

**ENERGINET**

Energinet
Tonne Kjærsvej 65
DK-7000 Fredericia

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

TEKNISK FORSKRIFT 3.3.1 FOR ELEKTRISKE ENERGILAGERANLÆG

GYLDIG FRA 18. december 2019

HISTORISK

REV.	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GENNEMGÅET	GODKENDT
2	PUBLICERET UDGAVE	01-11-2019	10-12-2019	16-12-2019	17-12-2019
		FBN	ARY	MDA	JBO

Revisionsoversigt

AFSNIT	ÆNDRING	REV	DATO
Alle	Rettelser i henhold til høringsnotat , dateret 18-12-2019	2	18-12-2019
	Høringsdokument Alfabetisering Tabel 2 og definitionsafsnit Opdatering af figurer Opdatering af Bilag 1 Generel korrektur af dokumentet	1G	31-10-2019
	Opdatering af afsnit 5.2 og 5.3 Opdatering af bilag 1 – Dokumentation Foreløbig korrektur af hele dokumentet	1F	11-09-2019
	Inkluderet opdateringer af afsnit 9 og 10. Øvrige ændringer markeret med gult	1E	09-08-2019
	Opdateret afsnit 5 og 8	1D2	07-06-2019
...	Opdatering af definitioner og redaktionelle ændringer	1C	02-05-2019
...	Opdateret og udsendt til arbejdsgruppen før arbejdsgruppemøde 2	1B	27-03-2019
...	Opdateret og udsendt efter arbejdsgruppemøde 1	"2" (1A)	...
Alle afsnit	Forskriften er opdateret efter offentlig høring. Dette inkluderer: - Redaktionelle fejl er rettet - Ændringer indført på baggrund af høringskommentarer	1	23-06-2017
5.3.5	Opdateret med nye krav til anlægsegenskaber af reaktiv effekt		
7	Opdateret i forhold til kommunikation		
Alle afsnit	Høringsdokument	0	14-02-2017

Indhold

1. Terminologi, definitioner og forkortelser	8
2. Formål, anvendelsesområde, forvaltningsmæssige bestemmelser.....	15
3. Energilageranlæggets lagermedie, kategori A – D, SX og T	19
4. Spænding og frekvens	20
5. Elkvalitet	31
6. Styring og regulering	37
7. Beskyttelse	58
8. Udveksling af signaler og datakommunikation.....	62
9. Verifikation og dokumentation	66
10. Krav til simuleringsmodel.....	69
11. Referencer	84
Bilag 1 Dokumentation	85

Liste over figurer

Figur 1	Definition af fortegn for aktiv og reaktiv effekt samt effektfaktor-setpunkter, jf. IEC 61850-serien [3] og IEEE 1459 [4].	6
Figur 2	Eksempel på beregning af ROCOF (df/dt).....	10
Figur 3	Eksempel på installationstilslutning af anlæg.	12
Figur 4	Eksempel på nettilslutning af anlæg.	13
Figur 5	Krav til nominel effekt og nominel strøm ved frekvens- og spændingsvariationer.	22
Figur 6	Krav til nominel effekt og nominel strøm ved frekvens- og spændingsvariationer.	23
Figur 7	Normaldriftsområde: transmissionstilsluttede anlæg i DK1, 110-130 kV.	23
Figur 8	Normaldriftsområde: transmissionstilsluttede anlæg i DK1, 300-400 kV.	24
Figur 9	Normaldriftsområde: transmissionstilsluttede anlæg i DK2, 100-300 kV.	24
Figur 10	Normaldriftsområde: transmissionstilsluttede anlæg i DK2, 300-400 kV.	25
Figur 11	Krav til tolerance over for spændingsdyk for energilageranlæg i kategori B, C og D.....	26
Figur 12	Krav til levering af reaktiv tillægsstrøm IQ under spændingsdyk for energilageranlæg i kategori B, C og D.....	27
Figur 13	Krav til tolerance over for spændingsdyk for energilageranlæg tilsluttet transmissionssystemet i DK1.....	28
Figur 14	Krav til levering af reaktiv tillægsstrøm IQ under spændingsdyk for energilageranlæg tilsluttet transmissionssystemet i DK1.....	28
Figur 15	Krav til tolerance over for spændingsdyk for energilageranlæg tilsluttet transmissionssystemet i DK2.....	29

