

November 2022

Vejledning for nettilslutning af produktionsanlæg til lavspæn- dingsnettet (≤ 1 kV)

Produktionsanlæg kategori A og B

Version 1.3

VERSIONSLOG

Version	Ændring	Dato
1.0	Oprettet ud fra de godkendte tekniske betingelser fra netselskaberne og Energinet	26-04-2019
1.1	Bilagene er opdateret så det er tydeligere hvad der er dækket af EN50549-1.	20-12-2019
1.2	Opdatering af bilag	29-10-2021
1.3	Layout opdateret. Opdateret til at være i overensstemmelse med positivlisten.	18-11-2022

INDHOLDSFORTEGNELSE

Versionslog.....	2
Indholdsfortegnelse	3
1. Indledning	5
2. Formål og administrative bestemmelser	7
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
3. Definitioner/Termer	11
3.1. Forkortelser.....	11
3.2. Definitioner	13
4. Krav til produktionsanlæg i kategori A.....	25
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	45
4.8. Verifikation og dokumentation.....	46
5. Krav til produktionsanlæg i kategori B.....	49
5.1. Immunitet over for frekvens- og spændingsafvigelser	49
5.2. Opstart og genindkobling af et produktionsanlæg.....	54
5.3. Regulering af aktiv effekt.....	55
5.4. Regulering af reaktiv effekt	58
5.5. Beskyttelse	64
5.6. Elkvalitet	68
5.7. Udveksling af information	73
5.8. Verifikation og dokumentation.....	75

Bilag 1 Dokumentation for produktionsanlæg i kategori A Fejl! Bogmærke er ikke defineret.

*B1.1. Dokumentation for produktionsanlæg i kategori A.....***Fejl! Bogmærke er ikke defineret.**

*B1.2. Dokumentation for produktionsanlæg i kategori A.....***Fejl! Bogmærke er ikke defineret.**

Bilag 2 Dokumentation for produktionsanlæg i kategori B Fejl! Bogmærke er ikke defineret.

*B2.1. Dokumentation for produktionsanlæg i kategori B (del 1).....***Fejl! Bogmærke er ikke defineret.**

*B2.2. Dokumentation for produktionsanlæg i kategori B (del 2).....***Fejl! Bogmærke er ikke defineret.**

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 125 kW
- B. Produktionsanlæg fra 125 kW op til 3 MW
- C. Produktionsanlæg fra 3 MW op til 25 MW
- D. Produktionsanlæg fra 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 125 kW(*)
- B. Produktionsanlæg fra 125 kW op til 3 MW(**)
- C. Produktionsanlæg fra 3 MW op til 25 MW**
- D. Produktionsanlæg fra 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 (≥ 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 ≤ 16 A pr. fase).

DS/EN 61000-3-3: Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) - Del 3-3: Grænseværdier - Begrænsning af spændingsændringer, spændingsfluktuationer og flimrer i offentlige lavspændingsforsyningsnet for udstyr med mærkestrøm ≤ 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 ≤ 75 A, som tilsluttes på betingede vilkår.

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

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. ψ_k

ψ_k er betegnelsen for kortslutningsvinklen i nettilslutningspunktet.

3.1.2. C_f

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

3.1.3. $d(\%)$

$d(\%)$ 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 ψ_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
< 125 kW	≥ 125 kW og < 3 MW	≥ 3 MW og < 25MW	> 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 ϕ .

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.

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

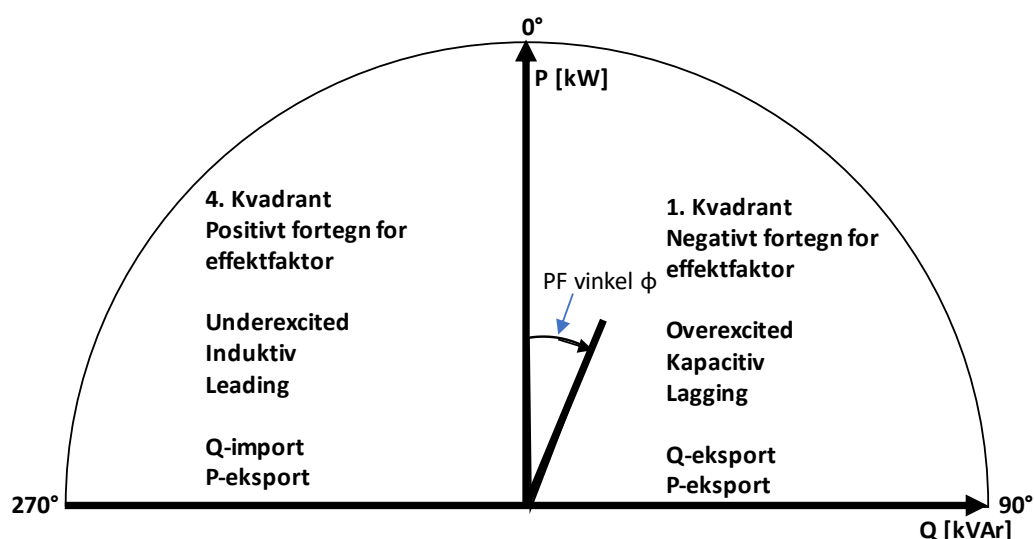
3.2.22. Generatorkonvention

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

Fortegn for aktiv/reaktiv effekt angiver effektretning 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. Leveringspunktet (PCC)

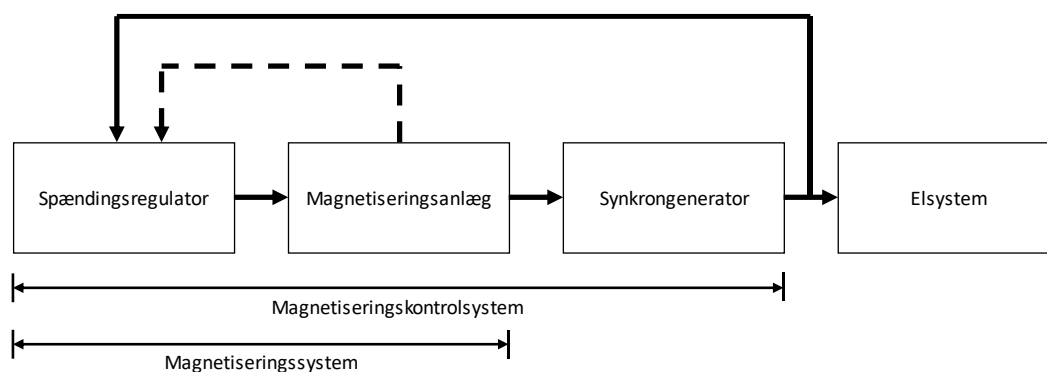
Det punkt i det kollektive elforsyningsnet, hvor forbrugere er, eller kan blive, tilsluttet.

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

Det er elforsyningsvirksomheden, der anviser leveringspunktet.

3.2.37. 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.



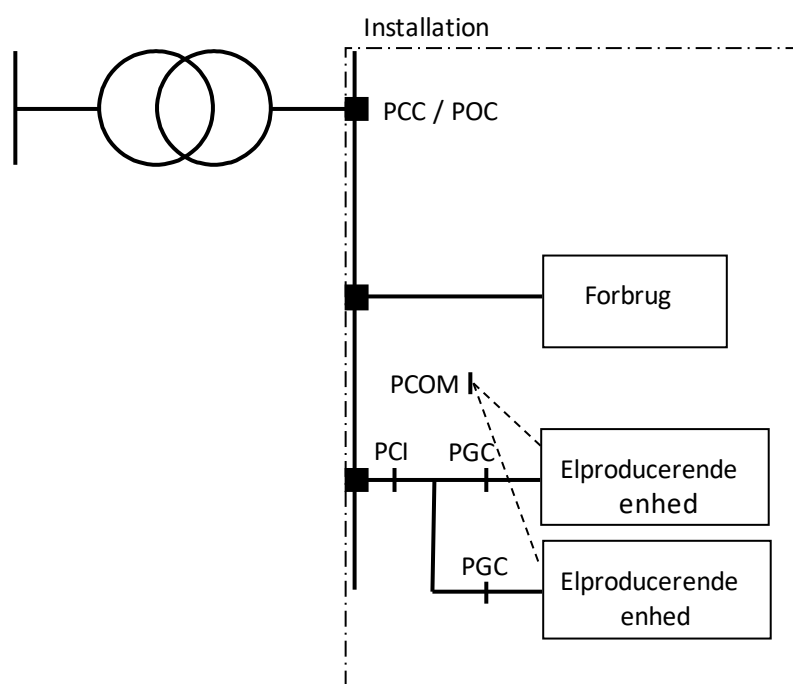
Figur 3.2 – Magnetiseringssystem for synkron generator.

3.2.38. Nettilslutningspunkt (POC)

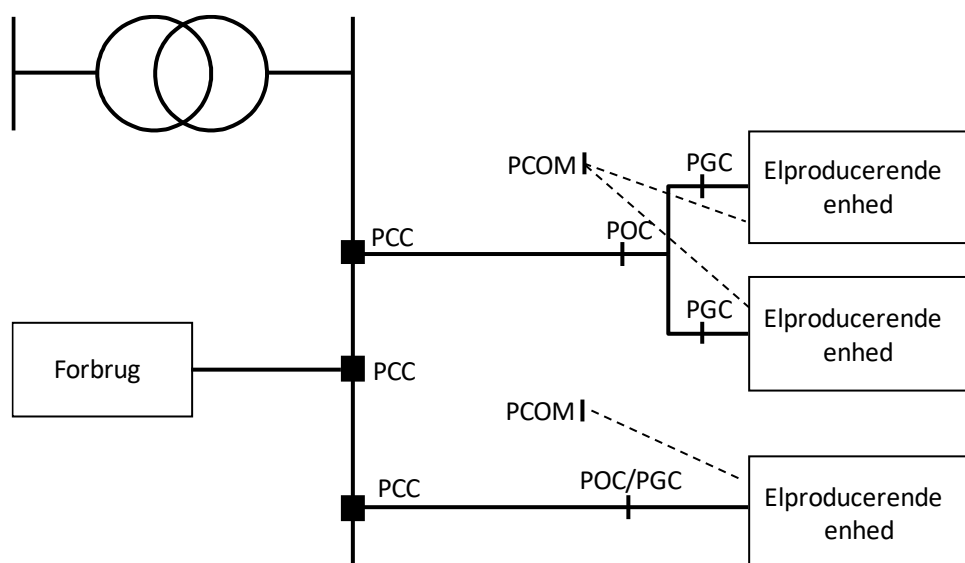
Det punkt i det kollektive elforsyningsnet, hvor et produktionsanlæg er tilsluttet, eller kan tilsluttes, se figur 3.3 og figur 3.4 for den typiske placering.

