

ENERGINET

Energinet.dk
Tonne Kjærvej 65
DK-7000 Fredericia

+45 70 10 22 44
info@energinet.dk
CVR-nr. 28 98 06 71

TEKNISK FORSKRIFT 3.4.1 - REV. 2

ELFORBRUGSANLÆG TILSLUTTET OVER 100 KV

						[DATO]
						[NAVN]
		07.07.2017	07.07.2017	07.07.2017	07.07.2017	[DATO]
2	Publiceret udgave	FBN	JMI	BJA	JBO	[NAVN]
REV.	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	REVIEWED	APPROVED	

Revisionsoversigt

NR.	TEKST	REVISION	DATO
Alle	Ændringer implementeret efter behandling af høringskommentarer	2	07.07.2017
Alle	Offentlig høring	1.3.a	30.06.2017
Alle	Redaktionelle ændringer efter offentlig høring	1.3	09.04.2013
Alle	Offentlig høring	1.2	04.03.2013
Alle	Rettet udgave efter præhøring	1.1	22.11.2012
Alle	Præhøring	1.0	11.10.2012

INDHOLD

Læsevejledning.....	4
1. Terminologi, forkortelser og definitioner	5
2. Formål, anvendelsesområde forvaltningsmæssige bestemmelser	12
3. Fastlæggelse af POC og spændingsniveau	17
4. Elkvalitet	18
5. Styring og regulering	20
6. Beskyttelse	21
7. Udveksling af signaler og datakommunikation.....	22
8. Verifikation og dokumentation	23
9. Elektrisk simuleringsmodel	24

LISTE OVER FIGURER

Figur 1 Definition af fortegn for aktiv og reaktiv effekt samt effektfaktorsetpunkter	8
Figur 2 Eksempel på nettilslutning af anlæg med henblik på placering af definerede snitflader	10

LISTE OVER TABELLER

Tabel 1 Nominel spændinger på transmissionsnettet	17
Tabel 2 Oversigt over krav til elkvalitet	18
Tabel 3 Skabelon for angivelse af spændings- og frekvensafhængighed for aktiv og reaktiv effekt	25

Læsevejledning

Denne forskrift indeholder de tekniske og funktionelle krav som elforbrugsanlæg skal overholde ved nettilslutning over 100 kV i Danmark.

Forskriften er bygget op således, at afsnit 1 indeholder anvendt terminologi og anvendte definitioner, afsnit 2 beskriver de forvaltningsmæssige bestemmelser og relevante referencer, mens afsnit 3 til og med 7 indeholder de tekniske og funktionelle krav. Afsnit 8 indeholder kravene til dokumentation og afsnit 9 indeholder kravene til den elektriske simuleringsmodel.

Der gøres i forskriften udstrakt brug af terminologi og definitioner. I afsnit 1 er de væsentligste beskrevet. Brugen af terminologi og definitioner i forskriften er i teksten tydeliggjort med *kursiv* skrift.

Forskriften udgives også på engelsk. I tvivlstilfælde er den danske udgave gældende.

Forskriften er udgivet af *den systemansvarlige virksomhed* og kan hentes på www.energinet.dk.

1. Terminologi, forkortelser og definitioner

1.1 Forkortelser

I dette afsnit er anført de forkortelser, der benyttes i dokumentet.

1.1.1 I_k

I_k er betegnelsen for *kortslutningsstrøm*. Nærmere definition, se afsnit 1.2.11.

1.1.2 I_n

I_n er den *nominelle strøm*, dvs. den maksimale kontinuerte strøm, som et anlæg er designet til at forbruge. Nærmere definition, se afsnit 1.2.16.

1.1.3 P_n

P_n er betegnelsen for *nominel effekt* for et anlæg. Nærmere definition, se afsnit 1.2.14.

1.1.4 PCC

Point of Common Coupling. *Leveringspunktet (PCC)*. Nærmere definition, se afsnit 1.2.12.

1.1.5 PCOM

Point of Communication. *Kommunikationstilslutningspunktet (PCOM)* er nærmere defineret i afsnit 1.2.9.

1.1.6 PDC

Point of Demand Connection.

Tilslutningsterminaler på elforbrugsanlægget (PDC) er det punkt, som leverandøren af et *elforbrugsanlæg* definerer som *elforbrugsanlæggets terminaler*.

1.1.7 PF

Power Factor. *Effektfaktor (PF)*. Nærmere definition, se afsnit 1.2.3.

1.1.8 POC

Point of Connection. *Nettilslutningspunktet (POC)* er nærmere defineret i afsnit 1.2.13.

1.1.9 S_k

S_k er betegnelsen for *kortslutningseffekt*. Nærmere definition, se afsnit 1.2.10.

1.1.10 S_n

S_n er betegnelsen for den *nominelle tilsyneladende effekt* for *elforbrugsanlægget*.

1.1.11 U_c

U_c er den betegnelse, der benyttes for *normal driftsspænding*. Nærmere definition, se afsnit 1.2.18.

1.1.12 U_{\max}

U_{\max} er den betegnelse, der benyttes for den maksimale værdi af den *nominelle spænding*, U_n , som anlægget kan blive udsat for.

1.1.13 U_{\min}

U_{\min} er den betegnelse, der benyttes for den minimale værdi af den *nominelle spænding*, U_n , som anlægget kan blive udsat for.

1.1.14 U_n

U_n er den betegnelse, der benyttes for *nominel spænding*. Nærmere definition, se afsnit 1.2.15.

1.2 Definitioner

I dette afsnit er anført de definitioner, der benyttes i dokumentet.

1.2.1 Anlægsejer

Anlægsejer er den, der juridisk ejer anlægget. I visse sammenhænge anvendes termen selskab i stedet for *anlægsejer*. *Anlægsejer* kan overdrage det driftsmæssige ansvar jf. Stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 5 til en *anlægsoperatør*.

1.2.2 Anlægsoperatør

Anlægsoperatøren er den virksomhed, der har det driftsmæssige ansvar for *elforbrugsanlægget* via ejerskab eller kontraktmæssige arrangementer.

