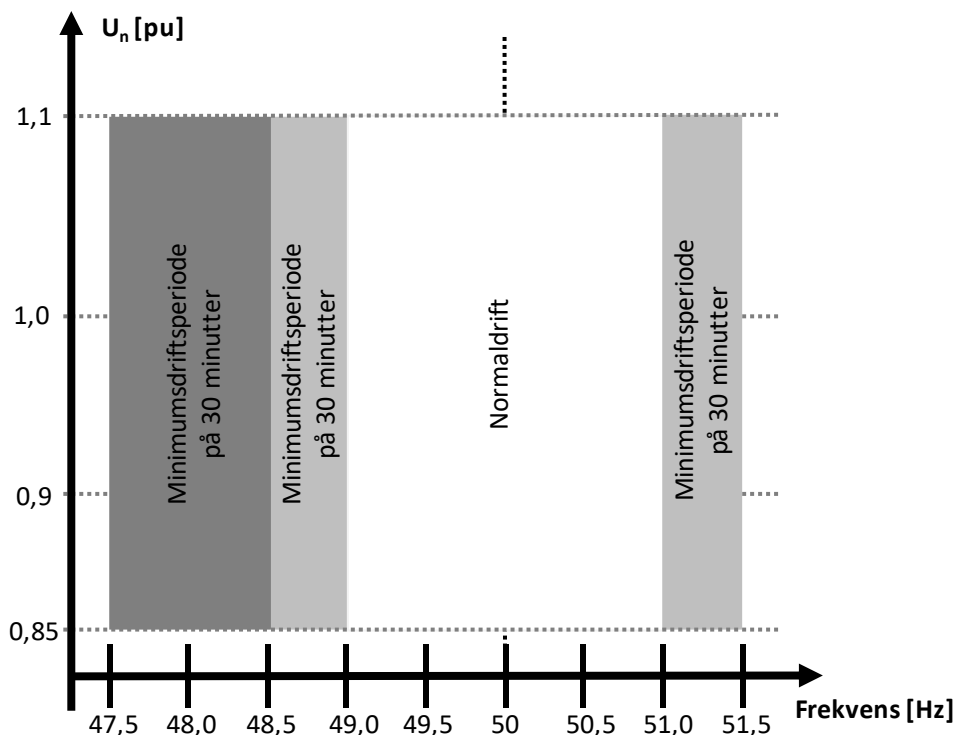
#### 5.1.1. Normaldrift

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

$U_n$  i nettilslutningspunktet (POC) er 230 V.

Et produktionsanlæg skal være i stand til at producere kontinuert, når spændingen i nettilslutningspunktet (POC) ligger inden for spændingsintervallet 85 % til 110 % af nominel spænding.

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

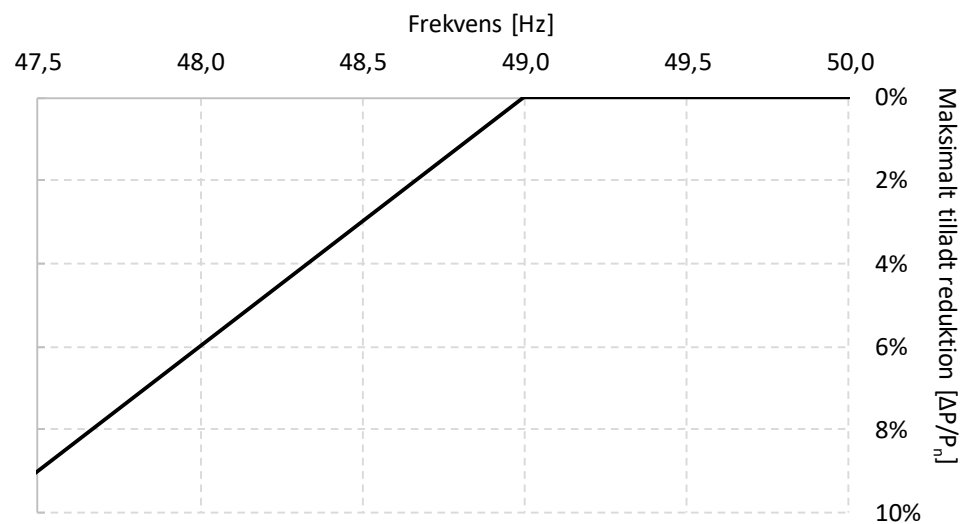
Produktionsanlægget skal kunne opretholde driften ved frekvensafvigelser i de tidsperioder som er specificeret på figur 5.1 uden at frakoble fra det kollektive elforsyningsnet.

#### 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 figur 5.4.



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. Tilladt reduktion af aktiv effekt ved underspænding

Når spændingen i nettilslutningspunktet ligger under 100% 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 spændingsstigninger

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

| Spænding         | Varighed |
|------------------|----------|
| $1,15 \cdot U_n$ | 60 s     |
| $1,20 \cdot U_n$ | 5 s      |

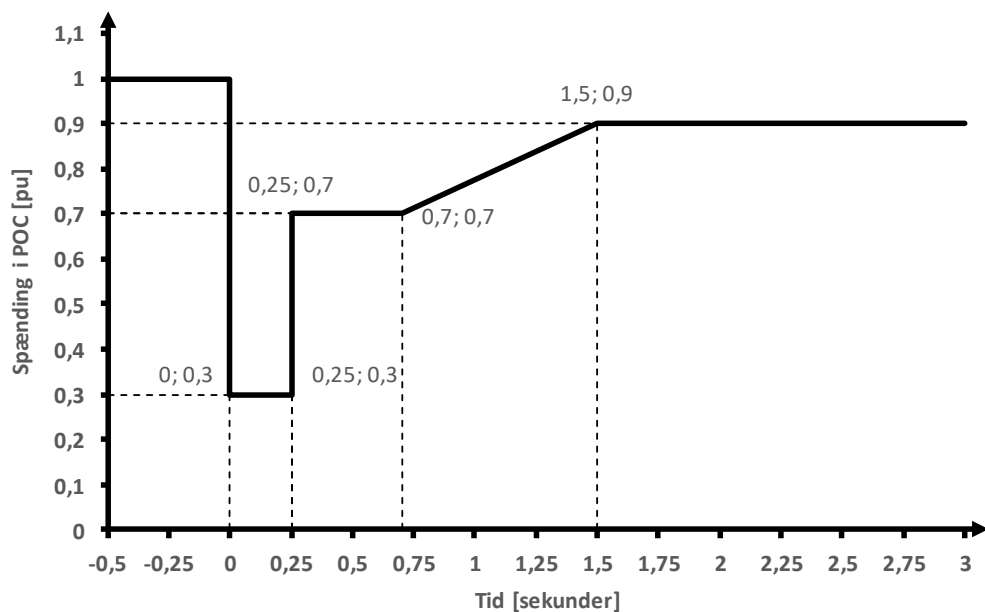
Tabel 5.2 – Robusthed over for spændingsstigninger.

#### 5.1.3.3. Robusthed over for spændingsdyk

##### (a) Synkrone 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.

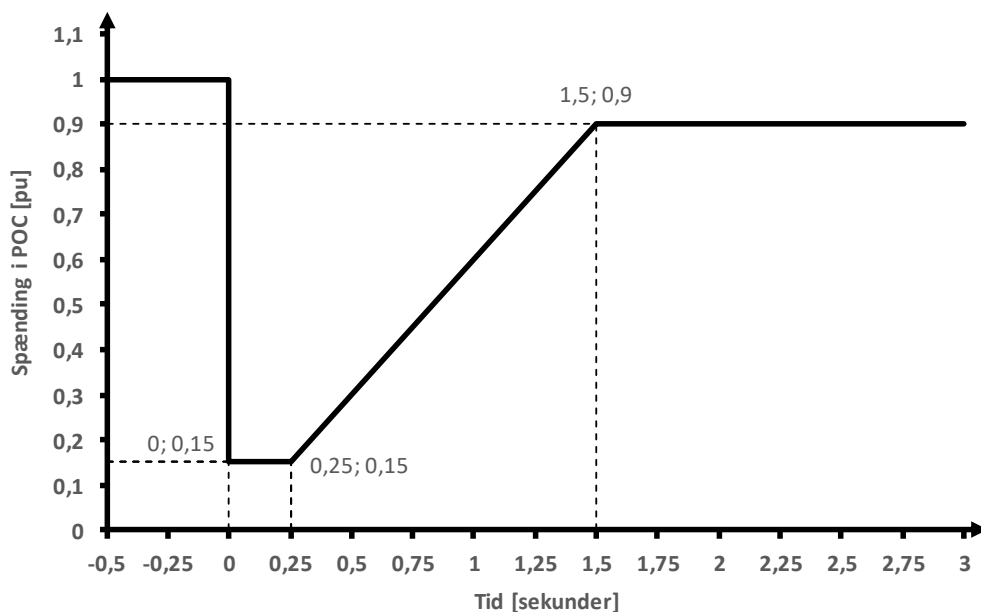
Et synkront produktionsanlæg skal kunne genoprette den normale produktion af aktiv effekt efter en fejl, hurtigst muligt efter at spændingen og frekvensen er inden for normaldriftsområdet igen jf. afsnit 5.1.1. Produktionsanlæggets naturlige evne til at genoprette produktionen af aktiv effekt må ikke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