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

3.2.43. 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 (PWHHD)

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). PWHHD 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 ($h = 1$).

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

Hvor Y er enten RMS-strømme ($PWHHD_I$) eller RMS-spændinger ($PWHHD_U$).

3.2.48. Positivlisten

En eller flere lister med produktionsanlæg op til 125 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 fra-kobler 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	

Betegnelse for spændingsniveau	Nominal spænding U_n [kV]	Elforsyningsvirksomhed
	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 Storebælt.

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 FREKVENSS- OG SPÆNDINGSAFVIGELSER

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

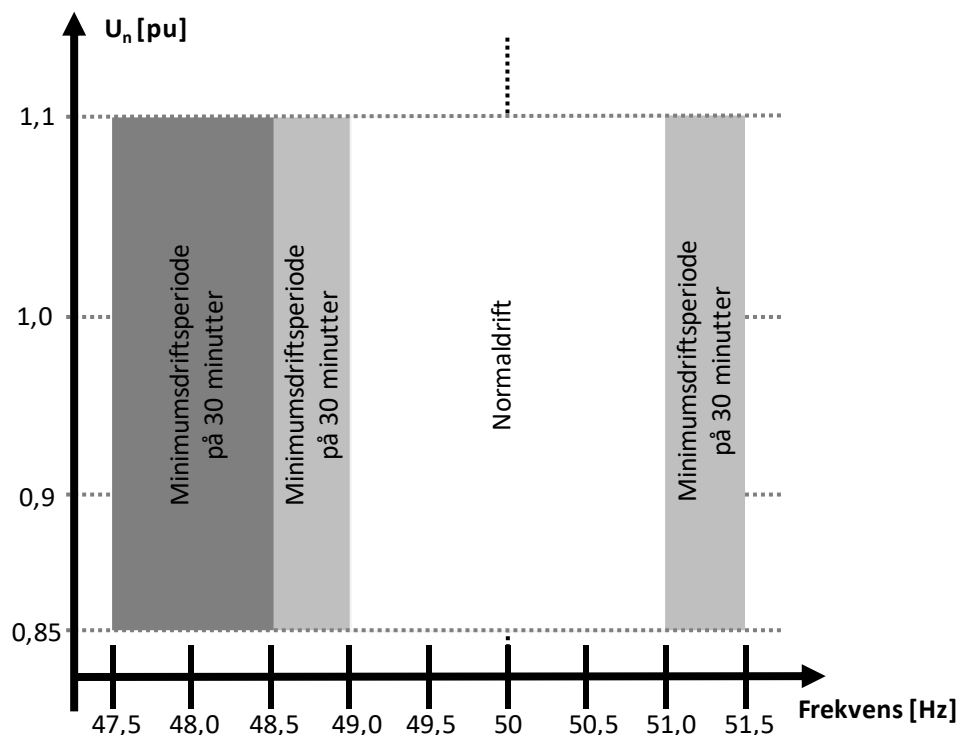
4.1.1. Normaldrift

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

U_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

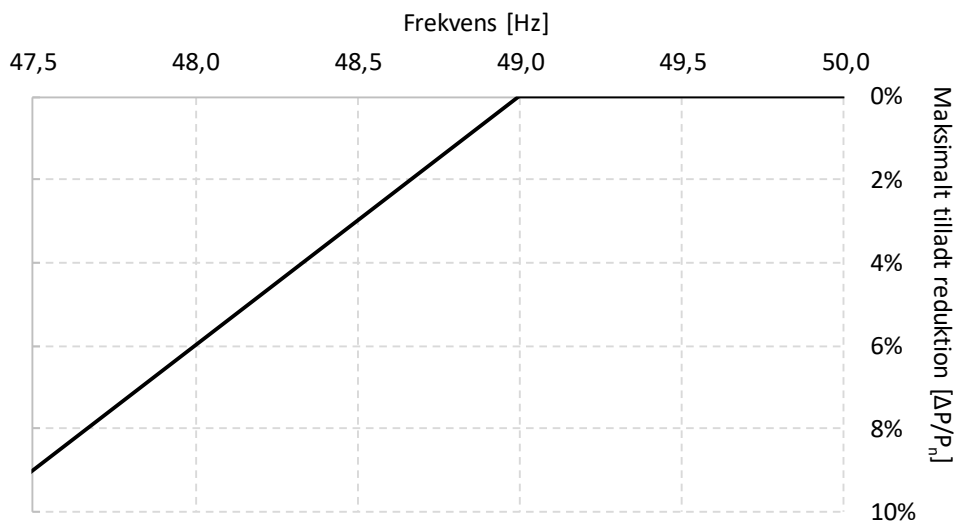
Produktionsanlægget skal kunne opretholde driften ved frekvensafvigelser i de tidsperioder som er specificeret på figur 4.1 uden at frakoble fra det kollektive elforsyningsnet.

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 (Vestdanmark)	DK 2 (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.

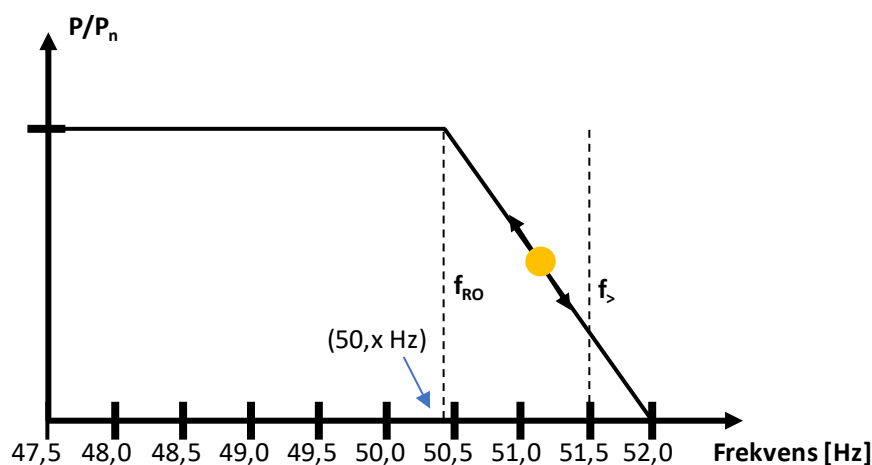
Hvis produktionsanlæggets naturlige forsinkelse (dødtid) for påbegyndelse af nedregulering er mindre end 500 ms, skal denne forlænges til 500 ms. Den ekstra forsinkelse påtrykkes kun ved overgangen til frekvensrespons, dvs. når frekvenstærsklen f_{RO} krydses.

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

Tabel 4.3 – 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 ± 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 ± 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.

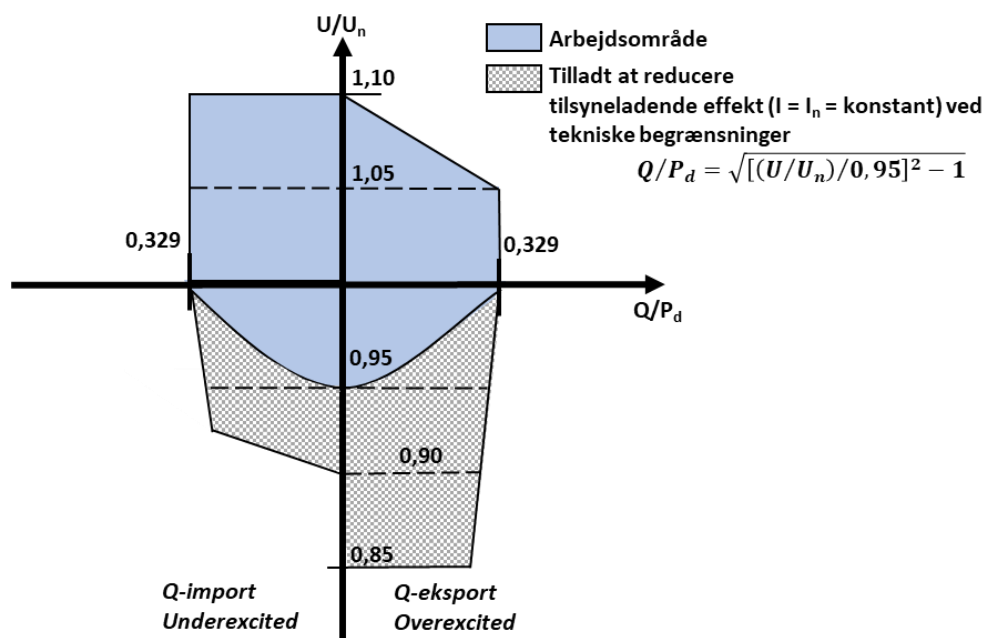
I tilfælde, hvor en eller flere elproducerende enheder i et produktionsanlæg er ude til revision, accepteres det, at produktionsanlæggets levering af reaktiv effekt reduceres pro rata i henhold til det antal elproducerende enheder, som er ude til revision.

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

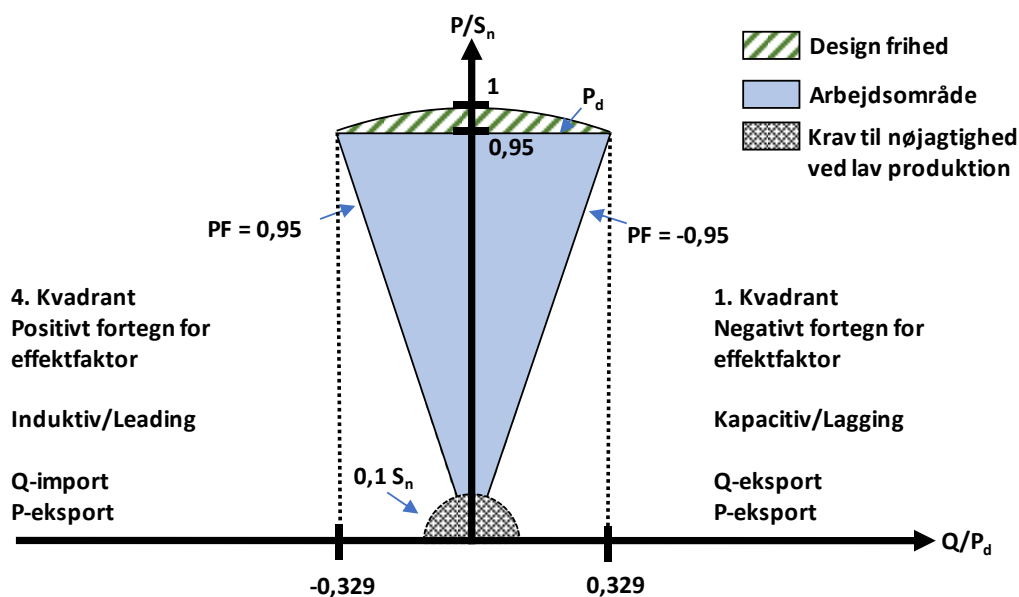
Et synkront produktionsanlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i generatortilslutningspunktet (PGC), som angivet i figur 4.4.