1.2.3 Effektfaktoren (PF)

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

1.2.4 Elforbrugsanlæg

Et *elforbrugsanlæg* er et anlæg som forbruger elektrisk energi og som er tilsluttet over 100 kV i det *kollektive elforsyningsnet*. Et distributionssystem, eller en station, som er tilsluttet over 100 kV i det *kollektive elforsyningsnet*, er ikke et *elforbrugsanlæg*.

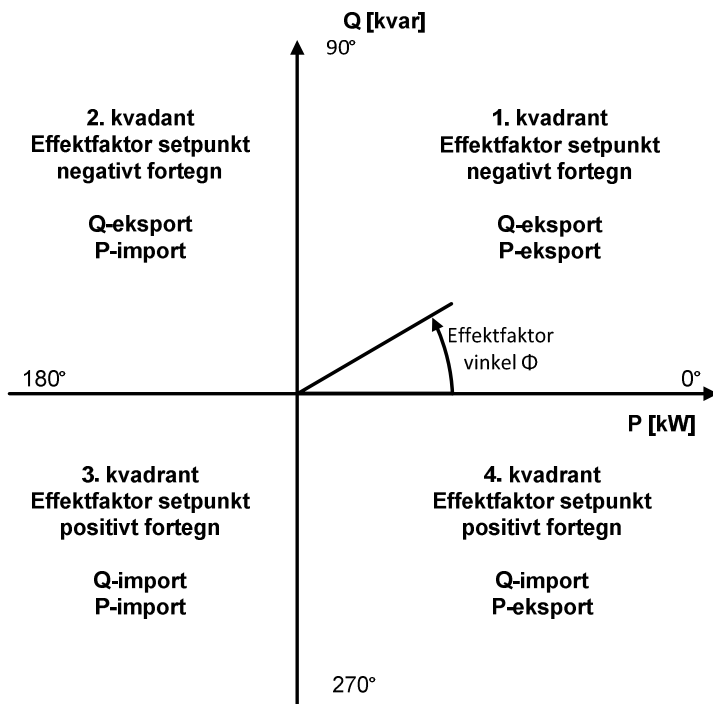
1.2.5 Elforsyningsvirksomhed

Elforsyningsvirksomheden er den virksomhed, i hvis net et *elforbrugsanlæg* er elektrisk tilsluttet. For spændingsniveauer op til 100 kV er det den lokale netvirksomhed, og for spændingsniveauer over 100 kV er det Energinet.dk.

1.2.6 Generatorkonvention

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 *effektfaktor*-setpunkt styres den ønskede *effektfaktorregulering*, og fortegnet anvendes til at styre, om der skal reguleres i 1. kvadrant eller i 4. kvadrant. For *effektfaktor*-setpunkter er der således tale om en kombination af to informationer i et enkelt signal: En setpunktsværdi og valg af reguleringskvadrant.



Figur 1 Definition af fortegn for aktiv og reaktiv effekt samt effektfaktorsetpunkter

1.2.7 Harmoniske forstyrrelser

Harmoniske forstyrrelser er defineret som elektriske forstyrrelser forårsaget af overharmoniske strømme og spændinger. *Harmoniske forstyrrelser* benævnes også overtoner, overharmoniske toner, overharmonisk forvrængning eller blot harmoniske.

1.2.8 Kollektivt elforsyningsnet

Transmissions- og distributionsnet, som på offentligt regulerede vilkår har til formål at transportere elektricitet for en ubestemt kreds af elleverandører og elforbrugere.

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

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

1.2.9 Kommunikationstilslutningspunkt (PCOM)

Kommunikationstilslutningspunktet (PCOM) er det sted i et *elforbrugsanlæg*, hvor datakommunikationsegenskaberne, specificeret i afsnit 7, skal stilles til rådighed og verificeres.

1.2.10 Kortslutningseffekt (S_k)

Kortslutningseffekten (S_k) er størrelsen af den effekt [VA], som *den kollektive elforsyning* kan levere i *nettilslutningspunktet* ved en kortslutning af *elforbrugsanlæggets* terminaler.

Definitionen *kortslutningsforhold* bruges også for generatorer hvor det er det reciprokke af den mættede synkrone reaktans i p.u.

1.2.11 Kortslutningsstrøm (I_k)

Kortslutningsstrømmen (I_k) er størrelsen af den strøm [kA], som *elforbrugsanlægget* kan levere i *nettilslutningspunktet* ved en kortslutning af *elforbrugsanlæggets* terminaler.

1.2.12 Leveringspunkt (PCC)

Leveringspunktet (*PCC*) er det punkt i det *kollektive elforsyningsnet*, hvor forbrugere er eller kan blive tilsluttet.

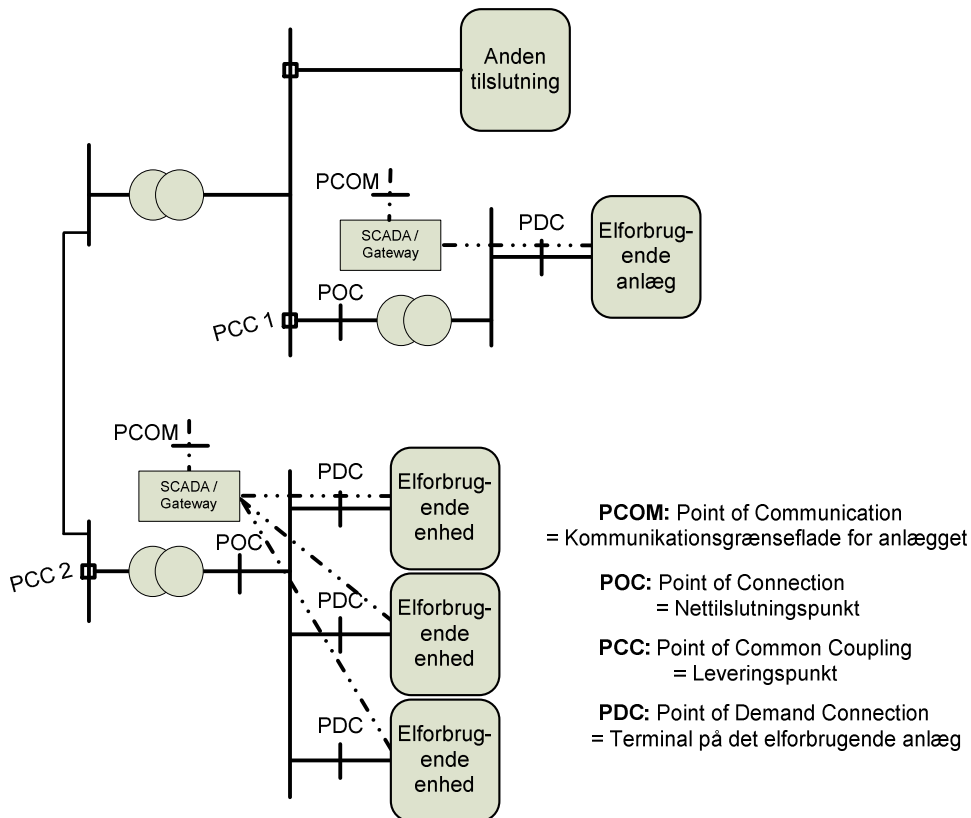
Elektrisk set kan *leveringspunkt* og *nettilslutningspunkt* være sammenfaldende. *Leveringspunktet* (*PCC*) er altid placeret tættest på det *kollektive elforsyningsnet*, se Figur 2.