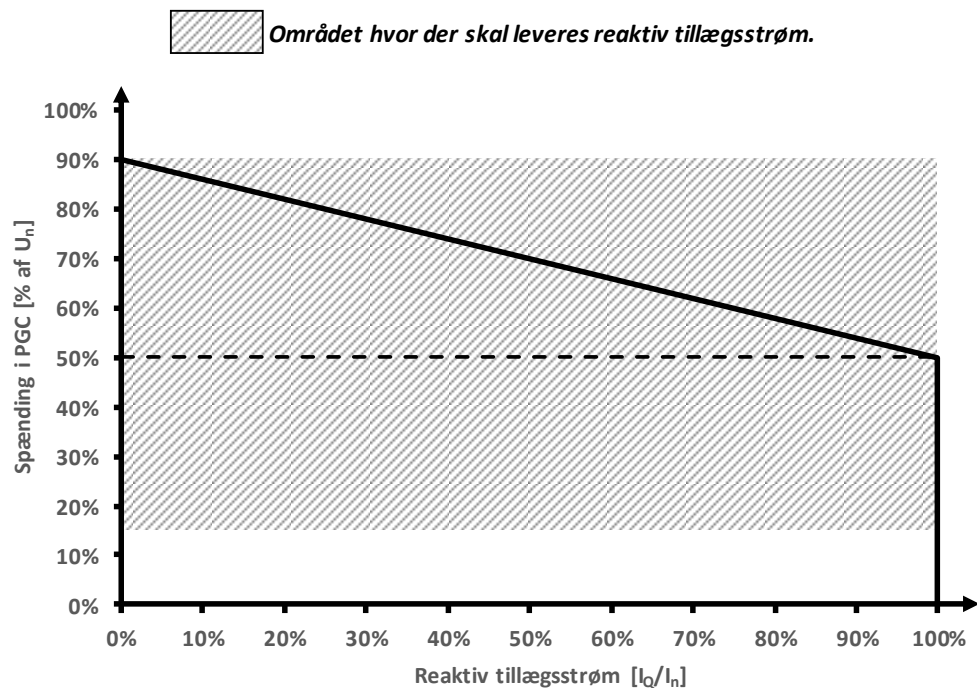
Et elproducerende anlæg skal kunne levere en reaktiv tillægsstrøm,  $I_Q$ , i generatortilslutningspunktet i tilfælde af en symmetrisk fejl (trefaset fejl) for at opretholde spændingsstabilitet i nettet under og efter en fejl.

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 den reaktive 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  $U_n$ , se skraverede område på figur 5.5.



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

## 5.2. OPSTART OG GENINDKOBLING AF ET PRODUKTIONSANLÆG

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

|                 | DK 1<br>(Vestdanmark) | DK 2<br>(Østdanmark) |
|-----------------|-----------------------|----------------------|
| Frekvensområde  | 47,5 Hz – 50,2 Hz     | 47,5 Hz – 50,5 Hz    |
| Spændingsområde | 85 % – 110 % $U_n$    | 85 % – 110 % $U_n$   |
| 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.

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  $\emptyset$ -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.*

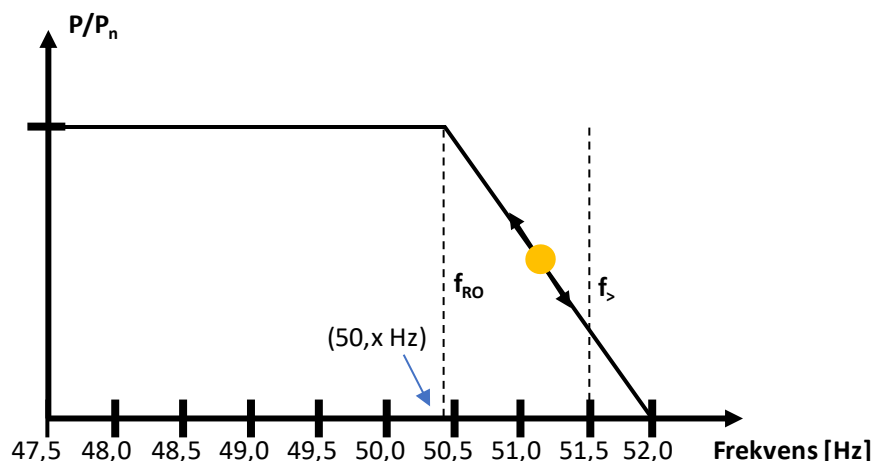
*Hvis produktionsanlæggets naturlige forsinkelse (dødtid) for påbegyndelse af nedregulering er mindre end 500 ms, skal denne forlænges til 500 ms. Den ekstra forsinkelse påtrykkes kun ved overgangen til frekvensrespons, dvs. når frekvenstærsklen  $f_{RO}$  krydses.*

#### 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 5.9, 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<br>(Vestdanmark) | DK 2<br>(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 afvigelse på <5 % af nominel aktiv effekt eller bedre målt over en periode på 1 minut.

Frekvensen skal måles med en nøjagtighed på  $\pm 10$  mHz eller bedre.

### 5.3.2. Begrænsningsfunktioner

#### 5.3.2.1. 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.

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

#### 5.3.2.2. 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  $P_n/\text{min}$ . 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.*

#### 5.3.2.3. 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.

#### 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 1% af  $S_n$  eller bedre for effekter og 0,01 eller bedre for effektfaktor.

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



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

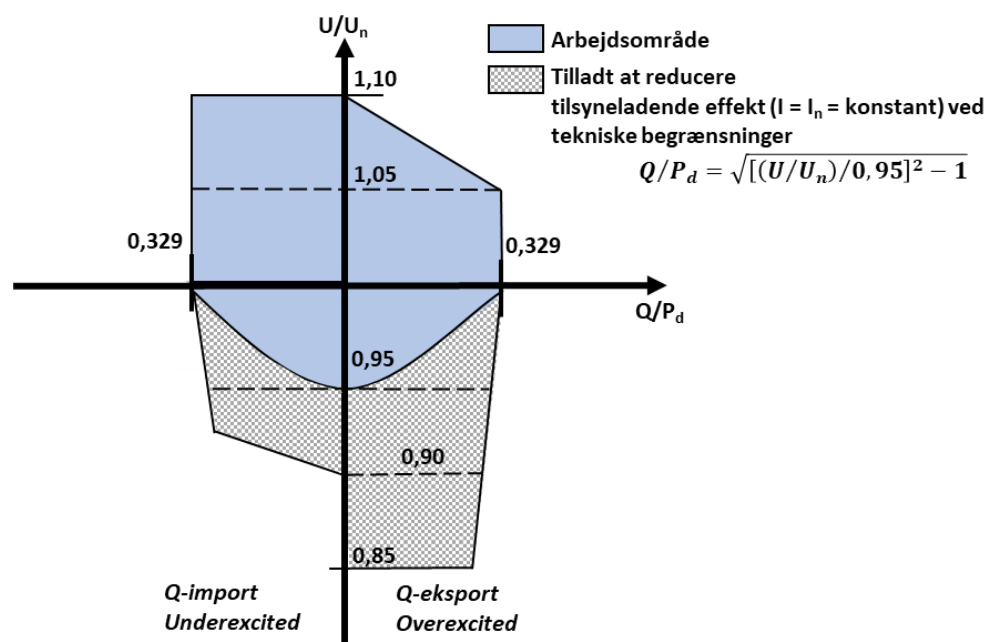
I tilfælde, hvor en eller flere elproducerende enheder i et elproducerende anlæg er ude til revision, accepteres det, at det elproducerende anlægs levering af reaktiv effekt reduceres pro rata i henhold til det antal elproducerende enheder, som er ude til revision.

#### 5.4.1. Arbejdsområde for reaktiv effekt

Evnen til levering af reaktiv effekt (arbejdsområdet) afhænger af typen af anlæg. Når et produktionsanlæg skal levere eller optage reaktiv effekt, er det tilladt at reducere produktionen af aktiv effekt for at overholde produktionsanlæggets nominelle tilsyneladende effekt. Reduktionen skal være så lille, som teknisk muligt.