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 .

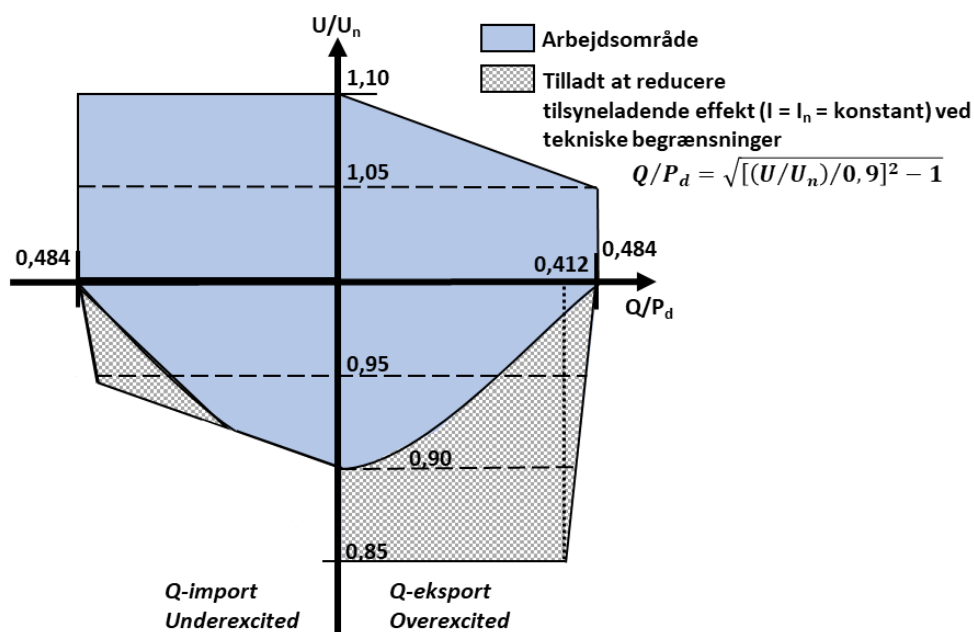


Figur 4.5 – Krav til levering af reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt.

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

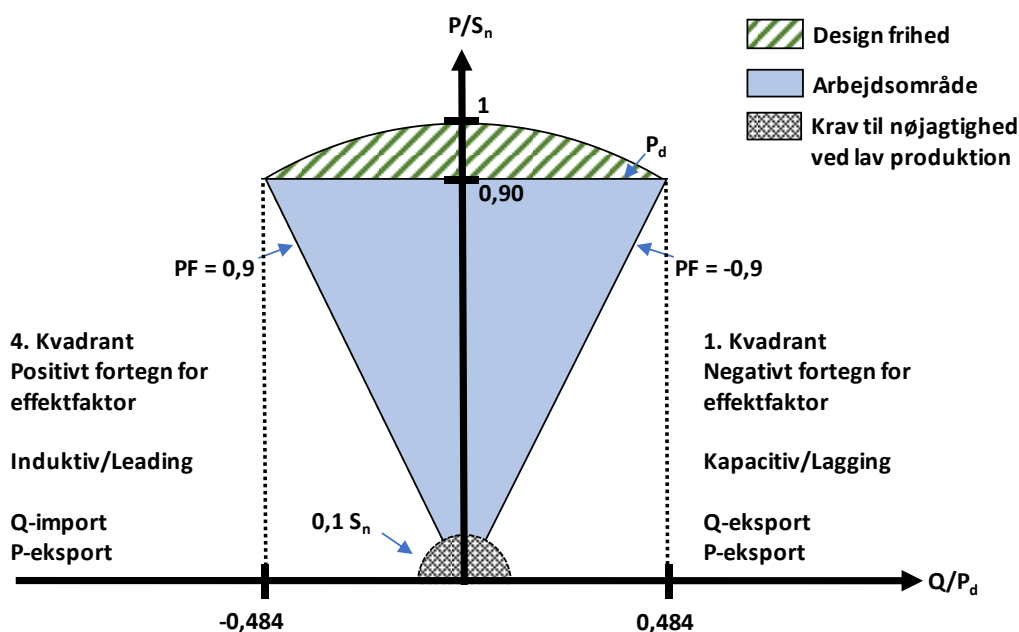
Et elproducerende anlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i generatortilslutningspunktet (PGC), som angivet i figur 4.6.



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.

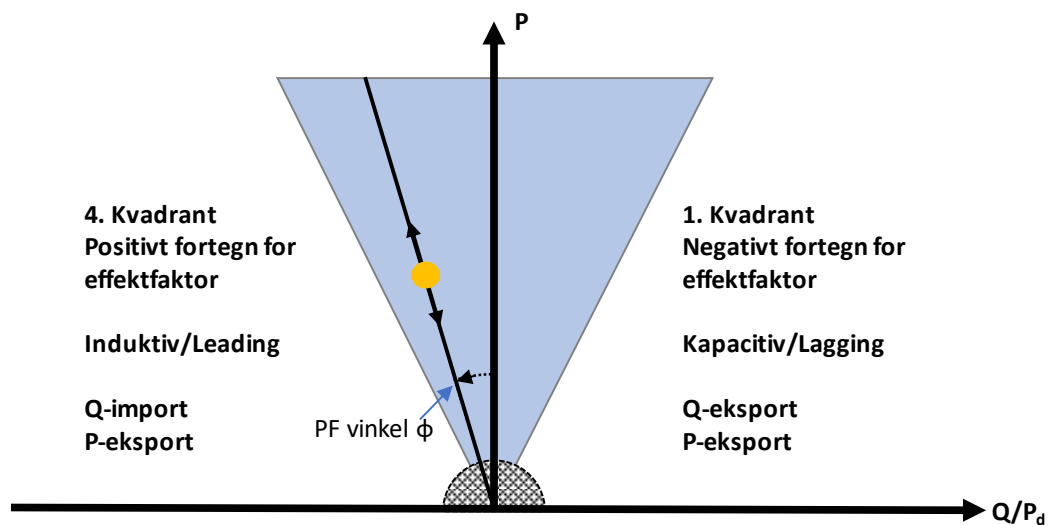
Enfasede elproducerende anlæg

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].

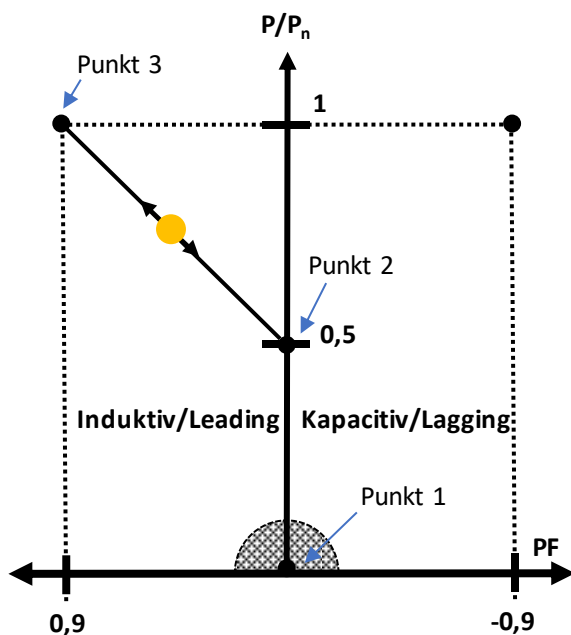
Et produktionsanlæg må ikke udveksle reaktiv effekt med det kollektive elforsyningsnet, medmindre andet er aftalt med elforsyningsvirksomheden. Dvs. produktionsanlægget skal producere ved en effektfaktor på 1 som standard.

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

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.

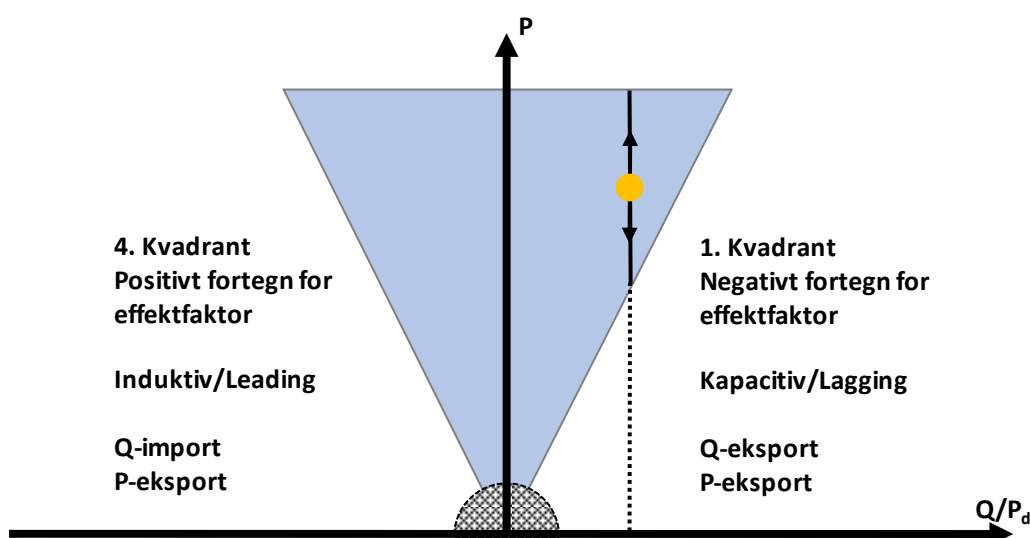
Aktiveringsniveauet for funktionen er normalt 105 % af U_n , og deaktiveringsniveauet er 100 % af U_n .