Det er *den systemansvarlige virksomhed*, der anviser *leveringspunktet*.

1.2.13 Nettilslutningspunkt (POC)

Nettilslutningspunktet (POC) er det punkt i det kollektive elforsyningsnet, hvor elforbrugsanlægget er tilsluttet.

Alle krav specificeret i denne forskrift er gældende i nettilslutningspunktet. Reaktiv kompensering ved tomgang kan efter nærmere aftale med systemansvarlig virksomhed placeres et andet sted i det kollektive elforsyningsnet. Det er den systemansvarlige virksomhed, der anviser nettilslutningspunktet.



Figur 2 Eksempel på nettilslutning af anlæg med henblik på placering af definerede snitflader

1.2.14 Nominel effekt (P_n)

Nominel effekt (P_n) for et elforbrugsanlæg er den største aktive effekt, som elforbrugsanlægget er godkendt til at optage kontinuert i nettilslutningspunktet under normale driftsforhold.

1.2.15 Nominel spænding (U_n)

Den spænding ved POC, hvorved et net benævnes, og hvortil driftsstørrelser henføres. Nominel spænding betegnes med U_n .

1.2.16 Nominel strøm (I_n)

Nominel strøm (I_n) defineres som den maksimale kontinuerte strøm, et elforbrugsanlæg er designet til at optage under normale driftsforhold.

1.2.17 Nominel værdi for den tilsyneladende effekt (S_n)

Nominel værdi for den tilsyneladende effekt (S_n) er den største effekt bestående af både den aktive og reaktive komponent, som et *elforbrugsanlæg* er konstrueret til at kunne forbruge kontinuert.

1.2.18 Normal driftsspænding (U_c)

Normal driftsspænding angiver det spændingsområde, hvor et *elforbrugsanlæg* kontinuert skal kunne forbruge den angivne *nominelle effekt*, se afsnit 3.2 og afsnit 1.1. *Normal driftsspænding* fastlægges af *den systemansvarlige virksomhed*.

1.2.19 Sammenhængende elforsyningssystem

De *kollektive elforsyningsnet* med tilhørende *elforbrugsanlæg* i et større område, som er indbyrdes forbundet med henblik på fælles drift, benævnes som et *sammenhængende elforsyningssystem*.

1.2.20 Systemansvarlig virksomhed

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

2. Formål, anvendelsesområde forvaltningsmæssige bestemmelser

2.1 Formål

Formålet med den tekniske forskrift 3.4.1 er at fastlægge de tekniske og funktionelle minimumskrav, som et *elforbrugsanlæg* tilsluttet over 100 kV i det kollektive elforsyningsnet skal overholde i nettilslutningspunktet. Forskriften skal således være med til at sikre den tekniske kvalitet og balance i det kollektive elforsyningsnet.

Forskriften er udstedt i medfør af § 7, stk. 1, nr. 2, i bekendtgørelse nr. 891 af 17. august 2011 (Systemansvarsbekendtgørelsen). Forskriften er, jf. § 7, stk. 1 i Systemansvarsbekendtgørelsen, udsendt i offentlig høring inden anmeldelse til Energitilsynet.

Forskriften har gyldighed inden for rammerne af elforsyningsloven, jf. lovbekendtgørelse nr. 418 af 25. april 2016 med senere ændringer.

Et *elforbrugsanlæg* skal overholde dansk lovgivning, herunder Stærkstrømsbekendtgørelsen [ref. 6] og nettilslutnings- og netbenyttelsesaftalen.

For områder, der ikke er dækket af dansk lovgivning, anvendes CENELEC-normer (EN), IEC-standarder, CENELEC- eller IEC-tekniske specifikationer.

2.2 Anvendelsesområde

Et *elforbrugsanlæg*, som er tilsluttet over 100 kV i POC i det kollektive elforsyningsnet, skal i hele *elforbrugsanlæggets* levetid opfylde bestemmelserne i forskriften.

De tekniske krav i den tekniske forskrift er gældende for:

- *Elforbrugsanlæg* tilsluttet over 100 kV.

For de *elforbrugsanlæg*, der indgår i markedet som leverandør af systemydelser, skal de tekniske krav i "Systemydelser til levering i Danmark - Udbudsbetingelser" også overholdes.

2.2.1 Et nyt elforbrugsanlæg

Forskriften gælder for alle *elforbrugsanlæg*, som er tilsluttet det kollektive elforsyningsnet over 100 kV og idriftsat fra og med ikrafttrædelsesdatoen for denne forskrift.

Af hensyn til *elforbrugsanlæg*, som er endeligt ordret ved bindende skriftlig ordre inden forskriften er anmeldt til Energitilsynet, men planlagt idriftsat efter denne forskrift træder i kraft, kan der søges en dispensation i henhold til afsnit 2.9, hvor relevant dokumentation vedlægges.

2.2.2 Et eksisterende elforbrugsanlæg

Et *elforbrugsanlæg*, som er tilsluttet over 100 kV i det kollektive elforsyningsnet før ikrafttrædelsesdatoen for denne forskrift, skal overholde forskriften, der var gældende på idriftsættelsestidspunktet, samt de aftaler der er indgået med *den systemansvarlige virksomhed*.