##### 5.4.1.1. (a) Et synkront produktionsanlæg

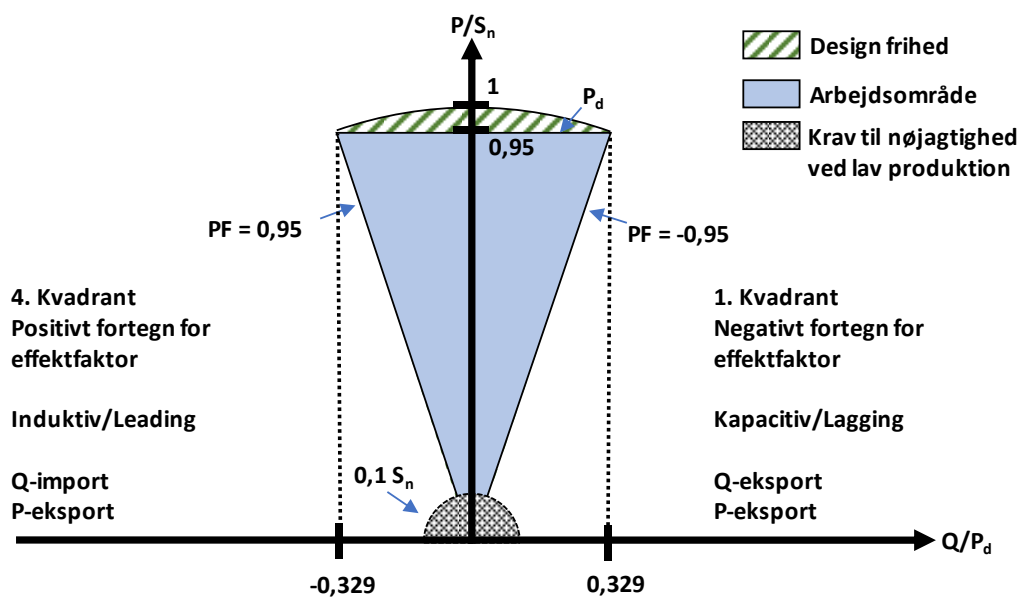
Et synkront produktionsanlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i nettilslutningspunktet (POC), som angivet i figur 5.7.



Figur 5.7 – Krav til levering af reaktiv effekt ved forskellige spændinger i nettilslutningspunktet.

Et synkront produktionsanlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt, som angivet i figur 5.8.

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

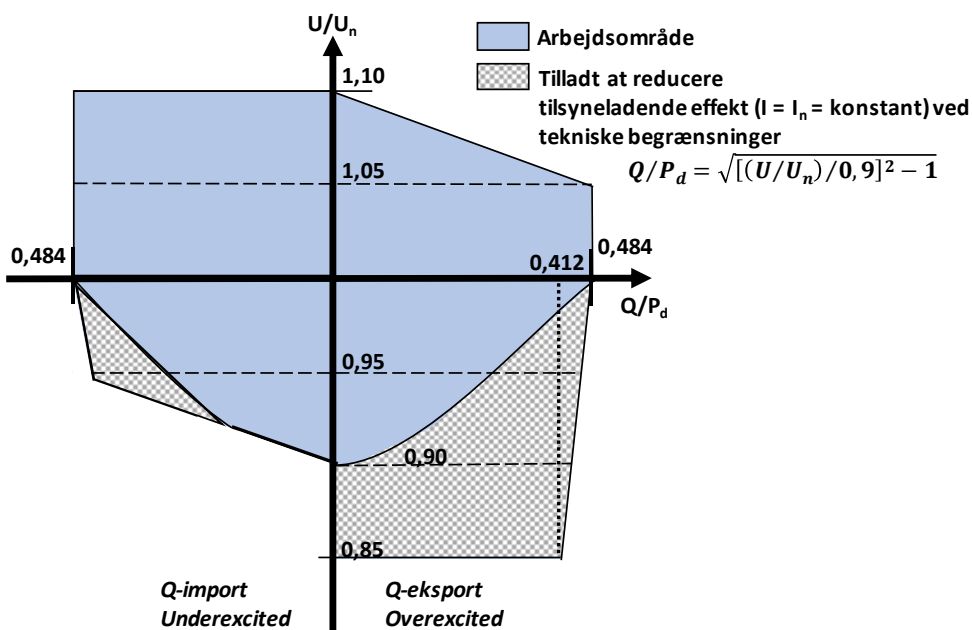


Figur 5.8 – Krav til levering af reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt.

Uden for det på figur 5.7 og figur 5.8 beskrevne arbejdsområde skal et synkront produktionsanlæg levere en stabil reaktiv effekt, som skal være i overensstemmelse med den valgte reguleringsform, og som kun må være begrænset af enhedens tekniske ydeevne, som fx mætning eller underkompensering.

#### 5.4.1.2. (b) Et elproducerende anlæg

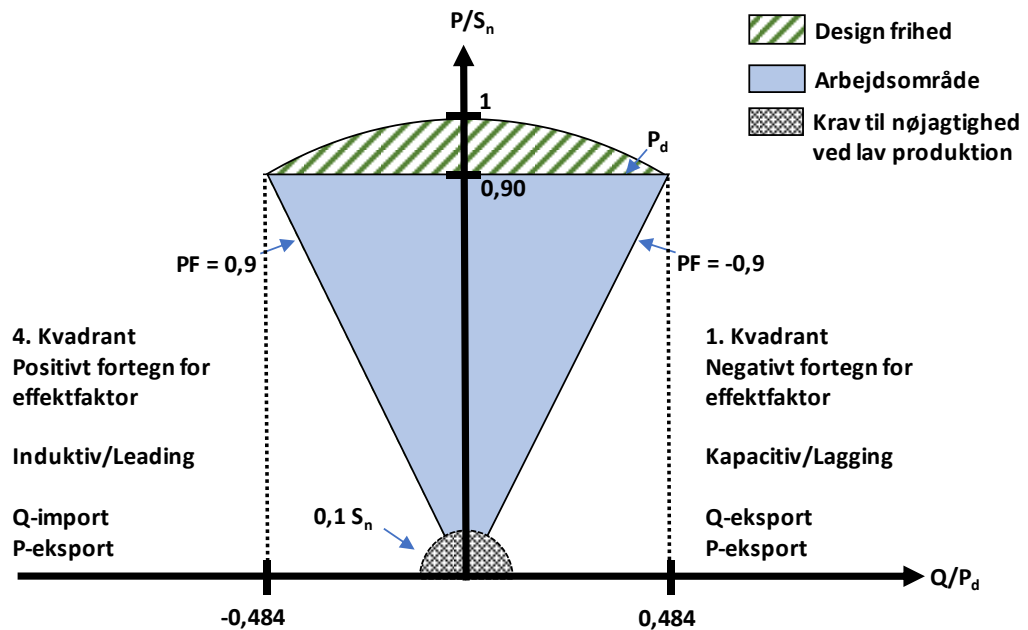
Et elproducerende anlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i nettilslutningspunktet (POC), som angivet i figur 5.9.



Figur 5.9 – Krav til levering af reaktiv effekt ved forskellige spændinger i nettilslutningspunktet.

Et elproducerende anlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt, som angivet i figur 5.10.

For elproducerende anlæg hvor  $P_d$  er mindre end  $P_n$  er drift inden for området ”design frihed” tilladt. Produktionsanlægget må ikke levere en aktiv effekt som er større end  $P_n$ .



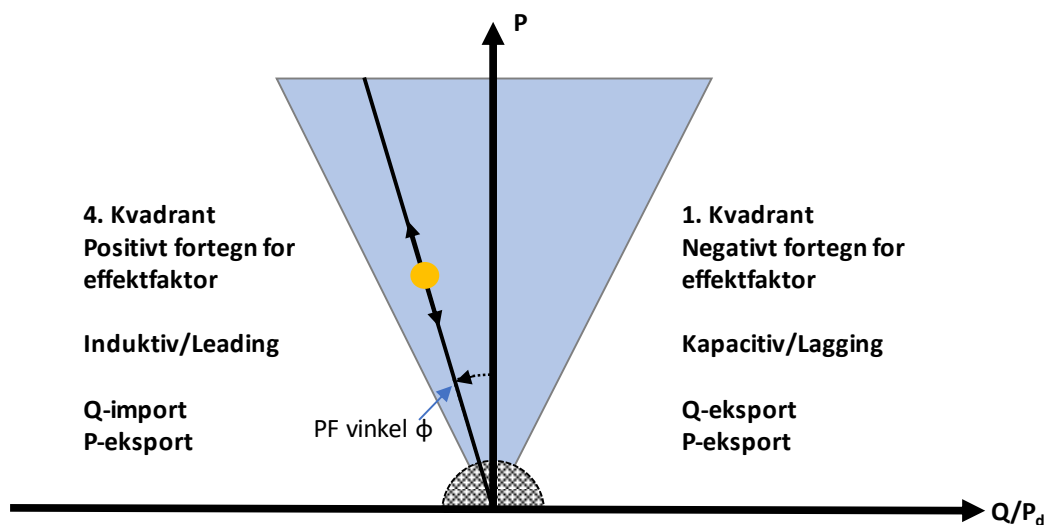
Figur 5.10 – Krav til levering af reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt.

Uden for det på figur 5.9 og figur 5.10 beskrevne arbejdsområde skal et elproducerende anlæg levere en stabil reaktiv effekt, som skal være i overensstemmelse med den valgte reguleringsform, og som kun må være begrænset af enhedens tekniske ydeevne, som fx mætning eller underkompensering.