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 anlægskompleksitet 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 udløsebetingen 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 (Interval / Opløsning)		Funktionstid (Interval / Opløsning)	
Overspænding (trin 2)	$U_{>>}$	1,0 – 1,3 / 0,01 Standard: 1,15	U_n	0,1 – 5 / 0,05 Standard: 0,2	s
Overspænding (trin 1)	$U_{>}$	1,0 – 1,2 / 0,01 Standard: 1,10	U_n	0,1 – 100 / 0,1 Standard: 60	s
Underspænding (trin 1)	$U_{<}$	0,2 – 1,0 / 0,01 Standard: 0,85	U_n	0,1 – 100 / 0,1 Standard: 50	s

Overfrekvens	$f_{>}$	50,0 – 52,0 / 0,1 Standard: 51,5	Hz	0,1 – 5 / 0,05 Standard: 0,2	s
Underfrekvens	$f_{<}$	47,0 – 50,0 / 0,1 Standard: 47,5	Hz	0,1 – 5 / 0,05 Standard: 0,2	s

Tabel 4.5 – 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	≤ 50	ms
Overstrøm (trin 2)**	$I_{>>}$	Fastsættes af elforsyningsvirksomheden	A	50	ms
Overstrøm (trin 1)	$I_{>}$	1,2	I_n	2	s

*) Hvis synkront underspændingsrelæ anvendes.

Synkront underspændingsrelæ: Indstillingen er afhængig af de lokale generator- og netdata. Den aktuelle indstilling beregnes af elforsyningsvirksomheden.

**) Hvis der ikke anvendes synkron underspændingsrelæ, anvendes generatorfabrikantens indstillinger for overstrømsbeskyttelse.

Tabel 4.6 – 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 (Interval / Opløsning)		Funktionstid (Interval / Opløsning)	
Underspænding (trin 2)*	$U_{<<}$	0,2 – 1 / 0,01 Standard: 0,80	U_n	0,1 – 5 / 0,05 Standard: 0,2	s
Frekvensændring*	df/dt	0 – 3,5 / 0,1 Standard: $\pm 2,5$	Hz/s	0 – 5 / 0,01 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.

Dokumentation af DC-indhold kan undlades, hvis alle anvendte invertere i en installation er på positivlisten. Hvis de individuelle anlægs DC-indhold er mindre end 0,5% af den nominelle strøm, så antages det at det samlede anlæg også overholder.

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 netets 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_i	$PWHD_i$
<33	4,4	4,4
≥33	4,7	4,7
≥66	6,1	6,1
≥120	8,4	8,4

SCR	THD _I	PWHD _I
≥250	13,8	13,8
≥350	18,0	18,0

 Tabel 4.11 – Grænseværdier for THD_I og PWHD_I i strøm (% af I_n) .

Kravene til enkelte harmoniske, THD_I og PWHD_I, stilles med udgangspunkt i DS/EN 61000-3-12 Tabel 3 og DEFU rapport RA 557, samt de metoder til fastsættelse af grænseværdier, som beskrives i IEC/TR 61000-3-14.

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	$\frac{104}{f}^*$

SCR	Frekvens (Hz)		
	75 Hz	125 Hz	> 175 Hz
≥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 ψ_k i nettilslutningspunktet.

4.6.3. Målemetode

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

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

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

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

Måling af forstyrrelser i området 2-9 kHz skal foretages 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
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 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 op til 125 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.

Anlæg til og med 50 kW, som er sammensat af flere enheder fra positivlisten, anses som at være i overensstemmelse med elkvalitets kravene.

Hvis en inverter over 50 kW og til 125kW kan dokumenterer elkvalitet efter (worst case) kravene, så kan den blive fuldstændig forhåndsgodkendt.

Hvis der er tale om en installation over 50 kW og til 125 kW med mere end én inverter/enhed, så vil det altid være nødvendigt at dokumenterer elkvalitet (beregning).

4.8.3. Optagelse på positivlisten

For at blive optaget på positivlisten, skal følgende dokumentation sendes til positivlister@greenpowerdenmark.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 <https://greenpowerdenmark.dk/vejledning-teknik/positivlister>.

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.

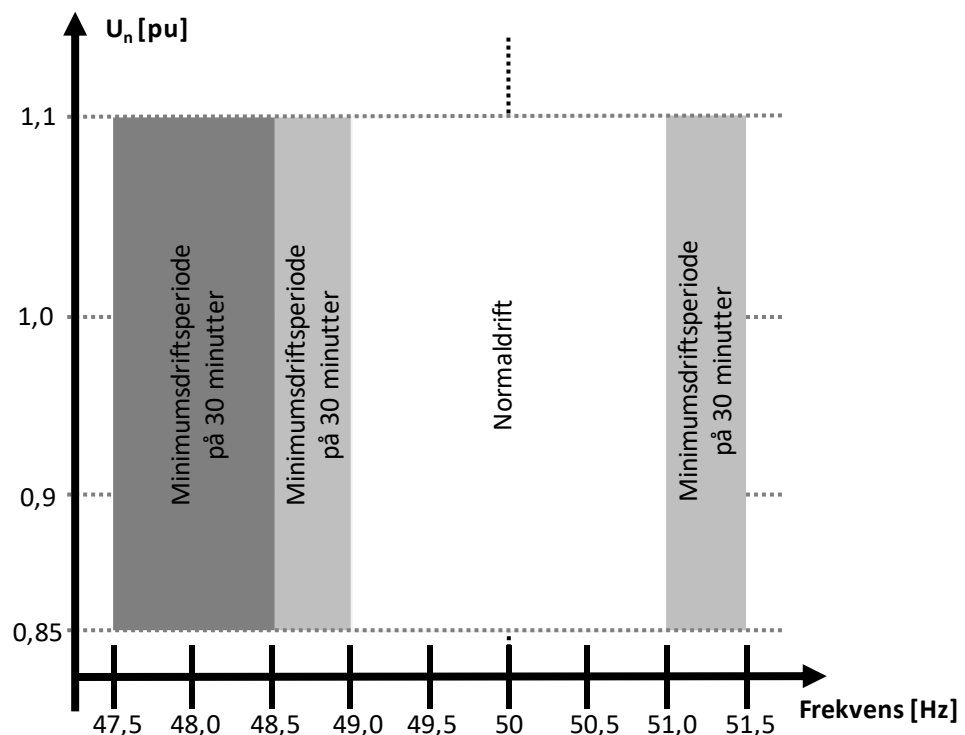
5.1.1. Normaldrift

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

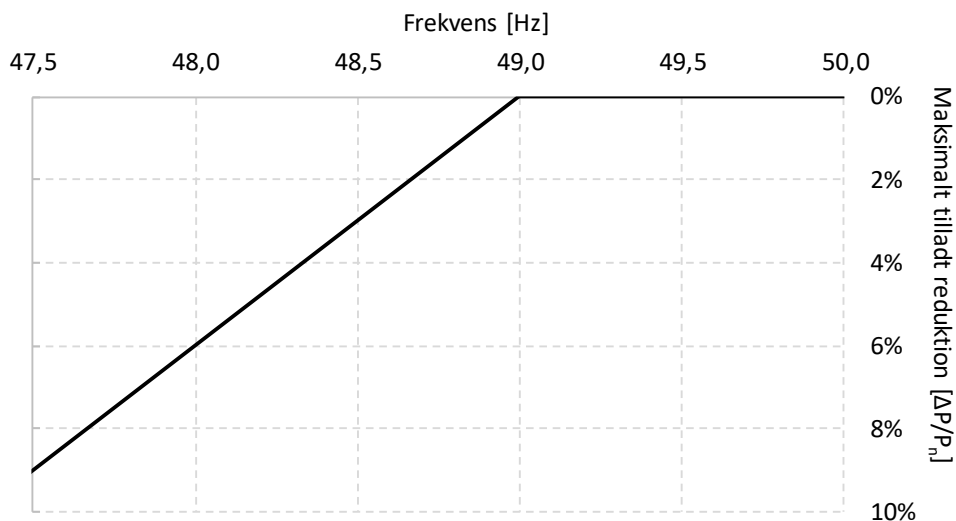
Produktionsanlægget skal kunne opretholde driften ved frekvensafvigelser i de tidsperioder som er specificeret på figur 5.1 uden at frakoble fra det kollektive elforsyningsnet.

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 strømgrænse. 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

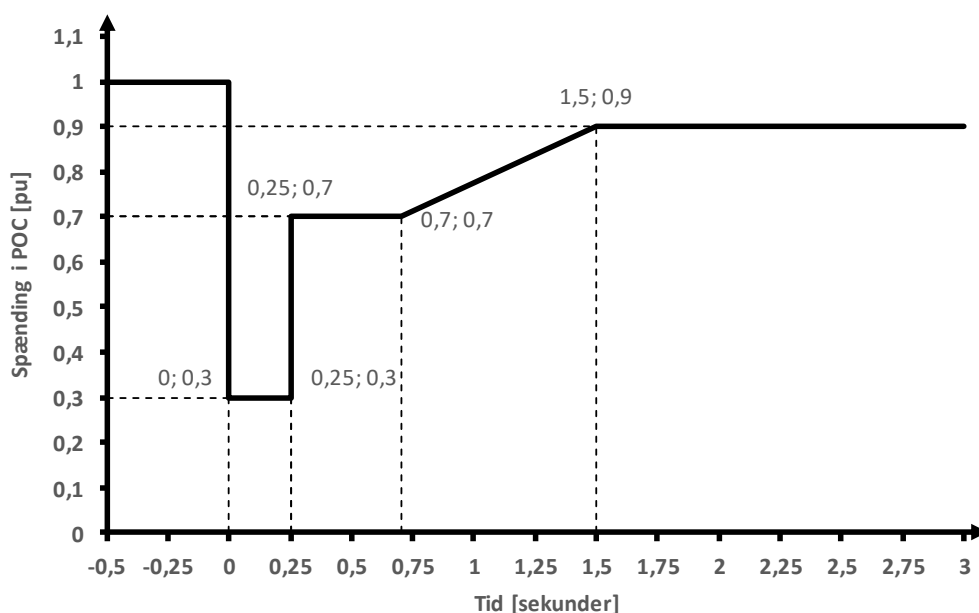
Tabel 5.2 – Robusthed over for spændingsstigninger.

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.