2.2.3 Ændringer på et eksisterende elforbrugsanlæg

Et eksisterende *elforbrugsanlæg*, hvor der foretages væsentlige funktionelle ændringer, skal overholde de bestemmelser i denne forskrift, som vedrører ændringerne. Inden ændringerne

foretages, skal *anlægssejer* ansøge den *systemansvarlige virksomhed* om godkendelse af ændring på *elforbrugsanlægget*.

En væsentlig ændring er udskiftning af en eller flere vitale anlægskomponenter, der kan ændre *elforbrugsanlæggets* egenskaber.

Dokumentationen, beskrevet i afsnit 8, skal opdateres og fremsendes i en udgave, hvor ændringerne er vist.

I tvivlstilfælde afgør den *systemansvarlige virksomhed*, om der er tale om en væsentlig ændring.

2.3 Afgrænsning

Denne tekniske forskrift er en del af det samlede sæt af tekniske forskrifter fra den *systemansvarlige virksomhed*, Energinet.dk.

Forskriften fastsætter ikke de tekniske og funktionelle minimumskrav for:

- et distributionssystem tilsluttet over 100 kV i det kollektive elforsyningsnet
- kørestrøms tilslutninger tilsluttet over 100 kV i det *kollektive elforsyningsnet*.

De tekniske forskrifter indeholder tekniske minimumskrav, der gælder for *anlægssejer*, *anlægsoperatør* og *elforsyningsvirksomhed* vedrørende tilslutning til det *kollektive elforsyningsnet*.

De tekniske forskrifter, herunder systemdriftsforskrifterne, udgør sammen med markedsforskrifterne de krav, som *anlægssejer*, *anlægsoperatør* og *elforsyningsvirksomhed* skal opfylde ved drift af et *elforbrugsanlæg*:

Teknisk forskrift TF 5.8.1 "Måleforskrift til systemdriftsformål" [ref. 7]

Teknisk forskrift TF 5.9.1 "Systemtjenester" [ref. 8]

Forskrift D1 "Afregningsmåling og afregningsgrundlag" [ref. 9]

Forskrift D2 "Tekniske krav til elmåling" [ref. 10]

Forskrift E "Miljøvenlig elproduktion og anden udligning" [ref. 11]

Forskrift E – bilag "Retningslinjer for nettoafregning af egenproducenter" [ref. 12]

Teknisk forskrift TF 3.4.1 "Elforbrugsanlæg anlæg tilsluttet over 100 kV "

I tilfælde af uoverensstemmelse imellem kravene i de enkelte forskrifter er det den *systemansvarlige virksomhed*, der afgør, hvilke krav der er gældende.

Gældende udgaver af ovennævnte dokumenter er tilgængelige på Energinet.dk's hjemmeside www.energinet.dk.

De driftsmæssige forhold aftales mellem *anlægssejer* og *elforsyningsvirksomheden* inden for de rammer der fastlægges af den *systemansvarlige virksomhed*.

Eventuel levering af systemydelser aftales mellem *anlægssejer* og den produktionsbalanceansvarlige eller den *systemansvarlige virksomhed*.

Forskriften indeholder ikke økonomiske aspekter forbundet med anvendelsen af regulerings-egenskaber eller afregningsmåling eller tekniske krav til afregningsmåling.

Det er *anlægsejers* ansvar at afgøre om *elforbrugsanlægget* skal sikres mod eventuelle skade-påvirkninger som følge af manglende forsyning fra det *kollektive elforsyningsnet* i kortere eller længere perioder.

2.4 Hjemmel

Forskriften er udstedt i medfør af § 7, stk. 1, nr. 2 i bekendtgørelse nr. 891 af 17. august 2011 (Systemansvarsbekendtgørelsen). Forskriften har, jf. § 7, stk. 1 i Systemansvarsbekendtgørelsen været i offentlig høring inden anmeldelsen til Energitilsynet.

Forskriften har gyldighed inden for rammerne af elforsyningsloven, jf. lovbekendtgørelse nr. 418 af 25. april 2016 med senere ændringer.

2.5 Ikrafttræden

Denne forskrift træder i kraft **den 7. juli 2017** og afløser:

- Teknisk forskrift 3.4.1 spændingskvalitet, rev. 1.3

Ønsker om yderligere oplysninger og spørgsmål til denne tekniske forskrift rettes til Energinet.dk.

Kontaktoplysninger findes på: <https://www.energinet.dk/El/Rammer-og-regler/Forskrifter-for-nettilslutning>.

Forskriften er anmeldt til Energitilsynet efter reglerne i elforsyningslovens § 26 og Systemansvarsbekendtgørelsens § 7, stk. 4.

Af hensyn til *elforbrugsanlæg*, som er endeligt ordret ved bindende skriftlig ordre inden forskriften er anmeldt til Energitilsynet, men planlagt idriftsat efter denne forskrift træder i kraft, kan der søges en dispensation i henhold til afsnit 2.9, hvor relevant dokumentation vedlægges.

2.6 Klage

Klage over forskriften kan indbringes for Energitilsynet, www.energitilsynet.dk.

Klager over den *systemansvarlige virksomheds* forvaltning af bestemmelserne i forskriften kan ligeledes indbringes for Energitilsynet.

Klager over den enkelte *elforsyningsvirksomheds* administration af bestemmelserne i forskriften kan indbringes for den *systemansvarlige virksomhed*.

2.7 Misligholdelse

Det påhviler *anlægsejer* at sikre, at bestemmelserne i denne forskrift overholdes i hele *elforbrugsanlæggets levetid*.

Der skal løbende udføres vedligeholdelse af *elforbrugsanlægget* for at sikre overholdelse af bestemmelserne i denne forskrift.

Omkostninger i forbindelse med at overholde bestemmelserne i denne forskrift påhviler *anlægsejer*.

2.8 Sanktioner

Hvis et *elforbrugsanlæg* ikke opfylder de bestemmelser, som er anført i afsnit 3 og fremefter i denne forskrift, er Energinet.dk berettiget til i yderste konsekvens, at foranstalte afbrydelse af den elektriske forbindelse til *elforbrugsanlægget*, indtil bestemmelserne er opfyldt.