#### 5.4.2. Effektfaktorregulering

Et produktionsanlæg skal kunne udføre effektfaktorregulering, så den reaktive effekt kan reguleres ved hjælp af fast effektfaktor, se figur 5.11.

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



Figur 5.11 – Eksempel på effektfaktorregulering [ $\cos \phi$  setpunkt].

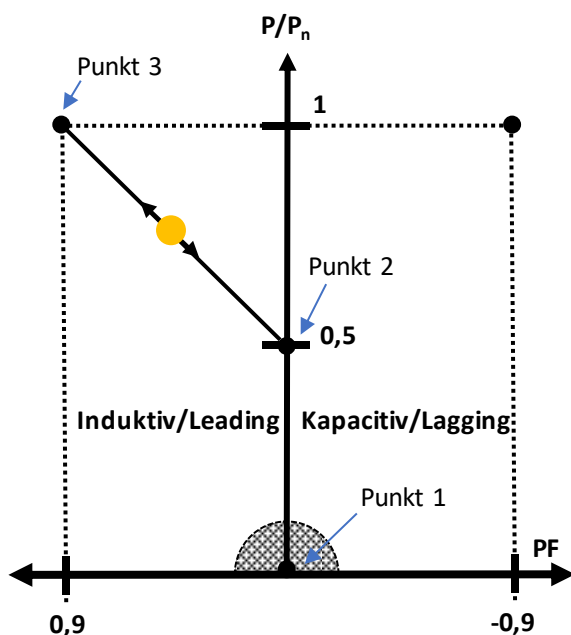
Et produktionsanlæg må ikke udveksle reaktiv effekt med det kollektive elforsyningsnet, medmindre andet er aftalt med elforsyningsvirksomheden. Dvs. produktionsanlægget skal producere ved en effektfaktor på 1 som standard.

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

#### 5.4.3. Automatisk effektfaktorregulering

Et produktionsanlæg skal kunne udføre automatisk effektfaktorregulering, som vist på figur 5.12.

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



Figur 5.12 – Standardindstilling for automatisk effektfaktorregulering [ $\cos \varphi (P)$ ].

Standardindstillingerne for karakteristikken er angivet i tabel 5.5.

| Punkter for karakteristikken |                  |              |
|------------------------------|------------------|--------------|
| Punkt                        | P/P <sub>n</sub> | Effektfaktor |
| 1                            | 0,0              | 1,0          |
| 2                            | 0,5              | 1,0          |
| 3                            | 1                | 0,9 ind      |

Tabel 5.5 - Punkter for karakteristikken.

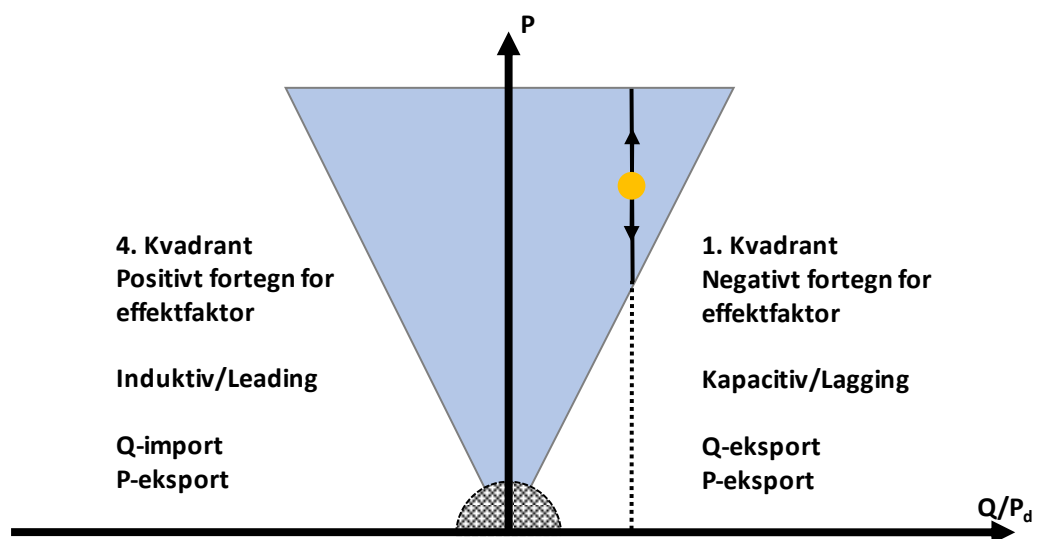
Aktiveringsniveauet for funktionen er normalt 105 % af U<sub>n</sub>, og deaktiveringsniveauet er 100 % af U<sub>n</sub>.

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.

#### 5.4.4. Q-regulering

Et produktionsanlæg skal kunne udføre Q-regulering, som vist på figur 5.13.



Figur 5.13 – 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.

### **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 i dette dokument specificerede 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  $U_n$  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 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

Et produktionsanlæg beskyttelsesfunktioner, som vist i tabel 5.6. Medmindre andet aftales med elforsyningsvirksomheden, anvendes standardværdierne i tabellen. Intervaller og opløsning er vejledende.

| Beskyttelsesfunktion      | Symbol   | Indstilling<br>(Interval / Opløsning) |       | Funktionstid<br>(Interval / Opløsning) |   |
|---------------------------|----------|---------------------------------------|-------|----------------------------------------|---|
| Overspænding<br>(trin 2)  | $U_{>>}$ | 1,0 – 1,3 / 0,01<br>Standard: 1,15    | $U_n$ | 0,1 – 5 / 0,05<br>Standard: 0,2        | s |
| Overspænding<br>(trin 1)  | $U_{>}$  | 1,0 – 1,2 / 0,01<br>Standard: 1,10    | $U_n$ | 0,1 – 100 / 0,1<br>Standard: 60        | s |
| Underspænding<br>(trin 1) | $U_{<}$  | 0,2 – 1,0 / 0,01<br>Standard: 0,85    | $U_n$ | 0,1 – 100 / 0,1<br>Standard: 50        | s |
| Overfrekvens              | $f_{>}$  | 50,0 – 52,0 / 0,1<br>Standard: 51,5   | Hz    | 0,1 – 5 / 0,05<br>Standard: 0,2        | s |
| Underfrekvens             | $f_{<}$  | 47,0 – 50,0 / 0,1<br>Standard: 47,5   | Hz    | 0,1 – 5 / 0,05<br>Standard: 0,2        | s |

Tabel 5.6 – Krav til alle produktionsanlæg uanset type.

#### 5.5.3.1. (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 5.7.

Synkront underspændingsrelæ er kun et krav i de tilfælde, hvor elforsyningsvirksomheden vurderer, at der er risiko for asynkron sammenkobling. 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  |
| <p>*) Hvis synkront underspændingsrelæ anvendes.<br/> Synkront underspændingsrelæ: Indstillingen er afhængig af de lokale generator- og netdata. Den aktuelle indstilling beregnes af elforsyningsvirksomheden.<br/> **) Hvis der ikke anvendes synkront underspændingsrelæ, anvendes generatorfabrikantens indstillinger for overstrømsbeskyttelse.</p> |              |                                        |       |              |    |

Tabel 5.7 – Yderligere beskyttelsesindstillinger for synkrone produktionsanlæg.

#### 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 5.8 angivne funktioner til ø-drift-detektering. Medmindre andet aftales med elforsyningsvirksomheden, anvendes standardværdien i tabellen. Intervaller og opløsning er vejledende.

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

Tabel 5.8 – 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.

### 5.6.1. Grænseværdier

Et produktionsanlæg skal overholde kravene beskrevet i de følgende afsnit.

*Grænseværdierne i denne vejledning i afsnit 5.6.1.1 til 0 er baseret på DEFU rapport RA 557 og principperne i IEC/TR 61000-3-14.*

#### 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. Strømubalance

Produktionsanlægget skal være balanceret 3-faset.

#### 5.6.1.3. Hurtige spændingsændringer

Et produktionsanlæg må ikke forårsage hurtige spændingsændringer større end den grænseværdi, der er angivet i tabel 5.9.

**Grænseværdi**

$d(\%) = 4 \%$

**Tabel 5.9 – Grænseværdi for hurtige spændingsændringer i procent af  $U_n$ .**

*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 61000-3-14.*

#### 5.6.1.4. Flicker

Et produktionsanlæg må ikke forårsage flickerbidrag, der er højere end grænseværdierne for kort- og langtidsflicker, som angivet i tabel 5.10.

|                                                                                                                       | Kortidsflicker ( $P_{st}$ ) | Langtidsflicker ( $P_{lt}$ ) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Grænseværdi                                                                                                           | 0,35/0,45/0,55*             | 0,25/0,30/0,40*              |
| *Grænseværdierne gælder, hvis der allerede er tilsluttet hhv. 4+/2/1 produktionsanlæg under samme transformerstation. |                             |                              |

Tabel 5.10 – 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 61000-3-14.