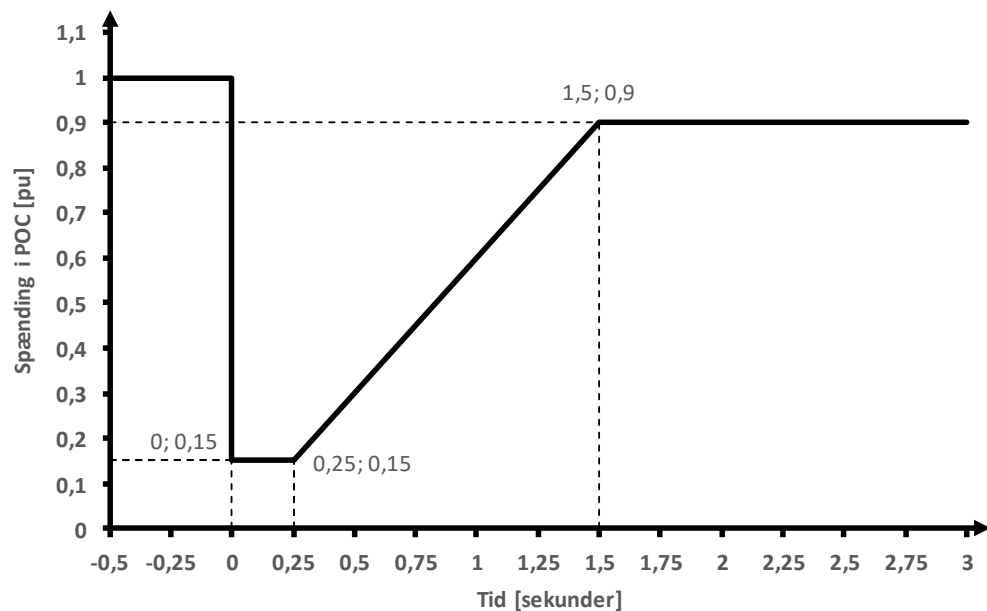
(b) Elproducerende anlæg

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

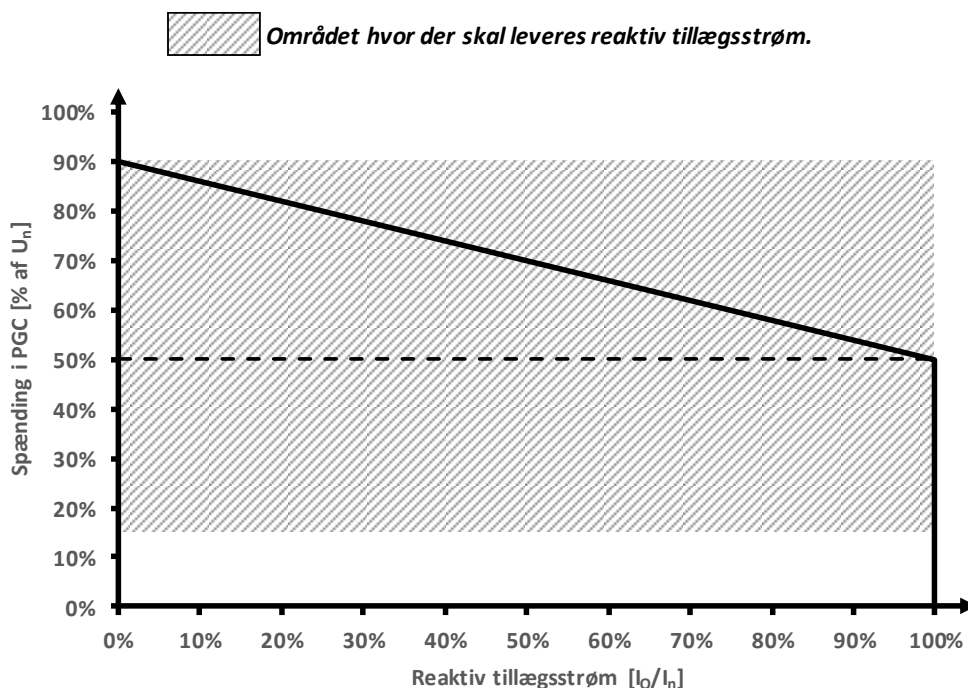
Et elproducerende anlæg skal kunne levere en reaktiv tillægsstrøm, I_0 , i generatortilslutningspunktet i tilfælde af en symmetrisk fejl (trefaset fejl) for at opretholde spændingsstabilitet i nettet under og efter en fejl.

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 (Vestdanmark)	DK 2 (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.

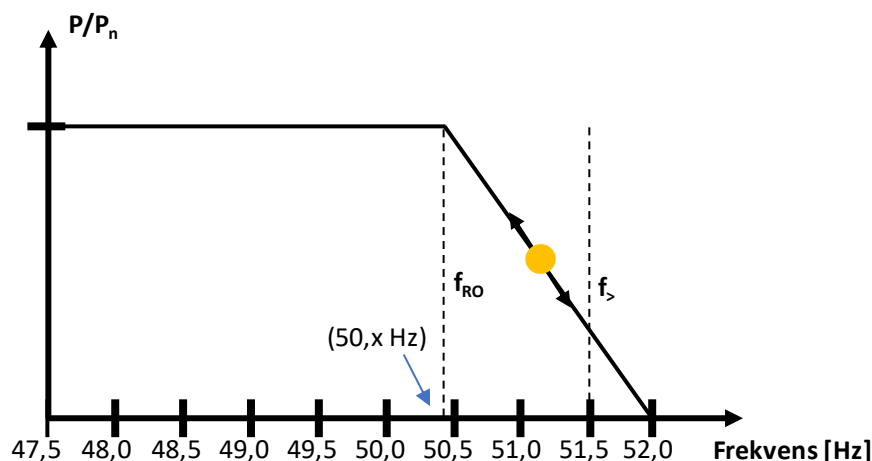
Hvis produktionsanlæggets naturlige forsinkelse (dødtid) for påbegyndelse af nedregulering er mindre end 500 ms, skal denne forlænges til 500 ms. Den ekstra forsinkelse påtrykkes kun ved overgangen til frekvensrespons, dvs. når frekvenstærsklen f_{RO} krydses.

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

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

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

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

5.3.2. 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/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.

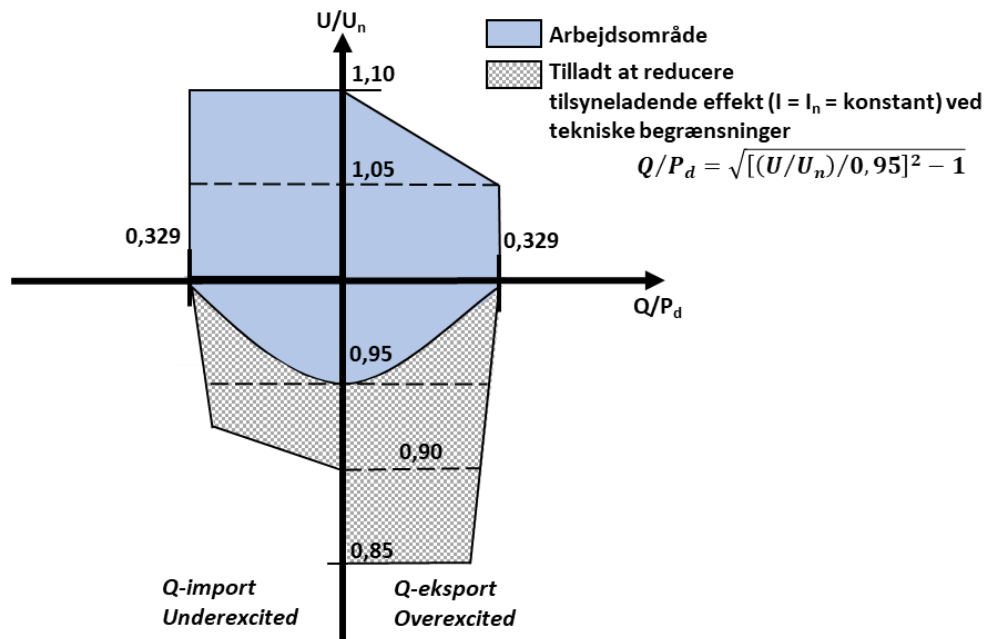
I tilfælde, hvor en eller flere elproducerende enheder i et elproducerende anlæg er ude til revision, accepteres det, at det elproducerende anlægs levering af reaktiv effekt reduceres pro rata i henhold til det antal elproducerende enheder, som er ude til revision.

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

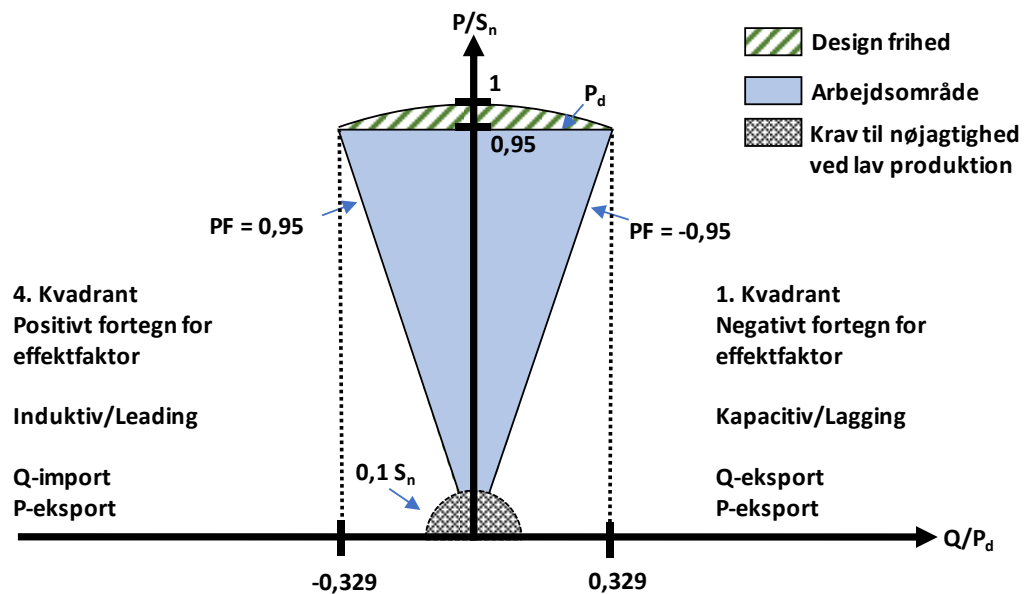
Et synkront produktionsanlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i nettilslutningspunktet (POC), som angivet i figur 5.7.



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 .