2.9 Dispensation og uforudsete forhold

Den *systemansvarlige virksomhed* kan give dispensation for specifikke bestemmelser i denne forskrift.

For at der kan ydes dispensation,

- skal der være tale om særlige forhold, fx af lokal karakter
- må afvigelsen ikke give anledning til en forringelse af den tekniske kvalitet og balance af det *kollektive elforsyningsnet*
- må afvigelsen ikke være uhensigtsmæssig ud fra en samfundsøkonomisk betragtning eller
- skal *elforbrugsanlægget* være ordret inden forskriften er anmeldt til Energitilsynet jf. afsnit 2.5

Dispensation skal ske efter skriftlig ansøgning til Energinet.dk med angivelse af, hvilke bestemmelser dispensationen vedrører samt begrundelse for dispensationen.

Hvis der opstår forhold, som ikke er forudset i denne tekniske forskrift, skal den *systemansvarlige virksomhed* konsultere de berørte parter med henblik på at opnå en aftale om, hvad der skal gøres.

Hvis der ikke kan opnås en aftale, skal den *systemansvarlige virksomhed* beslutte, hvad der skal gøres.

Beslutningen skal træffes ud fra, hvad der er rimeligt, og - når det er muligt – tage højde for synspunkterne fra de berørte parter.

Den *systemansvarlige virksomheds* afgørelse kan indklages for Energitilsynet, jf. afsnit 2.6.

2.10 Referencer

De nævnte Internationale Standarder (IS), Europæiske Normer (EN), Tekniske Rapporter (TR) samt Tekniske Specifikationer (TS) skal kun anvendes inden for de emner, der er nævnt i forbindelse med referencerne i denne forskrift.

2.10.1 Normative referencer

1. **DS/EN 50160: 2010:** Karakteristika for spændingen i offentlige elektricitetsforsyningsnet.
2. **IEC TR 61000-3-15: 2011:** Limits - Assessment of low frequency electromagnetic immunity and emission requirements for dispersed generation systems in LV network
3. **IEC TR 61000-3-13: 2008:** Limits – Assessment of emission limits for the connection of unbalanced installations to MV, HV and EHV power systems
4. **61000-3-7: 2008:** Limits – Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems
5. **61000-3-6: 2008:** Limits – Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems
6. **Stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 2:** "Udførelse af elforsyningsanlæg", 2003.
7. **Teknisk forskrift TF 5.8.1** "Måleforskrift til systemdriftsformål"
8. **Teknisk forskrift TF 5.9.1** "Systemtjenester"
9. **Forskrift D1** "Afregningsmåling og afregningsgrundlag"
10. **Forskrift D2** "Tekniske krav til elmåling"
11. **Forskrift E** "Miljøvenlig elproduktion og anden udligning"
12. **Forskrift E – bilag** "Retningslinjer for nettoafregning af egenproducenter"

3. Fastlæggelse af POC og spændingsniveau

Alle krav angivet i efterfølgende afsnit skal betragtes som minimumskrav.

3.1 Fastlæggelse af Nettilslutningspunktet (POC)

Den systemansvarlige virksomhed fastsætter nettilslutningspunktet.

Den systemansvarlige virksomhed oplyser minimums- og maksimumsværdi af kortslutningsniveauet i nettilslutningspunktet.

3.2 Fastlæggelse af spændingsniveau

Det er *den systemansvarlige virksomhed*, der fastlægger spændingsniveauet for *nettilslutningspunktet* for *elforbrugsanlægget* inden for de spændingsniveauer, der er angivet i Tabel 1.

Den *normale driftsspænding*, U_c , kan være forskellig fra lokalitet til lokalitet, hvorfor *den systemansvarlige virksomhed* skal oplyse den *normale driftsspænding* U_c , som er gældende for *nettilslutningspunktet*.

Betegnelser for spændingsniveauer	Nominel spænding U_n [kV]
Ekstra høj spænding (EH)	400
	220
Højspænding (HV)	150
	132

Tabel 1 Nominelle spændinger på transmissionsnettet

4. Elkvalitet

4.1 Generelt

Ved vurdering af et *elforbrugsanlægs* påvirkning af elkvaliteten i det *kollektive elforsyningsnet* skal de forskellige elkvalitetsparametre i *nettilslutningspunktet (POC)* dokumenteres. Bevisbyrden for dette påhviler *anlægsejer*.

I nedenstående tabel er angivet en oversigt over, hvilke forstyrrelser der stilles krav til.

Krav
DC-indhold (4.2)
Asymmetri (4.3)
Flicker (4.4)
<i>Harmoniske forstyrrelser (4.5)</i>

Tabel 2 Oversigt over krav til elkvalitet

Som udgangspunkt påvises kravene som angivet i afsnit 4.2.1, afsnit 4.3.1, 4.4.1 og 4.5.1. For elforbrugsanlæg af mindre kompleksitet kan bevisbyrden løftes på anden vis for et eller flere af de opstillede krav. Dette afgøres af *den systemansvarlige virksomhed*.

4.2 DC-indhold

DC-indhold i den leverede AC-strøm i *POC* for *elforbrugsanlægget* må maksimalt udgøre 0,5 % af den nominelle strøm, jf. IEC/TS 61000-3-15.

4.2.1 Verificering

Det er *anlægsejers* ansvar ved beregning, simulering eller måling at verificere, at *elforbrugsanlægget* overholder de fastlagte grænser i *POC*. *Den systemansvarlige virksomhed* skal godkende *anlægsejers* verificering.

4.3 Asymmetri

Krav til spændingsubalance fastsættes på baggrund af IEC/TS 61000-3-13. Forud for *nettilslutningen* af *elforbrugsanlægget* informerer *den systemansvarlige virksomhed anlægsejer* om det eksisterende niveau for spændingsubalancer samt planlægningsgrænserne specificeret i IEC/TS 61000-3-13. Emissionsgrænseværdierne defineres på baggrund af disse to størrelser.

4.3.1 Verificering

Det er *anlægsejers* ansvar ved beregning, simulering eller måling at verificere, at *elforbrugsanlægget* overholder de fastlagte grænseværdier i *POC*. *Den systemansvarlige virksomhed* skal godkende *anlægsejers* verificering.