#### 5.6.1.5. Harmoniske overtoner

Et produktionsanlæg må ikke emitte harmoniske strømme højere end grænseværdierne i tabel 5.11 for de enkelte harmoniske overtoner, som er angivet i procent af anlæggets nominelle strøm, ( $I_h/I_n$  (%)). Grænseværdierne afhænger af forholdet SCR mellem et produktionsanlægs nominelle tilsyneladende effekt og kortslutningseffekten i produktionsanlæggets nettilslutningspunkt.

| SCR  | Ulige harmonisk orden h |      |     |     |     |     |      | Lige harmoniske orden h |     |     |     |     |     |
|------|-------------------------|------|-----|-----|-----|-----|------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | 3                       | 5    | 7   | 9   | 11  | 13  | 15   | 2                       | 4   | 6   | 8   | 10  | 12  |
| <33  | 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 |
| ≥33  | 3,5                     | 4,1  | 2,7 | 0,5 | 1,3 | 0,7 | 0,37 | 0,5                     | 0,5 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| ≥66  | 3,9                     | 5,2  | 3,4 | 0,6 | 1,8 | 1,0 | 0,43 | 0,5                     | 0,5 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| ≥120 | 4,6                     | 7,1  | 4,6 | 0,8 | 2,5 | 1,5 | 0,5  | 0,5                     | 0,5 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| ≥250 | 6,3                     | 11,6 | 7,3 | 1,3 | 4,4 | 2,7 | 0,8  | 0,5                     | 0,5 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| ≥350 | 7,5                     | 15,0 | 9,5 | 1,6 | 5,7 | 3,7 | 1,0  | 0,5                     | 0,5 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,5 |

 Tabel 5.11 – 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 5.12.

| SCR  | THD <sub>I</sub> | PWHD <sub>I</sub> |
|------|------------------|-------------------|
| <33  | 4,4              | 4,4               |
| ≥33  | 4,7              | 4,7               |
| ≥66  | 6,1              | 6,1               |
| ≥120 | 8,4              | 8,4               |
| ≥250 | 13,8             | 13,8              |
| ≥350 | 18,0             | 18,0              |

Tabel 5.12 – Grænseværdier for THD<sub>I</sub> og PWHD<sub>I</sub> i strøm (% af I<sub>n</sub>) .

Kravene til enkelte harmoniske, THD<sub>I</sub> og PWHD<sub>I</sub>, 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 61000-3-14.

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.

Tripple harmoniske er tilføjet ud fra forholdet for grænseværdierne i DS/EN 50160. Tripple 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 tripple 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.

#### 5.6.1.6. Interharmoniske overtoner

Et produktionsanlæg skal overholde grænseværdierne angivet i strømme for alle interharmoniske overtoner, som er angivet i tabel 5.13.

| SCR                                   | Frekvens (Hz) |        |                   |
|---------------------------------------|---------------|--------|-------------------|
|                                       | 75 Hz         | 125 Hz | > 175 Hz          |
| <33                                   | 0,4           | 0,6    | $\frac{75}{f}^*$  |
| ≥33                                   | 0,5           | 0,7    | $\frac{83}{f}^*$  |
| ≥66                                   | 0,6           | 0,8    | $\frac{104}{f}^*$ |
| ≥120                                  | 0,7           | 1,1    | $\frac{139}{f}^*$ |
| ≥250                                  | 1,2           | 1,8    | $\frac{224}{f}^*$ |
| ≥350                                  | 1,5           | 2,3    | $\frac{289}{f}^*$ |
| *Dog ikke mindre end målesikkerheden. |               |        |                   |

Tabel 5.13 – 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 61000-3-14.

#### 5.6.1.7. Forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz

Et produktionsanlæg skal overholde grænseværdien angivet i strøm i tabel 4.13 for alle 200 Hz frekvensgrupper mellem 2 kHz og 9 kHz.

| Grænseværdi |
|-------------|
| 0,2 %       |

Tabel 5.14 – Grænseværdi i strøm angivet som procent af  $I_n$  for alle frekvenser mellem 2 kHz og 9 kHz.

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

### 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,  $S_{k,elkvalitet}$  i nettilslutningspunktet.

*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  $S_{k,elkvalitet}$  med tilhørende impedansvinkel  $\psi_k$  i nettilslutningspunktet.

#### 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.

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.

#### 5.7.1. Krav til tidsstempling og opdateringstid

Informationsudveksling skal tidsstemples. Tidsstemplingen skal have følgende opdateringstider.

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

#### 5.7.2. 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 5.14 – 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.

#### 5.7.3. 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                 |
| Holdesignal – ”Frigivet til start” | Kommando                 |
| Absolut effektbegrænser            | Setpunkt                 |
| Absolut effektbegrænser            | Aktiveret/ikke aktiveret |
| Afbryderindikering                 | Status                   |

| Signalbetegnelse             | Signal type                     |
|------------------------------|---------------------------------|
| 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 5.15 – Krav til information, som et produktionsanlæg 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 5.2, og ”Frigivet til start” er modtaget.

## 5.8. 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.

### 5.8.1. Krav til dokumentation

- CE-overensstemmelseserklæring
- Beskyttelsesfunktioner
- Enstregsskema
- Elkvalitet
- Tolerance overfor spændingsdyk



- Udfyldt bilag **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** med teknisk dokumentation, der understøtter svarene afgivet i bilaget.
- Udfyldt bilag B2.2.

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 5.8.2 og 5.8.3.

#### 5.8.2. 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.

#### 5.8.3. 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 **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** 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. Tekniske dokumentation kan være en testrapport, produktcertifikat, manual, simulering mv.

## BILAG 1 DOKUMENTATION FOR PRODUKTIONSANLÆG I KATEGORI A

### B1.1. Dokumentation for produktionsanlæg i kategori A

Dokumentationen udfyldes med data for produktionsanlægget og sendes til elforsyningsvirksomheden.

#### B1.1.1. Identifikation

|                             |                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anlæg:                      | Beskrivelse af anlægget:                                                                                                                                                                            |
| Anlægsejer navn og adresse: |                                                                                                                                                                                                     |
| Anlægsejer telefonnr.:      |                                                                                                                                                                                                     |
| Anlægsejer e-mail:          |                                                                                                                                                                                                     |
| Type/model:                 |                                                                                                                                                                                                     |
| Nominal Spænding ( $U_n$ ): |                                                                                                                                                                                                     |
| Mærkeeffekt ( $P_n$ ):      |                                                                                                                                                                                                     |
| Primær energikilde:         | <div style="text-align: right;"> Vind <input type="checkbox"/><br/> Sol <input type="checkbox"/><br/> Anden type anlæg* <input type="checkbox"/> </div> <p>*Beskriv, hvilken type anlæg det er?</p> |

#### B1.1.2. Positivliste

|                                                                                    |                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Er produktionsanlægget på positivlisten?<br><br>Hvis Nej, skal B1.2 også udfyldes. | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

### B1.1.3. Regulering af aktiv effekt

#### B1.1.3.1. Frekvensrespons – Overfrekvens

|                                                              |                                                             |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Er frekvensresponsfunktionen for overfrekvens aktiveret?     | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
| Hvis Ja, med hvilke indstillingsværdier?                     |                                                             |
| Frekvenstærskel ( $f_{RO}$ ):                                | _____ Hz                                                    |
| Statik:                                                      | _____ %                                                     |
| Tid til $\emptyset$ -drift-detektering (minimum responstid): | _____ ms                                                    |

### B1.1.4. Regulering af reaktiv effekt

#### B1.1.4.1. Effektfaktorregulering

|                                                                                 |                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Er effektfaktorreguleringsfunktionen aktiveret?                                 | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/>             |
| Hvis Ja, med hvilket setpunkt?                                                  | _____ $\cos\phi$                                                        |
| (Værdi forskellig fra $\cos\phi$ 1.0 skal aftales med elforsyningsvirksomheden) | Induktiv <input type="checkbox"/><br>Kapacitiv <input type="checkbox"/> |

#### B1.1.4.2. Automatisk effektfaktorregulering

|                                                                                                                          |                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Er automatisk effektfaktorreguleringsfunktion aktiveret?<br>(Må ikke aktiveres uden aftale med elforsyningsvirksomheden) | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
| Hvis Ja, med hvilke setpunkter?                                                                                          |                                                             |
| Punkt 1 – P/Pn                                                                                                           | _____ %                                                     |
| Punkt 1 – Effektfaktor (induktiv)                                                                                        | _____ $\cos\phi$                                            |
| Punkt 2 – P/Pn                                                                                                           | _____ %                                                     |
| Punkt 2 – Effektfaktor (induktiv)                                                                                        | _____ $\cos\phi$                                            |
| Punkt 3 – P/Pn                                                                                                           | _____ %                                                     |
| Punkt 3 – Effektfaktor (induktiv)                                                                                        | _____ $\cos\phi$                                            |