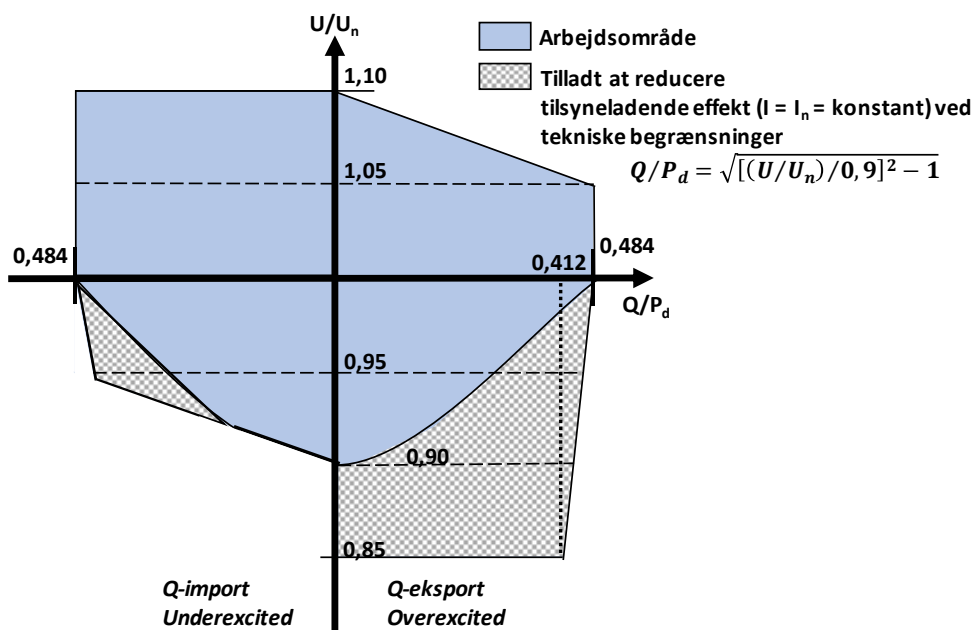


Figur 5.8 – Krav til levering af reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt.

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

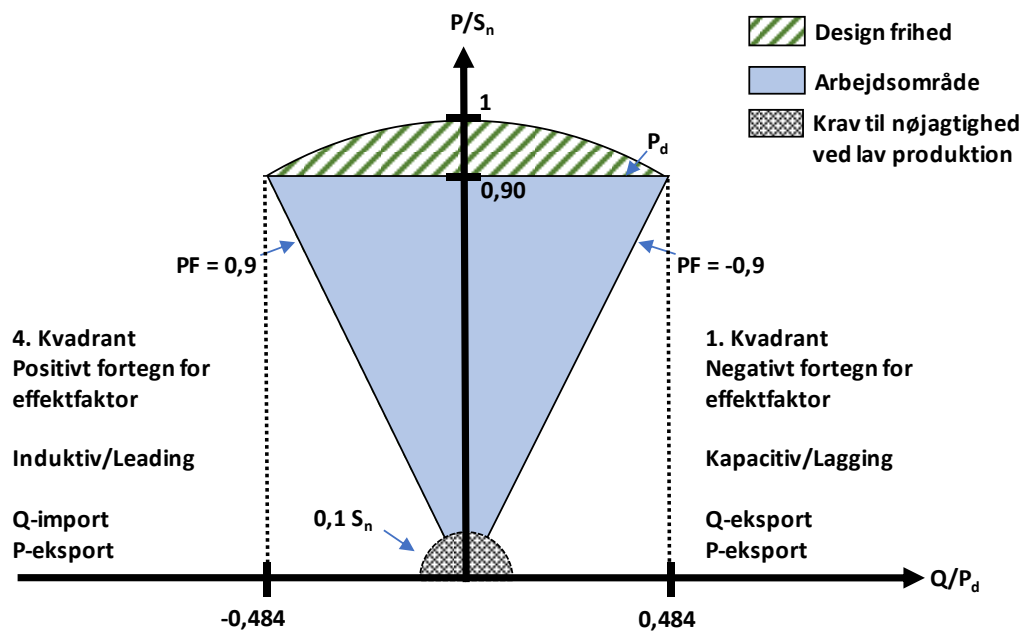
Et elproducerende anlæg skal være i stand til at levere reaktiv effekt ved forskellige spændinger i nettilslutningspunktet (POC), som angivet i figur 5.9.



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 .



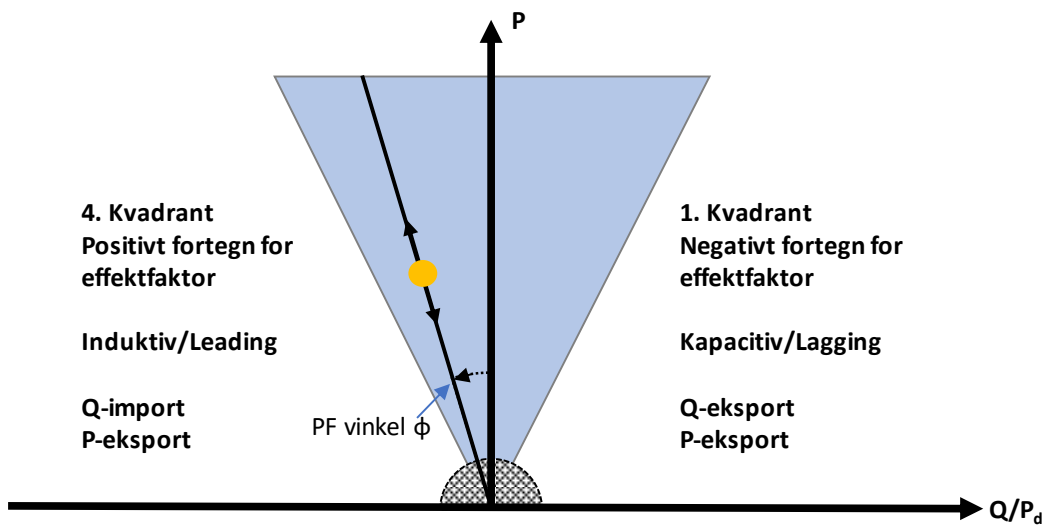
Figur 5.10 – Krav til levering af reaktiv effekt ved forskellige niveauer af aktiv effekt.

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].

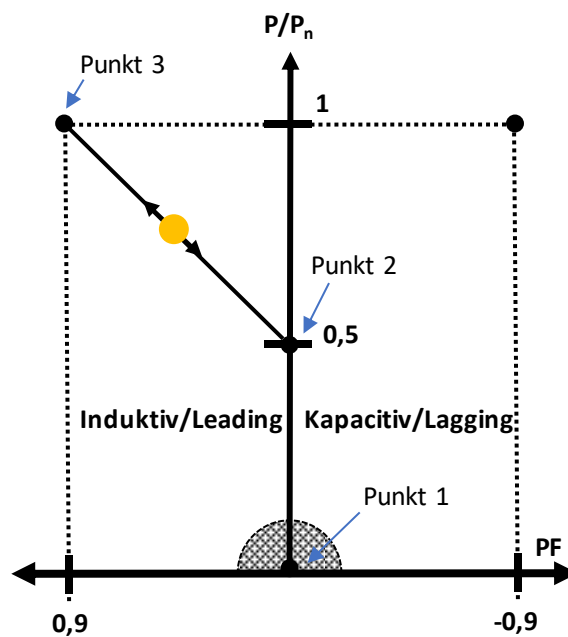
Et produktionsanlæg må ikke udveksle reaktiv effekt med det kollektive elforsyningsnet, medmindre andet er aftalt med elforsyningsvirksomheden. Dvs. produktionsanlægget skal producere ved en effektfaktor på 1 som standard.

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

Standardindstillingerne for karakteristikken er angivet i tabel 5.5.

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

Tabel 5.5 - Punkter for karakteristikken.

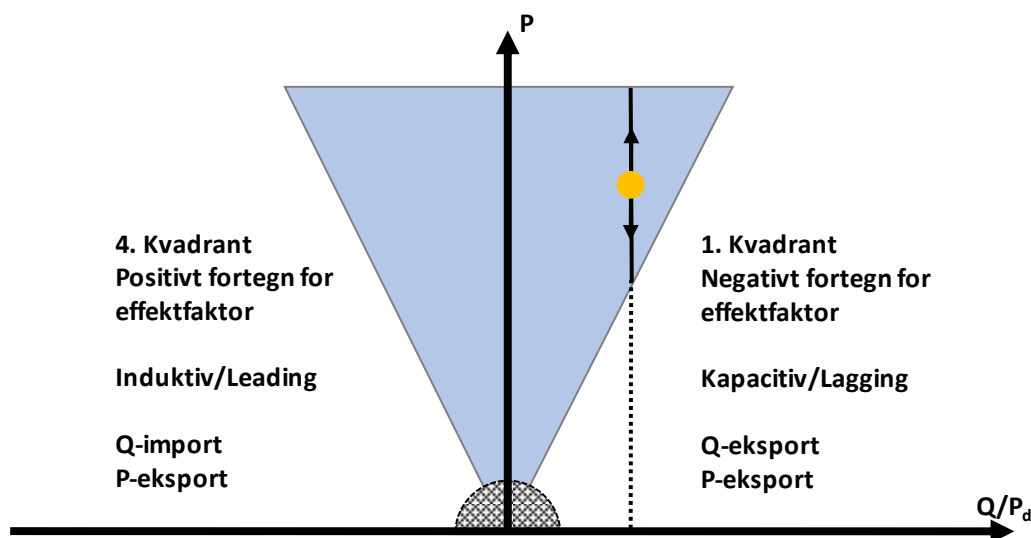
Aktiveringsniveauet for funktionen er normalt 105 % af U_n , og deaktiveringsniveauet er 100 % af U_n .

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.

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

Beskyttelsesfunktion	Symbol	Indstilling (Interval / Opløsning)		Funktionstid (Interval / Opløsning)	
Underfrekvens	$f_{<}$	47,0 – 50,0 / 0,1 Standard: 47,5	Hz	0,1 – 5 / 0,05 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 synkrongeneratorer", marts 2018.

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

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

*) Hvis synkront underspændingsrelæ anvendes.

Synkront underspændingsrelæ: Indstillingen er afhængig af de lokale generator- og netdata. Den aktuelle indstilling beregnes af elforsyningsvirksomheden.

**) Hvis der ikke anvendes synkront underspændingsrelæ, anvendes generatorfabrikantens indstillinger for overstrømsbeskyttelse.