4.4 Flicker

Krav til flicker fastsættes på baggrund af IEC/TS 61000-3-7. Forud for *nettilslutningen* af *elforbrugsanlægget* informerer *den systemansvarlige virksomhed anlægsejer* om det eksisterende niveau for flicker samt planlægningsgrænserne specificeret i IEC/TS 61000-3-7. Emissionsgrænseværdierne defineres på baggrund af disse to størrelser.

4.4.1 Verificering

Det er *anlægsejers* ansvar ved beregning, simulering eller måling at verificere, at *elforbrugsanlægget* overholder de fastlagte grænseværdier i *POC*. *Den systemansvarlige virksomhed* skal godkende *anlægsejers* verificering.

4.5 Harmoniske forstyrrelser

Krav til *harmoniske forstyrrelser* fastsættes på baggrund af IEC/TS 61000-3-6. Forud for *nettilslutningen* af *elforbrugsanlægget* informerer *den systemansvarlige virksomhed* *anlægsejer* om det eksisterende niveau for *harmoniske forstyrrelser* samt planlægningsgrænserne specificeret i IEC/TS 61000-3-6. Emissionsgrænseværdierne defineres på baggrund af disse to størrelser. Derudover udleveres impedanskarakteristikken relateret til *POC* for de frekvensområder som har interesse.

4.5.1 Verificering

Det er *anlægsejers* ansvar ved beregning, simulering eller måling at verificere, at *elforbrugsanlægget* overholder de fastlagte grænseværdier i *POC*. *Den systemansvarlige virksomhed* skal godkende *anlægsejers* verificering.

5. Styring og regulering

5.1 Reguleringsfunktioner for aktiv effekt

Et *elforbrugsanlæg* skal efter aktivering kunne opnå *nominel effekt* på 15 minutter. Et *elforbrugsanlæg* må ved ændring af effektoptag maksimalt ændre den optagne effekt med 10 % af P_n per minut, dog maksimalt i trin af 60 MW.

Note: Et *elforbrugsanlæg* skal kunne regulere elforbruget, hvis *elforbrugsanlægget* skal kunne levere systemydelse. De tekniske krav relateret til ydelserne er beskrevet i "[Systemydelser til levering i Danmark - Udbudsbetingelser](#)".

5.2 Udveksling af reaktiv effekt

Et *elforbrugsanlæg* skal kompenseres, så *elforbrugsanlæggets* udveksling af reaktiv effekt med *det kollektive elforsyningsnet* holdes inden for ± 5 MVar.

Størrelsen af udvekslingen af reaktiv effekt kan omregnes til en *effektfaktor*.

6. Beskyttelse

Beskyttelse af et *elforbrugsanlæg* skal dels beskytte *elforbrugsanlægget* og dels være med til at sikre stabilitet i *det kollektive elforsyningsnet*.

Det er *anlægsejers* ansvar, at *elforbrugsanlægget* dimensioneres og udstyres med de nødvendige beskyttelsesfunktioner, så at:

- *elforbrugsanlægget* sikres mod skader som følge af fejl og hændelser i *det kollektive elforsyningsnet*
- *elforbrugsanlægget* beskyttes mod udkoblinger i ikke-kritiske situationer for *elforbrugsanlægget*
- *det kollektive elforsyningsnet* i videst mulig omfang sikres mod uønskede påvirkninger fra *elforbrugsanlægget*
- intern *elforbrugsanlægs* beskyttelse koordineres med netbeskyttelsen i *det kollektive elforsyningsnet*

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

Ændringen må dog ikke føre til, at *elforbrugsanlægget* udsættes for påvirkninger fra *det kollektive elforsyningsnet*, der ligger uden for de designmæssige krav angivet i afsnit 3.

Det påhviler *den systemansvarlige virksomhed*, på anfordring fra *anlægsejer*, at oplyse den største og mindste *kortslutningsstrøm*, der kan forventes i *nettilslutningspunktet*, samt andre oplysninger om *det kollektive elforsyningsnet*, som er nødvendige for at fastlægge *elforbrugsanlæggets* beskyttelsesfunktioner.

6.1 Krav til beskyttelsesindstillinger

For *elforbrugsanlægget* tilsluttet transmissionssystemet er *anlægsejeren* ansvarlig for, at der bliver gennemført stabilitets- og selektivitetsundersøgelser med henblik på fastlæggelse af *elforbrugsanlæggets* beskyttelse.

Med undersøgelsen skal det sikres, at *elforbrugsanlægget* lever op til kravene specificeret i afsnit 6, og at beskyttelsen ikke forhindrer *elforbrugsanlægget* i at leve op til de øvrige krav i denne forskrift.

De fastlagte relæindstillinger, som har betydning for driften af *det kollektive elforsyningsnet*, skal godkendes af *den systemansvarlige virksomhed*.

7. Udveksling af signaler og datakommunikation

7.1 Krav til målinger

Specifikke krav til installeret måleudstyr og målenøjagtighed, der skal være til rådighed for at et *elforbrugsanlæg* kan blive tilsluttet det *kollektive elforsyningsnet*, er nærmere specificeret i følgende forskrifter:

1. Forskrift D1 "Afregningsmåling og afregningsgrundlag".
2. Forskrift D2 "Tekniske krav til elmåling".
3. Teknisk forskrift 5.8.1 "Måleforskrift til systemdriftsformål".
4. Systemydelse til levering i Danmark – Udbudsbetingelser.

Opfyldelse af ovennævnte forskrifter skal af måleransvarlig kontrolleres som en del af de kontrolpunkter og tests, der er grundlag for den endelige godkendelse af *nettilslutningen*. De gældende forskrifter er tilgængelige i nyeste version på den *systemansvarliges* hjemmeside, www.energinet.dk.

8. Verifikation og dokumentation

Det er *anlægsejerens* ansvar at sørge for, at *elforbrugsanlægget* overholder forskriften, og at dokumentere, at kravene overholdes.