#### B1.1.4.3. Q-regulering

|                                                                         |                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Er Q-reguleringsfunktionen aktiveret?                                   | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
| Hvis Ja, med hvilket setpunkt?                                          |                                                             |
| (Værdi forskellig fra 0 kVAr skal aftales med elforsyningsvirksomheden) | _____ kVAr                                                  |

### B1.1.5. Beskyttelse

#### B1.1.5.1. 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  |
| Underspænding (trin2)* | $U_{<<}$ |             | V    |              | ms |
| Overfrekvens           | $f_{>}$  |             | Hz   |              | ms |
| Underfrekvens          | $f_{<}$  |             | Hz   |              | ms |
| Frekvensændring*       | $df/dt$  |             | Hz/s |              | ms |

\*Mindst en af funktionerne skal aktiveres

#### B1.1.5.2. Yderligere krav til netbeskyttelse for synkrone produktionsanlæg

|                                                                                |                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Anvendes synkronunderspændingsrelæ som beskyttelse mod asynkron sammenkobling? | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

#### B1.1.5.3. Yderligere relæindstillinger for synkrone produktionsanlæg

I nedenstående tabel angives de aktuelle værdier på idriftsættelsestidspunktet.

| Beskyttelsesfunktion   | Symbol  | Indstilling |   | Funktionstid |    |
|------------------------|---------|-------------|---|--------------|----|
| Overstrøm              | $I_{>}$ |             | A |              | ms |
| Synkron underspænding* |         |             | V |              | ms |

\* Hvis synkron underspændingsrelæ anvendes.

### B1.1.6. Underskrift

|                                             |  |
|---------------------------------------------|--|
| Dato for idriftsættelse:                    |  |
| Installatørfirma:                           |  |
| Idriftsættelsesansvarlig:                   |  |
| Underskrift<br>(idriftsættelses-ansvarlig): |  |
| Anlægsejer:                                 |  |
| Underskrift (anlægsejer):                   |  |

## B1.2. Dokumentation for produktionsanlæg i kategori A

Dokumentationen udfyldes med data for produktionsanlægget og sendes til elforsyningsvirksomheden.

### B1.2.1. Identifikation

|                             |                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anlæg:                      | Beskrivelse af anlægget:                                                                                                                                                                                                        |
| Anlægsejer navn og adresse: |                                                                                                                                                                                                                                 |
| Anlægsejer telefonnr.:      |                                                                                                                                                                                                                                 |
| Anlægsejer e-mail:          |                                                                                                                                                                                                                                 |
| Type/model:                 |                                                                                                                                                                                                                                 |
| Nominel Spænding ( $U_n$ ): |                                                                                                                                                                                                                                 |
| Mærkeeffekt ( $P_n$ ):      |                                                                                                                                                                                                                                 |
| Primær energikilde:         | <div style="text-align: right;"> Vind <input type="checkbox"/><br/> Sol <input type="checkbox"/><br/> Anden type anlæg* <input type="checkbox"/> </div> <p style="text-align: center;">*Beskriv, hvilken type anlæg det er?</p> |

### B1.2.2. EN50549-1

|                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Overholder produktionsanlægget EN50549-1?</p> <p><b>Hvis ja, så er det kun spørgsmålene, som er med <i>kursiv skrift</i>, som skal besvares.</b></p> <p>Spørgsmål med normal skrift er dækket af EN50549-1.</p> | <div style="text-align: right;"> Ja <input type="checkbox"/><br/> Nej <input type="checkbox"/> </div> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### B1.2.3. Normaldrift

|                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Inden for normaldriftsområdet kan anlægget startes og producere kontinuerligt, kun begrænset af beskyttelsesindstillingerne, jf. kravene i afsnit 4.1.1?</p> <p>Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?</p> | <div style="text-align: right;"> Ja <input type="checkbox"/><br/> Nej <input type="checkbox"/> </div> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### B1.2.4. Tolerance over for frekvensafvigelser

|                                                                                                                                                                                                       |                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <p>Forbliver produktionsanlægget tilkoblet det kollektive elforsyningsnet ved frekvensafvigelser, som specificeret i afsnit 4.1.2?</p> <p>Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?</p> | <p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> |
| <p>Forbliver anlægget tilsluttet ved frekvensændringer på 2,0 Hz/s i POC?</p> <p>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:</p> <p>- Skal udfyldes for synkrone produktionsanlæg</p>                      | <p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> |
| <p>Er reduktionen i aktiv effekt ved underfrekvens mindre end grænsen specificeret i afsnit 4.1.2.2?</p> <p>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:</p>                                                | <p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> |

#### B1.2.5. Opstart og genindkobling af et produktionsanlæg

##### B1.2.5.1. Opstart og genindkobling

|                                                                                                                                                                                                       |                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <p>Sker opstart og genindkobling efter 3 min. efter, at spænding og frekvens er inden for de områder, der er angivet i afsnit 4.2?</p> <p>Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?</p> | <p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|

##### B1.2.5.2. Gradient for stigning i aktiv effekt

|                                                                                                                                                                                   |                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <p>Overholder anlægget kravet til maksimal stigning for aktiv effekt ved indkobling, som angivet i afsnit 4.2?</p> <p>Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?</p> | <p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|

#### B1.2.6. Regulering af aktiv effekt

##### B1.2.6.1. Frekvensrespons – Overfrekvens

|                                                                                                                                                                              |                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <p>Er anlægget udstyret med en frekvensresponsfunktion for overfrekvens, som specificeret i afsnit 4.3.1?</p> <p>Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?</p> | <p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|

### B1.2.7. Regulering af reaktiv effekt

#### B1.2.7.1. Arbejdsområde

|                                                                                                                                                                                                         |                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <p>Kan produktionsanlægget levere reaktiv effekt ved <math>P_n</math> og varierende driftsspændinger, som specificeret i afsnit 4.4?</p> <p>Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?</p> | <p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> |
| <p>Kan produktionsanlægget levere reaktiv effekt ved varierende aktiv effekt, som specificeret i afsnit 4.4?</p> <p>Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?</p>                         | <p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> |

#### B1.2.7.2. Effektfaktorregulering

|                                                                                                                                                                                              |                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <p><i>Er produktionsanlægget udstyret med en effektfaktorreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 4.4.2?</i></p> <p><i>Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?</i></p> | <p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|

#### B1.2.7.3. Automatisk effektfaktorregulering

|                                                                                                                                                                                                         |                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <p><i>Er produktionsanlægget udstyret med en automatisk effektfaktorreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 4.4.3?</i></p> <p><i>Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?</i></p> | <p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|

#### B1.2.7.4. Q-regulering

|                                                                                                                                                                                    |                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <p><i>Er produktionsanlægget udstyret med en Q-reguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 4.4.4?</i></p> <p><i>Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?</i></p> | <p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|



### B1.2.8. Beskyttelse

#### B1.2.8.1. Relæindstillinger

I nedenstående tabel angives standardværdierne for relæindstillingerne. Hvis standardværdierne afviger fra de i afsnit 4.5.3 angivne værdier, skal der medleveres dokumentation for, at relæindstillingerne kan indstilles til de korrekte værdier i forbindelse med idriftsætelse.

| Beskyttelsesfunktion   | Symbol   | Indstilling |      | Funktionstid |    |
|------------------------|----------|-------------|------|--------------|----|
| Overspænding (trin 2)  | $U_{>>}$ |             | V    |              | ms |
| Overspænding (trin 1)  | $U_{>}$  |             | V    |              | s  |
| Underspænding (trin 1) | $U_{<}$  |             | V    |              | s  |
| Underspænding (trin2)  | $U_{<<}$ |             | V    |              | ms |
| Overfrekvens           | $f_{>}$  |             | Hz   |              | ms |
| Underfrekvens          | $f_{<}$  |             | Hz   |              | ms |
| Frekvensændring        | $df/dt$  |             | Hz/s |              | ms |

#### B1.2.8.2. Yderligere krav til netbeskyttelse for synkrone produktionsanlæg

|                                                                                |                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Anvendes synkronunderspændingsrelæ som beskyttelse mod asynkron sammenkobling? | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

#### B1.2.8.3. Yderligere relæindstillinger for synkrone produktionsanlæg

I nedenstående tabel angives relæindstillingerne.

| Beskyttelsesfunktion   | Symbol  | Indstilling |   | Funktionstid |    |
|------------------------|---------|-------------|---|--------------|----|
| Overstrøm              | $I_{>}$ |             | A |              | ms |
| Synkron underspænding* |         |             | V |              | ms |

\* Hvis synkron underspændingsrelæ anvendes.

### B1.2.9. Elkvalitet

For hvert enkelt elkvalitetsparameter skal angives, hvordan resultatet er opnået.