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 (Interval / Opløsning)		Funktionstid (Interval / Opløsning)	
Frekvensændring	df/dt	0 – 3,5 / 0,1 Standard: ±2,5	Hz/s	0 – 5 / 0,01 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. Strømbalance

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.

	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 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 _i	PWHD _i
<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_i og PWHD_i i strøm (% af I_n) .

Kravene til enkelte harmoniske, THD_I og $PWHD_I$, stilles med udgangspunkt i DS/EN 61000-3-12 Tabel 3 og DEFU rapport RA 557, samt de metoder til fastsættelse af grænseværdier, som beskrives i IEC/TR 61000-3-14.

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.

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	$\frac{289}{f}^*$

SCR	Frekvens (Hz)		
	75 Hz	125 Hz	> 175 Hz
*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. Elforsyningsvirksomhedens forpligtelser

Elforsyningsvirksomheden har ansvaret for at fastsætte emissionsgrænser i nettilslutningspunktet.

Elforsyningsvirksomheden skal oplyse kortslutningsniveauet $S_{k,elkvalitet}$ med tilhørende impedansvinkel ψ_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 parameter værdi er 1 sekund.

- Maksimal opdateringsværdi 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
Generatorafbryder indikering	Status
Aktiv effekt	Måling
Reaktiv effekt	Måling
Strøm	Måling
Spænding	Måling
Effektfaktor (PF)	Måling (må gerne være beregnet)

Signalbetegnelse	Signal type
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 B2.1 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 (LFSSM-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 (LFSSM-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 B2.1 menes der at bilaget i denne vejledning skal udfyldes, og at den tekniske dokumentation, der viser at de svar man har afgivet i bilaget er korrekte, er vedhæftet. 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:
Global Service Relation Number (GSRN-nummer):	
Anlægsejer navn og adresse:	
Anlægsejer telefonnummer:	
Anlægsejer e-mail:	
Type/model:	
Nominel spænding (U_n):	
Mærkeeffekt (P_n):	
Primær energikilde:	Vind ☐ Sol ☐ Anden type anlæg* ☐ *Beskriv, anlægstypen

B1.1.2. Positivliste

Er produktionsanlægget på positivlisten? Hvis Nej, skal bilag B1.2 også udfyldes.	Ja ☐ Nej ☐
--	---

--	--

* Hvis anlægget er over 50kW, så skal anlægget dokumentere elkvalitet ved hver tilslutning, uanset om der er tale om ét eller flere anlæg.

B1.1.3. Regulering af aktiv effekt

B1.1.3.1. Frekvensrespons – Overfrekvens

Er frekvensresponsfunktionen for overfrekvens aktiveret?	Ja ☐
	Nej ☐
Hvis Ja, med hvilke indstillingsværdier?	
Frekvenstærskel (f_{RO}):	_____ Hz
Statik:	_____ %
Tid til ø-drift-detektering (minimum responstid):	_____ ms

B1.1.4. Reaktiv effekt

B1.1.4.1. Effektfaktorregulering

Er effektfaktorreguleringsfunktionen aktiveret?	Ja ☐
	Nej ☐
	Styres online ☐
Hvis Ja, med hvilket setpunkt?	_____ $\cos\phi$
(Værdi forskellig fra $\cos\phi$ 1.0 skal aftales med elforsyningsvirksomheden)	Induktiv ☐
	Kapacitiv ☐

B1.1.4.2. Automatisk effektfaktorregulering

Er funktionen med automatisk effektfaktorregulering aktiveret?	Ja ☐
(Må ikke aktiveres uden aftale med elforsyningsvirksomheden)	Nej ☐
	_____ %
Hvis Ja, med hvilke setpunkter?	_____ $\cos\phi$
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)	

B1.1.4.3. Q-regulering

--	--

Er Q-reguleringsfunktionen aktiveret? Hvis Ja, med hvilket setpunkt? (Værdi forskellig fra 0 kVAr skal aftales med elforsyningsvirksomheden)	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐ _____ 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 ☐ Nej ☐
--	---

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:	
Firma:	

Ansvarlig:	
Underskrift (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 telefonnummer:	
Anlægsejer e-mail:	
Type/model:	
Nominer spænding (U_n):	
Mærkeeffekt (P_n):	
Primær energikilde:	Vind ☐ Sol ☐ Anden type anlæg* ☐ *Beskriv, anlægstypen

B1.2.2. EN50549-1

Overholder produktionsanlægget EN50549-1? Hvis ja, så er det kun spørgsmålene med <i>kursiv skrift</i>, der skal besvares. Spørgsmål med normal skrift er dækket af EN50549-1.	Ja ☐ Nej ☐
---	---

B1.2.3. Tolerance over for frekvens- og spændingsafvigelser

B1.2.3.1. Fasespring

Forbliver anlægget tilsluttet ved spændingsfasespring på 20 grader i POC? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.2.3.2. Driftsområde for spænding og frekvens

Er anlægget i stand til at opretholde driften inden for spændings- og frekvensområdet på figur 4.1 samt producere kontinuert inden for normaldriftsområdet? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.2.3.3. Frekvensændring

Forbliver anlægget tilsluttet ved frekvensændringer på 2,0 Hz/s i POC? Hvis Ja, henvisning til dokumentation: - Skal udfyldes for synkrone produktionsanlæg	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.2.3.4. Tilladt reduktion af aktiv effekt ved underfrekvens

Er reduktionen i aktiv effekt ved underfrekvens mindre end grænsen specificeret i afsnit 4.1.2.2? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.2.4. Opstart og genindkobling af et produktionsanlæg

B1.2.4.1. Opstart og genindkobling

Sker opstart og genindkobling minimum 3 min. efter, at spænding og frekvens er inden for de områder, der er angivet i afsnit 4.2? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
---	--

--	--

B1.2.4.2. Gradient for stigning i aktiv effekt

Overholder anlægget kravet til maksimal stigning for aktiv effekt ved indkobling, som det er angivet i afsnit 4.2? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.2.5. Regulering af aktiv effekt

B1.2.5.1. Frekvensrespons – Overfrekvens

<i>Er anlægget udstyret med en frekvensresponsfunktion for overfrekvens, som specificeret i afsnit 4.3.1?</i> <i>Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?</i>	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.2.6. Regulering af reaktiv effekt

B1.2.6.1. Arbejdsområde

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

B1.2.6.2. Effektfaktorregulering

<i>Er produktionsanlægget udstyret med en effektfaktorreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 4.4.2?</i> <i>Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?</i>	Ja ☐ Nej ☐
--	--

--	--

B1.2.6.3. Automatisk effektfaktorregulering

Er produktionsanlægget udstyret med en automatisk effektfaktorreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 4.4.3? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.2.6.4. Q-regulering

Er produktionsanlægget udstyret med en Q-reguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 4.4.4? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.2.7. Beskyttelse

B1.2.7.1. 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
Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?					

B1.2.7.2. Yderligere krav til netbeskyttelse for synkron produktionsanlæg

Anvendes synkronunderspændingsrelæ som beskyttelse mod asynkron sammenkobling?	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.2.7.3. 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.

B1.2.8. Elkvalitet

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

B1.2.8.1. Hurtige spændingsændringer

Overholder produktionsanlægget grænseværdien for hurtige spændingsændringer, som angivet i afsnit 4.6? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.2.8.2. DC-indhold

Overstiger DC-indholdet ved normaldrift 0,5 % af nominel strøm? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.2.8.3. Strømubalance

Overstiger strømubalancen ved normaldrift 16 A? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis anlægget består af enfasede elproducerende enheder, er det da sikret, at ovennævnte grænse ikke overskrides? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐

--	--

B1.2.8.4. Flicker

<i>Er flickerbidraget for hele anlægget under den grænseværdi, der er angivet i afsnit 4.6?</i> <i>Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?</i>	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.2.8.5. Harmoniske overtoner

<i>Er alle de harmoniske overtoner for hele anlægget under de grænseværdier, der er angivet i afsnit 4.6?</i> <i>Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?</i>	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.2.8.6. Interharmoniske overtoner

Afsnittet skal kun udfyldes for produktionsanlæg større end 50 kW.

<i>Er alle de interharmoniske overtoner for hele produktionsanlægget under de grænseværdier, der er angivet i afsnit 4.6?</i> <i>Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?</i>	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.2.8.7. Forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz

Afsnittet skal kun udfyldes for produktionsanlæg større end 50 kW.

<i>Er emission af forstyrrelser med frekvenser i intervallet 2-9 kHz mindre end 0,2 % af mærkestrømmen I_n, som krævet i afsnit 4.6?</i> <i>Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?</i>	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.2.9. 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:	
Global Service Relation Number (GSRN-nummer):	
Anlægsejers navn og adresse:	
Anlægsejers telefonnummer:	
Anlægsejers e-mail:	

B2.1.2. Beskrivelse af anlægget

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

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

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? - DS/EN60034-1, "Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance", 2004 - DS/EN60034-3, "Rotating electrical machines – Part 3: Specific requirements for turbine-type synchronous machines", 1995	Ja ☐ Nej ☐

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

B2.1.2.2. Generatordata

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

Beskrivelse	Symbol	Enhed	Værdi
Nominel tilsyneladende effekt:	S_n	MVA	
Nominel spænding:	U_n	kV	
Nominel frekvens:	f_n	Hz	
Nominel effektfaktor ($\cos\phi$):	$\cos\phi_n$	-	
Nominel minimum reaktiv effekt-produktion fra PQ-diagram:	$Q_{\min,n}$	MVar	
Nominel maksimal reaktiv effekt-produktion fra PQ-diagram:	$Q_{\max,n}$	MVar	
Synkronhastighed:	n_n	Rpm	
Total inertimoment for roterende masse (generator, drivsystem etc.):	J_{tot}	$\text{kg}\cdot\text{m}^2$	
Inertimoment for generator:	J_G	$\text{kg}\cdot\text{m}^2$	
Inertimoment for drivsystem:	J_D	$\text{kg}\cdot\text{m}^2$	
Rotorens type:	-	-	Udprægede poler ☐ Rund rotor ☐
Stator resistans pr. fase:	R_a	p.u.	
Temperatur for resistans:	T_R	$^{\circ}\text{C}$	
Statorspredningsreaktans pr. fase:	X_{ad}	p.u.	
Synkron reaktans, d-akse:	X_d	p.u.	
Transient reaktans, d-akse:	X'_d	p.u.	
Subtransient reaktans, d-akse:	X''_d	p.u.	
Mættet synkron reaktans, d-akse:	$X_{d,\text{sat}}$	p.u.	
Mættet subtransient reaktans, d-akse:	$X''_{d,\text{sat}}$	p.u.	
Synkron reaktans, q-akse:	X_q	p.u.	
Transient reaktans, q-akse:	X'_q	p.u.	
Subtransient reaktans, q-akse:	X''_q	p.u.	
Transient åben-kreds tidskonstant, d-akse:	T'_{d0}	s	
Subtransient åben-kreds tidskonstant, d-akse:	T''_{d0}	s	

Beskrivelse	Symbol	Enhed	Værdi
Transient åben-kreds tidskonstant, q-akse:	T'_{q0}	s	
Subtransient åben-kreds tidskonstant, q-akse:	T''_{q0}	s	
Potier reaktans:	X_p	p.u.	
Mætningspunkt ved 1,0 p.u. spænding:	$SG_{1.0}$	p.u.	
Mætningspunkt ved 1,2 p.u. spænding:	$SG_{1.2}$	p.u.	
Reaktans, invers-komposant:	X_2	p.u.	
Resistans, invers-komposant:	R_2	p.u.	
Reaktans, nul-komposant:	X_0	p.u.	
Resistans, nul-komposant:	R_0	p.u.	
Er generatorens stjernepunkt jor-det?	-	-	Ja ☐ Nej ☐
Hvis ja, jordingsreaktans:	X_e	Ohm	
Hvis ja, jordingsresistans:	R_e	Ohm	
Generatorens kortslutningsforhold (Nominel):	K_c	p.u.	