Den generelle proces omkring nettilslutning, godkendelse og udstedelse af en endelig driftstilladelse for et *elforbrugsanlæg* er følgende:

1. *Den systemansvarlige virksomhed* anviser *anlægsejer* et POC og tilladelse til installation.
2. Dokumentation for, at *elforbrugsanlægget* er i overensstemmelse med nærværende forskrift, indsendes i elektronisk form til *den systemansvarlige virksomhed*.
3. *Den systemansvarlige virksomhed* gennemgår dokumentationen og afklarer eventuelle mangler i samarbejde med *anlægsejer*. Der tildeles en midlertidig driftstilladelse, når dokumentation kan godkendes.
4. Når eventuelle mangler er afklaret, kan *den systemansvarlige virksomhed* godkende *elforbrugsanlægget* og udarbejde en endelig driftstilladelse.

8.1 Krav til anlægsdokumentation

Dokumentationen udfyldes med foreløbige data dækkende *elforbrugsanlægget* og sendes til *den systemansvarlige virksomhed* senest:

- 12 måneder **før** idriftsættelsestidspunkt ved tilslutning til transmissionsnettet

Anlægsejer skal fra projekteringsfasen til verifikationsfasen løbende orientere *den systemansvarlige virksomhed*, hvis de foreløbige anlægsdata ikke længere kan antages at repræsentere det endeligt idriftsatte *elforbrugsanlæg*.

Senest tre måneder **efter** idriftsættelsestidspunkt skal dokumentationen udfyldes med de specifikke data for hele *elforbrugsanlægget* og sendes til *den systemansvarlige virksomhed*.

Dokumentationsomfang er beskrevet i bilag 1.

9. Elektrisk simuleringsmodel

Til analyseformål af det *kollektive elforsyningsnet* har den *systemansvarlige virksomhed* behov for løbende at vedligeholde og udbygge simuleringsmodellerne i henhold til *nettilslutning* af nye *elforbrugsanlæg*.

Simuleringsmodellerne benyttes til analyser af transmissions- og distributionsnettets statiske og dynamiske forhold, herunder stabilitet.

Anlægsejer skal - fra projekteringsfasen til verifikationsfasen - løbende orientere den *systemansvarlige virksomhed*, hvis de foreløbige *anlægsdata* ikke længere kan antages at repræsentere det endeligt idriftsatte *elforbrugsanlæg*.

Anlægsejer skal levere de specificerede simuleringsmodeller til den *systemansvarlige virksomhed*.

Den *systemansvarlige virksomhed* er, jf. elforsyningslovens § 84 a, underlagt fortrolighedsforpligtelser i relation til kommercielt følsomme oplysninger.

Simuleringsmodeller kan eventuelt fremsendes direkte fra anlægsleverandør til den *systemansvarlige virksomhed*.

Anlægsejer er ansvarlig for, at en sådan datafremsendelse finder sted til rette tid og i rette omfang.

9.1 Krav til simuleringsmodeller

Simuleringsmodellen for det samlede *elforbrugsanlæg* skal beskrive *elforbrugsanlæggets* stationære og dynamiske elektriske egenskaber set fra *det kollektive elforsyningsnet*.

Hvis *elforbrugsanlægget* indeholder elproducerende enheder eller skal levere systemydelse, kræves RMS- og EMT-modeller. Indhold og omfang af modeller aftales med *den systemansvarlige virksomhed*.

9.1.1 Model for elforbrugsanlægget

Nedenstående informationer skal udleveres for alle typer *elforbrugsanlæg*:

1. Beskrivelse af spændingsafhængighed for aktiv- og reaktiv effektforbrug i POC.
2. Beskrivelse af frekvensafhængighed for aktiv- og reaktiv effektforbrug i POC.
3. $U-QP_{\max}$ egenskaber i POC.

Ovenstående punkter udspecificeres yderligere i nedenstående.

Tabel 3, som beskriver elforbrugsanlæggets spændings- og frekvensafhængighed, skal udfyldes. Tabellen angiver samtidig minimumskrav til opløsning af de oplyste afhængigheder. Som angivet i tabellen skal aktiv effekt oplyses som pu-værdier med reference til *nominel spænding* i PDC. Reaktiv effekt kan oplyses enten som pu-værdier, MVar eller $\cos\phi$.

U [pu]	P [pu]	Q		f [Hz]	P [pu]	Q
1,3				51,5		
1,2				51,0		
1,1				50,5		
1,0	1,0			50,0	1,0	
0,9				49,8		
0,7				49,5		
0,6				49,2		
0,5				49,0		
0,4				48,5		
0,3				48,0		
0,2				47,5		

Tabel 3 Skabelon for angivelse af spændings- og frekvensafhængighed for aktiv og reaktiv effekt

Hvis *elforbrugsanlægget* har nogle reaktiveffektegenskaber i POC, som f.eks. kondensatorbanker, STATCOM, eller lign., skal disse dokumenteres.

Yderligere detaljer om modellen aftales med *den systemansvarlige virksomhed*.

9.1.2 Model for harmonisk emission

Nedenstående informationer skal udleveres for alle typer *elforbrugsanlæg*:

1. Beskrivelse af *elforbrugsanlæggets* harmoniske emission.

Ovenstående punkt er udspecificeret yderligere i nedenstående.

Emissionsmodellen for *elforbrugsanlægget* skal udleveres enten som Thevenin- eller Norton ækvivalent. Modellen skal beskrive *elforbrugsanlægget* frekvensafhængighed for både aktive og passive komponenter indenfor det specificerede frekvensområde.

Emissionsmodellen for *elforbrugsanlægget* skal beskrive emission af harmonisk og interharmonisk spænding og strøm. Desuden skal evt. frekvensafhængig impedans være beskrevet, samt evt. andre afhængigheder som har indflydelse på impedansen.

Yderligere detaljer om modellen aftales med *den systemansvarlige virksomhed*.

Bilag 1 Dokumentation

Bilag 1 specificerer kravene til dokumentation.

Den tekniske dokumentation skal indeholde de konfigurationsparametre og opsætningsdata, som er gældende for *elforbrugsanlægget* på idriftsættelsestidspunktet.

Alle delafsnit i bilaget skal udfyldes for det pågældende *elforbrugsanlæg*.