#### B1.2.9.1. Hurtige spændingsændringer

|                                                                                                   |                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Overholder produktionsanlægget grænseværdien for hurtige spændingsændringer angivet i afsnit 4.6? | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
| Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?                                           |                                                             |

#### B1.2.9.2. DC-indhold

|                                                                  |                              |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Overstiger DC-indholdet ved normal drift 0,5 % af nominel strøm? | Ja <input type="checkbox"/>  |
| Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?          | Nej <input type="checkbox"/> |

#### B1.2.9.3. Strømubalance

|                                                                                                                   |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Overstiger strømubalancen ved normal drift 16 A?                                                                  | Ja <input type="checkbox"/>  |
| Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?                                                           | Nej <input type="checkbox"/> |
| Hvis anlægget består af enfasede elproducerende enheder, er det da sikret, at ovennævnte grænse ikke overskrides? | Ja <input type="checkbox"/>  |
| Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?                                                           | Nej <input type="checkbox"/> |

#### B1.2.9.4. Flicker

|                                                                                |                              |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Er flickerbidraget for hele anlægget under grænseværdien angivet i afsnit 4.6? | Ja <input type="checkbox"/>  |
| Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?                        | Nej <input type="checkbox"/> |

#### B1.2.9.5. Harmoniske overtoner

|                                                                                               |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Er alle de harmoniske overtoner for hele anlægget under grænseværdierne angivet i afsnit 4.6? | Ja <input type="checkbox"/>  |
| Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?                                       | Nej <input type="checkbox"/> |

#### B1.2.9.6. Interharmoniske overtoner

Afsnittet skal kun udfyldes for produktionsanlæg større end 50 kW.

|                                                                                                               |                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Er alle de interharmoniske overtoner for hele produktionsanlægget under grænseværdierne angivet i afsnit 4.6? | Ja <input type="checkbox"/>  |
| Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?                                                       | Nej <input type="checkbox"/> |

#### B1.2.9.7. Forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz

Afsnittet skal kun udfyldes for produktionsanlæg større end 50 kW.

|                                                                                                                                      |                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Emission af forstyrrelser med frekvenser i intervallet 2-9 kHz er mindre end 0,2 % af mærkestrømmen $I_n$ , som krævet i afsnit 4.6? | Ja <input type="checkbox"/>  |
| Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?                                                                              | Nej <input type="checkbox"/> |

### **B1.2.10. Underskrift**

Afsnittet skal altid udfyldes

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Dato:                    |  |
| Firma:                   |  |
| Ansvarlig:               |  |
| Underskrift (Ansvarlig): |  |

## BILAG 2 DOKUMENTATION FOR PRODUKTIONSANLÆG I KATEGORI B

### B2.1. Dokumentation for produktionsanlæg i kategori B (del 1)

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

#### B2.1.1. Identifikation

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Anlæggets navn:              |  |
| Anlægsejers navn og adresse: |  |
| Anlægsejers telefonnr.:      |  |
| Anlægsejers e-mail:          |  |

#### B2.1.2. Beskrivelse af anlægget

|                                       |                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Type:                                 | Synkront produktionsanlæg <input type="checkbox"/><br>Elproducerende anlæg (asynkrone anlæg) <input type="checkbox"/>                                                                             |
| Primær energikilde:                   | Vind <input type="checkbox"/><br>Sol <input type="checkbox"/><br>Brændsel <input type="checkbox"/><br>Andet* <input type="checkbox"/>                                                             |
| *Beskriv type:                        |                                                                                                                                                                                                   |
| Energikonverteringsteknologi:         | Damp turbine <input type="checkbox"/><br>Gasturbine <input type="checkbox"/><br>Kombianlæg <input type="checkbox"/><br>Motor <input type="checkbox"/><br>Inverterbaseret <input type="checkbox"/> |
| Angivelse af brændsel, hvis relevant: |                                                                                                                                                                                                   |
| Fabrikant/model:                      |                                                                                                                                                                                                   |
| Spænding i POC ( $U_c$ ):             |                                                                                                                                                                                                   |
| Nominal effekt ( $P_n$ ):             |                                                                                                                                                                                                   |

|                                                                                                                                                |                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Minimumseffekt ( $P_{min}$ ):                                                                                                                  |                                                             |
| Nominel mekanisk akseffekt for drivsystem ( $P_{mek}$ )<br>(kun synkrone produktionsanlæg):                                                    |                                                             |
| Forefindes procesdiagram for anlægget?<br><br>Henvisning til dokument:                                                                         | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
| Forefindes enstregdiagram med angivelse af afregningsmåling, online-måling, ejergrænser og driftsledergrænser?<br><br>Henvisning til dokument: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |

#### B2.1.2.1. Generatorinformation

Afsnittet skal kun udfyldes for synkrone produktionsanlæg.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Fabrikant:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                             |
| Type/Model:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                             |
| Er generatoren i overensstemmelse med relevante dele i følgende europæiske standarder?<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- DS/EN60034-1, "Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance", 2004</li> <li>- DS/EN60034-3, "Rotating electrical machines – Part 3: Specific requirements for turbine-type synchronous machines", 1995</li> </ul> | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
| Er der vedlagt detaljeret dokumentation for generator?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
| Hvis Ja, henvisning til dokumentation:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                             |

#### B2.1.2.2. Magnetiseringssystem

Afsnittet skal kun udfyldes for synkrone produktionsanlæg.

|             |  |
|-------------|--|
| Fabrikant:  |  |
| Type/Model: |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <p>Er magnetiseringssystemet i overensstemmelse med relevante dele i følgende europæiske standarder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DS/EN 60034-16-1:2011 "Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Chapter 1: Definitions"</li> <li>- DS/CLC/TR 60034-16-3:2004 "Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Section 3: Dynamic performance".</li> </ul> | <p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> |
| Er produktionsanlægget udstyret med et magnetiseringssystem, som specificeret i afsnit 5.4.5?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> |
| Er der vedlagt detaljeret dokumentation for magnetiseringssystemet?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> |
| Hvis Ja, henvisning til dokumentation:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                        |

#### B2.1.2.3. Maskin- eller anlægstransformer

Afsnittet skal kun udfyldes for synkrone produktionsanlæg.

|                                                                                                               |                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Fabrikant:                                                                                                    |                                                                        |
| Type/Model:                                                                                                   |                                                                        |
| <p>Er der vedlagt detaljeret dokumentation for transformer?</p> <p>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:</p> | <p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> |

#### B2.1.3. EN50549-1

|                                                                                                                                                                                                                    |                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <p>Overholder produktionsanlægget EN50549-1?</p> <p><b>Hvis ja, så er det kun spørgsmålene, som er med <i>kursiv skrift</i>, som skal besvares.</b></p> <p>Spørgsmål med normal skrift er dækket af EN50549-1.</p> | <p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|

#### B2.1.4. Normaldrift

|                                                                                                                                                                                                                |                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <p>Inden for normaldriftsområdet, jf. figur 4.1, kan produktionsanlægget startes og producere kontinuerligt kun begrænset af netbeskyttelsesindstillingerne?</p> <p>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:</p> | <p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> |
| <p><i>Forbliver anlægget tilsluttet ved spændingsfasespring på 20 °i POC?</i></p> <p><i>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:</i></p>                                                                         | <p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> |

### B2.1.5. Tolerance over for frekvensafvigelser

|                                                                                                                                                                           |                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Forbliver produktionsanlægget tilkoblet det kollektive elforsyningsnet ved frekvensafvigelser, som specificeret i afsnit 5.1.2?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
| Forbliver anlægget tilsluttet ved frekvensændringer på 2,0 Hz/s i POC?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:<br><br>- Skal udfyldes for synkrone produktionsanlæg     | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
| Er reduktionen i aktiv effekt ved underfrekvens mindre end grænsen specificeret i afsnit 5.1.2.2?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:                               | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |

### B2.1.6. Tolerance over for spændingsafvigelser

|                                                                                                                                                                              |                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Forbliver produktionsanlægget tilkoblet det kollektive elforsyningsnet ved spændingsdyk, som specificeret i afsnit 5.1.3.3?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:        | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
| Forbliver produktionsanlægget tilkoblet det kollektive elforsyningsnet ved spændingsstigninger, som specificeret i afsnit 5.1.3.2?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |

#### B2.1.6.1. Reaktiv tillægsstrøm

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

|                                                                                                                                         |                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Leverer det elproducerende anlæg reaktiv tillægsstrøm, som specificeret i afsnit 5.1.3.3 (b)?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

### B2.1.7. Opstart og genindkobling af et produktionsanlæg

|                                                                                                            |                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Sker indkobling og synkronisering som specificeret i afsnit 5.2?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
| Er det muligt at omgå den automatiske synkronisering?<br>Hvis Nej, henvisning til dokumentation:           | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |

### B2.1.8. Regulering af aktiv effekt

#### B2.1.8.1. Frekvensrespons - Overfrekvens

|                                                                                                                                                             |                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Er produktionsanlægget udstyret med en frekvensresponsfunktion for overfrekvens, som specificeret i afsnit 5.3.1?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