B2.1.2.3. Magnetiseringssystem

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

Fabrikant:	
Type/Model:	
Er magnetiseringssystemet i overensstemmelse med relevante dele i følgende europæiske standarder: - DS/EN 60034-16-1:2011 "Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Chapter 1: Definitions" - DS/CLC/TR 60034-16-3:2004 "Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Section 3: Dynamic performance".	Ja ☐ Nej ☐
Er produktionsanlægget udstyret med et magnetiseringssystem, som specificeret i afsnit 5.4.5?	Ja ☐ Nej ☐

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

B2.1.2.4. Maskin- eller anlægstransformer

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

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

B2.1.3. EN50549-1

Overholder produktionsanlægget EN50549-1? Hvis ja, så er det kun spørgsmålene med <i>kursiv skrift</i>, der skal besvares. Spørgsmål med normal skrift er dækket af EN50549-1.	Ja ☐ Nej ☐
---	---

B2.1.4. Tolerance over for frekvens- og spændingsafvigelser

B2.1.4.1. Fasespring

Forbliver anlægget tilsluttet ved spændingsfasespring på 20 grader i POC? <i>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:</i>	Ja ☐ Nej ☐
--	---

B2.1.4.2. Driftsområde for spænding og frekvens

Er anlægget i stand til at opretholde driften inden for spændings- og frekvensområdet på figur 5.1 samt producere kontinuert inden for normaldriftsområdet? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	---

B2.1.4.3. Frekvensændring

Forbliver anlægget tilsluttet ved frekvensændringer på 2,0 Hz/s i POC? Hvis Ja, henvisning til dokumentation: - Skal udfyldes for synkrone produktionsanlæg	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B2.1.4.4. Tilladt reduktion af aktiv effekt ved underfrekvens

Er reduktionen i aktiv effekt ved underfrekvens mindre end grænsen specificeret i afsnit 4.1.2.2? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B2.1.5. Tolerance over for spændingsafvigelser

Forbliver produktionsanlægget tilkoblet det kollektive elforsyningsnet ved spændingsdyk, som specificeret i afsnit 5.1.3.3? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
Forbliver produktionsanlægget tilkoblet det kollektive elforsyningsnet ved spændingsstigninger, som specificeret i afsnit 5.1.3.2? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐

B2.1.5.1. Reaktiv tillægsstrøm

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

Leverer det elproducerende anlæg reaktiv tillægsstrøm, som specificeret i afsnit 5.1.3.3 (b)? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B2.1.6. Opstart og genindkobling af et produktionsanlæg

Sker indkobling og synkronisering som specificeret i afsnit 5.2? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
Er det muligt at omgå den automatiske synkronisering?	Ja ☐

Hvis Nej, henvisning til dokumentation:	Nej ☐
---	------------------------------

B2.1.7. Regulering af aktiv effekt

B2.1.7.1. Frekvensrespons - Overfrekvens

<i>Er produktionsanlægget udstyret med en frekvensresponsfunktion for overfrekvens, som specificeret i afsnit 5.3.1?</i> <i>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:</i>	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B2.1.7.2. Absolut-effektbegrænserfunktion

<i>Er produktionsanlægget udstyret med en absolut-effektbegrænserfunktion, som specificeret i afsnit 5.3.2.1?</i> <i>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:</i>	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B2.1.7.3. Gradient-effektbegrænser

<i>Er produktionsanlægget udstyret med en gradient-effektbegrænser, som specificeret i afsnit 5.3.2.2?</i> <i>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:</i>	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B2.1.8. Regulering af reaktiv effekt

B2.1.8.1. Arbejdsområde

Kan produktionsanlægget levere reaktiv effekt ved P_n og varierende driftsspændinger, som specificeret i afsnit 5.4? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
	Ja ☐

Kan produktionsanlægget levere reaktiv effekt ved varierende aktiv effekt, som specificeret i afsnit 5.4? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Nej ☐
---	-------------------------------------

B2.1.8.2. Effektfaktorregulering

<i>Er produktionsanlægget udstyret med en effektfaktorreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 5.4.2?</i> <i>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:</i>	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B2.1.8.3. Automatisk effektfaktorregulering

<i>Er produktionsanlægget udstyret med en automatisk effektfaktorreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 5.4.3?</i> <i>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:</i>	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B2.1.8.4. Q-regulering

<i>Er produktionsanlægget udstyret med en Q-reguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 5.4.4?</i> <i>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:</i>	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B2.1.9. Elkvalitet

<i>Er emissionsværdierne beregnet?</i>	Ja ☐ Nej ☐
<i>Er emissionsværdierne målt?</i>	Ja ☐ Nej ☐
<i>Er der vedlagt en rapport med dokumentation for, at beregningerne eller målingerne overholder emissionskravene?</i>	Ja ☐ Nej ☐

Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	
--	--

B2.1.9.1. Hurtige spændingsændringer

Overholder produktionsanlægget grænseværdien for hurtige spændingsændringer, som angivet i afsnit Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.3? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B2.1.9.2. DC-indhold

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

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

B2.1.9.3. Spændingsubalance

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

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

B2.1.9.4. Flicker

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

Er flickerbidraget for hele produktionsanlægget under den grænseværdi, der er angivet i afsnit 5.6.1.44? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B2.1.9.5. Harmoniske overtoner

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

<i>Er alle de harmoniske overtoner for hele produktionsanlægget under de grænseværdier, der er angivet i afsnit 05?</i> <i>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:</i>	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B2.1.9.6. Interharmoniske overtoner

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

<i>Er alle de interharmoniske overtoner for hele produktionsanlægget under de grænseværdier, der er angivet i afsnit 06?</i> <i>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:</i>	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B2.1.9.7. Forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz

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

<i>Er emission af forstyrrelser med frekvenser i intervallet 2-9 kHz mindre end 0,2 % af I_n, som krævet i afsnit 07?</i> <i>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:</i>	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B2.1.10. Beskyttelse

<i>Er anlægget beskyttet med de funktioner, der er krævet i afsnit 5.5.3?</i> <i>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:</i>	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B2.1.10.1. Ø-drift-detektering

<i>Er anlægget beskyttet med de funktioner, der er krævet i afsnit 5.5.4?</i> <i>Hvis Ja, henvisning til dokumentation:</i>	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B2.1.10.2. Yderligere krav til netbeskyttelse for synkrone produktionsanlæg

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

Anvendes synkronunderspændingsrelæ?	Ja ☐ Nej ☐
Anvendes overstrømsrelæ?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B2.1.11. Krav til informationsudveksling

Kan anlægget udveksle information, som det er krævet i afsnit 0?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B2.1.12. Underskrift

Afsnittet 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:	
Global Service Relation Number (GSRN-nummer):	
Anlægsejer navn og adresse:	
Anlægsejer telefonnummer:	
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 ☐ Nej ☐
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 ☐ Nej ☐ Styres online ☐
Hvis Ja, med hvilken værdi?	_____ kW

B2.2.2.3. Gradient-effektbegrænser

Er produktionsanlæggets gradient-effektbegrænser aktiveret? Hvis Ja, med hvilken værdi?	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐ _____ % P_n/min
---	---

B2.2.3. Regulering af reaktiv effekt

B2.2.3.1. Q-regulering

Er Q-reguleringsfunktionen aktiveret? Hvis Ja, med hvilket setpunkt? (Værdi forskellig fra 0 kVAr skal aftales med elforsyningsvirksomheden)	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐ _____ kVAr
--	--

B2.2.3.2. Effektfaktorregulering

Er effektfaktorreguleringsfunktionen aktiveret? Hvis Ja, med hvilket setpunkt? (Værdi forskellig fra cosφ 1.0 skal aftales med elforsyningsvirksomheden)	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐ _____ cosφ Induktiv ☐ Kapacitiv ☐
--	---

B2.2.3.3. Automatisk effektfaktorregulering

Er funktionen med automatisk effektfaktorregulering aktiveret? (Må ikke aktiveres uden aftale med elforsyningsvirksomheden)	Ja ☐ Nej ☐
--	--

Hvis Ja, med hvilke setpunkter?	_____ %
Punkt 1 – P/Pn	_____ cosφ
Punkt 1 – Effektfaktor (induktiv)	_____ %
Punkt 2 – P/Pn	_____ cosφ
Punkt 2 – Effektfaktor (induktiv)	_____ %
Punkt 3 – P/Pn	_____ cosφ
Punkt 3 – Effektfaktor (induktiv)	

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-drift-detektering

Benyttes der vektorspringsrelæer eller aktiv ø-drift-detektering?	Ja ☐ Nej ☐
---	---

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 idriftsættelsestidspunktet.

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

* Hvis synkron underspændingsrelæ anvendes.

B2.2.5. Overensstemmelsesprøvning

Er der udført overensstemmelsesprøvninger som krævet i afsnit 5.8.2?	Ja ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Nej ☐

B2.2.6. Underskrift

Dato:	
Firma:	
Ansvarlig:	
Underskrift (ansvarlig):	
Anlægsejer:	
Underskrift (anlægsejer):	