B1.1. Elforbrugsanlæg tilsluttet over 100 kV

Den krævede dokumentation omfatter følgende:

B1.1.1. Identifikation

Elforbrugsanlæggets navn:	
Anlægsejers navn og adresse:	
Anlægsejers telefonnummer:	
Anlægsejers e-mail:	
Idriftsættelsestidspunkt:	
GSRN-nummer (alle numre skal oplyses for værk/anlæg)	
Navn på 132-, 150- eller 400 kV-station hvor <i>elforbrugsanlægget</i> er tilsluttet:	
Navn og placering for <i>nettilslutningspunktet (POC)</i> :	
Spænding i <i>POC</i> (nominel):	_____ kV
Navn og placering for <i>leveringspunktet (PCC)</i> :	
Spænding i <i>PCC</i> (nominel):	_____ kV
Forefindes der andre tilslutningspunkter til <i>det kollektive elforsyningsnet</i> ?	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>
Beskrivelse af andre <i>tilslutningspunkter</i> :	

B1.1.2. Beskrivelse af elforbrugsanlægget

Type *Beskriv type:	Elkedel <input type="checkbox"/> IT-installation <input type="checkbox"/> Industriinstallation <input type="checkbox"/> Andet* <input type="checkbox"/>
<i>Nominal effekt (P_n)</i>	_____ MW
Forefindes procesdiagram for <i>elforbrugsanlægget</i> (kun relevant for elkedel- og varmepumpeanlæg, etc.)? Henvisning til dokument:	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>
Forefindes enstregdiagram med angivelse af afregningsmåling, onlinemåling, ejergrænser og driftsledergrænser? Henvisning til dokument:	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>

B1.1.3. Fastlæggelse af spændingsniveau

Hvad er den <i>normale driftsspænding</i> (U_c) i POC?	_____ kV
--	----------

B1.1.4. Elkvalitet

<p>Er DC-indholdet mindre end 0,5 % af <i>nominel strøm</i>?</p> <p>Henvisning til beregning, simulering eller måling som verificerer ovenstående:</p>	<p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p>
<p>Er den specificerede grænseværdi for asymmetri overholdt?</p> <p>Henvisning til beregning, simulering eller måling som verificerer ovenstående:</p>	<p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p>
<p>Er den specificerede grænseværdi for flicker overholdt?</p> <p>Henvisning til beregning, simulering eller måling som verificerer ovenstående:</p>	<p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p>
<p>Er de specificerede grænseværdier for <i>harmoniske forstyrrelser</i> overholdt?</p> <p>Henvisning til beregning, simulering eller måling som verificerer ovenstående:</p>	<p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p>

B1.1.5. Reguleringsfunktioner for aktiv effekt og frekvens

<p>Skal <i>elforbrugsanlægget</i> levere systemydelse?</p> <p>Hvis ja, hvilke?</p>	<p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> <p>FCR - primærregulering <input type="checkbox"/></p> <p>FCR - FNR <input type="checkbox"/></p> <p>FCR - FDR <input type="checkbox"/></p> <p>FRR-a <input type="checkbox"/></p> <p>FRR-m <input type="checkbox"/></p>
<p>Er <i>elforbrugsanlæggets</i> frekvensregulator indstillet med de specifikke parameterindstillinger for den/de systemydelser der ønskes leveret, jf. udbudsbetingelser for systemydelser?</p>	<p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p>

B1.1.6. Reguleringsfunktioner for reaktiv effekt

<p>Er <i>elforbrugsanlægget</i> kompenseret, så <i>elforbrugsanlæggets</i> reaktive udveksling holdes inden for ± 5 MVar</p> <p>Henvisning til studie eller måledata som verificerer ovenstående:</p>	<p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p>
--	--

B1.1.7. Beskyttelsesfunktioner og -indstillinger

I nedenstående tabel angives de aktuelle indstillingsværdier for beskyttelsen.

Beskyttelsesfunktion	Symbol	Indstilling		Funktionstid
Overspænding	$U_{>>}$		V	ms
Underspænding	$U_{<}$		V	s
Overfrekvens	$f_{>}$		Hz	ms
Underfrekvens	$f_{<}$		Hz	ms

B1.1.8. Krav til målinger

Er der etableret afregningsmålinger, jf. markedsforskrift D1 og D2?	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>
Er der etableret onlinemålinger, jf. TF 5.8.1 (kun relevant, hvis <i>elforbrugsanlægget</i> skal levere systemydelse)? Henvi sning til signalliste som verificerer ovenstående:	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>
Er der etableret onlinemålinger og signaler, jf. "Systemydelser til levering i Danmark - udbudsbetingelser" (kun relevant, hvis <i>elforbrugsanlægget</i> skal levere systemydelser)? Henvi sning til signalliste som verificerer ovenstående:	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>

B1.1.9. Krav til simuleringsmodeller

Er der udleveret simuleringsmodeller som beskrevet i afsnit 9?	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>
--	---

B1.1.10. Maskintransformer

Fabrikant:	
Type:	
Forefindes datablad for transformer? Henvi sning til datablad:	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>

B1.1.11. Transformeredata

Beskrivelse	Symbol	Enhed	Værdi
Nominal tilsyneladende effekt (1 p.u.):	S_n	MVA	
Nominal primær spænding (1 p.u.):	U_p	kV	
Nominal sekundær spænding:	U_s	kV	
Koblingsbetegnelse, fx Dyn11:	-	-	
Trinkoblerens placering:	-	-	Primærside <input type="checkbox"/> Sekundærside <input type="checkbox"/>
Trinkobler, yderligere spænding pr. trin:	du_{tp}	%/trin	
Trinkobler, fasevinkel af yderligere spænding pr. trin:	$\phi_{i_{tp}}$	grad/trin	
Trinkobler, laveste position:	n_{tpmin}	-	
Trinkobler, højeste position:	n_{tpmax}	-	
Trinkobler, neutral position:	n_{tp0}	-	
Kortslutningsspænding, synkron:	u_k	%	
Kobbetab:	P_{cu}	kW	
Kortslutningsspænding, nulssystem:	u_{k0}	%	
Resistiv kortslutningsspænding, nulssystem:	u_{kr0}	%	
Tomgangsmagnetiseringsstrøm:	I_0	%	
Tomgangstab:	P_0	%	
Kortslutningsimpedans:	e_z	p.u.	

B1.1.12. Underskrift

Dato for idriftsættelse:	
Firma:	
Idriftsættelsesansvarlig:	
Underskrift:	