#### B2.1.8.2. Absolut-effektbegrænserfunktion

|                                                                                                                                                      |                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Er produktionsanlægget udstyret med en absolut-effektbegrænserfunktion, som specificeret i afsnit 5.3.2.1?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

#### B2.1.8.3. Gradient-effektbegrænser

|                                                                                                                                               |                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Er produktionsanlægget udstyret med en gradient-effektbegrænser, som specificeret i afsnit 5.3.2.2?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

#### B2.1.9. Regulering af reaktiv effekt

##### B2.1.9.1. Arbejdsområde

|                                                                                                                                                                                   |                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Kan produktionsanlægget levere reaktiv effekt ved $P_n$ og varierende driftsspændinger, som specificeret i afsnit 5.4?<br>Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt? | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
| Kan produktionsanlægget levere reaktiv effekt ved varierende aktiv effekt, som specificeret i afsnit 5.4?<br>Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?              | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |

##### B2.1.9.2. Effektfaktorregulering

|                                                                                                                                                    |                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Er produktionsanlægget udstyret med en effektfaktorreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 5.4.2?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

##### B2.1.9.3. Automatisk effektfaktorregulering

|                                                                                                                                                               |                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Er produktionsanlægget udstyret med en automatisk effektfaktorreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 5.4.3?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

##### B2.1.9.4. Q-regulering

|                                                                                                                                          |                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Er produktionsanlægget udstyret med en Q-reguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 5.4.4?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

##### B2.1.10. Elkvalitet

|                                 |                                                             |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Er emissionsværdierne beregnet? | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------|



|                                                                                                                                                           |                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Er emissionsværdierne målt?                                                                                                                               | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
| Er der vedlagt en rapport med dokumentation for, at beregningerne eller målingerne overholder emissionskravene?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |

#### B2.1.10.1. Hurtige spændingsændringer

|                                                                                                                                                 |                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Overholder produktionsanlægget grænseværdien for hurtige spændingsændringer angivet i afsnit 5.6.1.3?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

#### B2.1.10.2. DC-indhold

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

|                                                                                                                  |                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Overstiger DC-indholdet ved normal drift 0,5 % af den nominelle strøm?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

#### B2.1.10.3. Spændingsubalance

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

|                                                                          |                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Er anlægget balanceret 3-faset?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

#### B2.1.10.4. Flicker

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

|                                                                                                                                         |                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Er flickerbidraget for hele produktionsanlægget under grænseværdien angivet i afsnit 5.6.1.4?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

#### B2.1.10.5. Harmoniske overtoner

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

|                                                                                                                                                        |                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Er alle de harmoniske overtoner for hele produktionsanlægget under grænseværdierne angivet i afsnit 5.6.1.5?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

#### B2.1.10.6. Interharmoniske overtoner

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

|                                                                                                                                                             |                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Er alle de interharmoniske overtoner for hele produktionsanlægget under grænseværdierne angivet i afsnit 5.6.1.6?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

#### B2.1.10.7. 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 5.6?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

#### B2.1.11. Beskyttelse

|                                                                                                                  |                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Er anlægget beskyttet med de funktioner, som er krævet i afsnit 5.5.3?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

##### B2.1.11.1. Ø-drift-detektering

|                                                                                                                  |                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Er anlægget beskyttet med de funktioner, som er krævet i afsnit 5.5.4?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

##### B2.1.11.2. Yderligere krav til netbeskyttelse for synkrone produktionsanlæg

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

|                                                                    |                                                             |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Anvendes synkronunderspændingsrelæ?                                | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
| Anvendes overstrømsrelæ?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |

#### B2.1.12. Krav til informationsudveksling

|                                                                                                          |                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Kan anlægget udveksle information; som er krævet i afsnit 5.7?<br>Hvis Ja, henvisning til dokumentation: | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

**B2.1.13. Underskrift**

Afsnit skal altid udfyldes

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Dato:                    |  |
| Firma:                   |  |
| Ansvarlig:               |  |
| Underskrift (Ansvarlig): |  |

## B2.2. Dokumentation for produktionsanlæg i kategori B (del 2)

Dokumentationen udfyldes med data for produktionsanlægget efter idriftsættelsestidspunktet og sendes til *elforsyningsvirksomheden*.

### B2.2.1. Identifikation

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Anlæggets navn:             |  |
| Anlægsejer navn og adresse: |  |
| Anlægsejer telefonnr.:      |  |
| Anlægsejer e-mail:          |  |

### B2.2.2. Regulering af aktiv effekt

#### B2.2.2.1. Regulering af aktiv effekt ved overfrekvens

|                                                          |                                                             |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Er frekvensresponsfunktionen for overfrekvens aktiveret? | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/> |
| Hvis Ja, med hvilke indstillingsværdier?                 |                                                             |
| Frekvenstærskel ( $f_{RO}$ ):                            | _____ Hz                                                    |
| Statik:                                                  | _____ %                                                     |
| Tid til ø-drift-detektering (minimum responstid):        | _____ ms                                                    |

#### B2.2.2.2. Absolut-effektbegrænserfunktion

|                                                 |                                                                                                       |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Er absolut-effektbegrænserfunktionen aktiveret? | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/><br>Styres online <input type="checkbox"/> |
| Hvis Ja, med hvilken værdi?                     | _____ kW                                                                                              |

#### B2.2.2.3. Gradient-effektbegrænser

|                                                             |                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Er produktionsanlæggets gradient-effektbegrænser aktiveret? | Ja <input type="checkbox"/><br>Nej <input type="checkbox"/><br>Styres online <input type="checkbox"/> |
| Hvis Ja, med hvilken værdi?                                 | _____ % $P_n/\text{min}$                                                                              |

### B2.2.3. Regulering af reaktiv effekt

#### B2.2.3.1. Q-regulering

|                                                                                                           |                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Er Q-reguleringsfunktionen aktiveret?                                                                     | Ja <input type="checkbox"/>            |
|                                                                                                           | Nej <input type="checkbox"/>           |
|                                                                                                           | Styres online <input type="checkbox"/> |
| Hvis Ja, med hvilket setpunkt?<br>(Værdi forskellig fra 0 kVAr skal aftales med elforsyningsvirksomheden) | _____ kVAr                             |

#### B2.2.3.2. Effektfaktorregulering

|                                                                                                             |                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Er effektfaktorreguleringsfunktionen aktiveret?                                                             | Ja <input type="checkbox"/>            |
|                                                                                                             | Nej <input type="checkbox"/>           |
|                                                                                                             | Styres online <input type="checkbox"/> |
| Hvis Ja, med hvilket setpunkt?<br>(Værdi forskellig fra cosφ 1.0 skal aftales med elforsyningsvirksomheden) | _____ cosφ                             |
|                                                                                                             | Induktiv <input type="checkbox"/>      |
|                                                                                                             | Kapacitiv <input type="checkbox"/>     |

#### B2.2.3.3. Automatisk effektfaktorregulering

|                                                                                                                            |                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Er automatisk effektfaktorreguleringsfunktionen aktiveret?<br>(Må ikke aktiveres uden aftale med elforsyningsvirksomheden) | Ja <input type="checkbox"/>  |
|                                                                                                                            | Nej <input type="checkbox"/> |
| Hvis Ja, med hvilke setpunkter?                                                                                            |                              |
| Punkt 1 – P/Pn                                                                                                             | _____ %                      |
| Punkt 1 – Effektfaktor (induktiv)                                                                                          | _____ cosφ                   |
| Punkt 2 – P/Pn                                                                                                             | _____ %                      |
| Punkt 2 – Effektfaktor (induktiv)                                                                                          | _____ cosφ                   |
| Punkt 3 – P/Pn                                                                                                             | _____ %                      |
| Punkt 3 – Effektfaktor (induktiv)                                                                                          | _____ cosφ                   |

### B2.2.4. Beskyttelse

#### B2.2.4.1. 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 |

#### B2.2.4.2. Ø-drifts-detektering

|                                                                    |                              |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Benyttes der vektorspringsrelæer eller aktiv ø-drifts-detektering? | Ja <input type="checkbox"/>  |
|                                                                    | Nej <input type="checkbox"/> |

#### B2.2.4.3. Yderligere relæindstillinger for synkrone produktionsanlæg

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

I nedenstående tabel angives de aktuelle værdier for relæindstillingerne på idriftsættelses-tidspunktet.

| Beskyttelsesfunktion   | Symbol            | Indstilling |   | Funktionstid |    |
|------------------------|-------------------|-------------|---|--------------|----|
| Overstrøm              | I <sub>&gt;</sub> |             | A |              | ms |
| Synkron underspænding* |                   |             | V |              | ms |

\* Hvis synkron underspændingsrelæ anvendes.

#### B2.2.5. Underskrift

|                                         |  |
|-----------------------------------------|--|
| Dato:                                   |  |
| Installatørfirma:                       |  |
| Idriftsættelsesansvarlig:               |  |
| Underskrift (idriftsættelsesansvarlig): |  |
| Anlægsejer:                             |  |
| Underskrift (anlægsejer):               |  |