Figur 16	Krav til levering af reaktiv tillægsstrøm IQ under spændingsdyk for energilageranlæg tilsluttet transmissionssystemet i DK2.....	29
Figur 17	Skitse af en anlægsregulator.	38
Figur 18	Frekvensrespons for et energilageranlæg, som kun kan optage effekt fra det kollektive elforsyningsnet.	40
Figur 19	Frekvensrespons fra et energilageranlæg, som kan levere og optage effekt fra det kollektive elforsyningsnet.	40
Figur 20	FSM-bånd og frekvensrespons for DK1..	42
Figur 21	FSM-bånd, FCR-N og frekvensrespons i DK2..	43
Figur 22	FSM-bånd, FCR-D og frekvensrespons i DK2..	43
Figur 23	Reguleringsfunktioner for reaktiv effekt for et energilageranlæg.	46
Figur 24	Effektfaktorregulering (PF) for et energilageranlæg.....	47
Figur 25	Spændingsregulering for et energilageranlæg.....	49
Figur 26	Automatisk effektfaktorregulering for et energilageranlæg.	50
Figur 27	Krav til levering af reaktiv effekt ved arbejds punkter mindre end P_{nl} for energilageranlæg i kategori A og B tilsluttet lavspænding.	51
Figur 28	Krav til levering af reaktiv effekt ved P_{nl} som funktion af spændingen i POC for energilageranlæg i kategori A og B tilsluttet lavspænding.	51
Figur 29	Krav til levering af reaktiv effekt ved arbejds punkter mindre end P_{nl} for energilageranlæg i kategori B tilsluttet mellem spænding.....	52
Figur 30	Krav til levering af reaktiv effekt ved P_{nl} som funktion af spændingen i POC for energilageranlæg i kategori B.....	52
Figur 31	Krav til levering af reaktiv effekt ved arbejds punkter mindre end P_{nl} for energilageranlæg i kategori C.	53
Figur 32	Krav til levering af reaktiv effekt ved P_{nl} som funktion af spændingen i POC for energilageranlæg i kategori C.....	53
Figur 33	Krav til levering af reaktiv effekt ved arbejds punkter mindre end P_{nl} for energilageranlæg i kategori D.	54
Figur 34	Krav til levering af reaktiv effekt ved P_{nl} som funktion af spændingen i POC for energilageranlæg i kategori C.....	54
Figur 35	Krav til levering af reaktiv effekt ved arbejds punkter mindre end P_{nl} og P_{no} for energilageranlæg i kategori D tilsluttet transmissionssystemet.....	55
Figur 36	Krav til levering af reaktiv effekt ved P_{nl} og P_{no} som funktion af spændingen i POC for energilageranlæg i kategori D tilsluttet transmissionssystemet.....	56

Liste over tabeller

Tabel 1	Vejledende kravoverblik. Se læsevejledning for forklaring af anlægskategorier.	7
Tabel 2	Definitioner og forkortelser i alfabetisk rækkefølge.	8
Tabel 3	Spændingsniveauer anvendt i distributionssystemet i henholdsvis DK1 og DK2.	20
Tabel 4	Transmissionssystemspændinger med driftstolerancer i DK1.	21
Tabel 5	Transmissionssystemspændinger med driftstolerancer i DK2.	21
Tabel 6	FSM-bånd for automatisk indkobling.....	21
Tabel 7	Gradient for automatisk indkobling.	22
Tabel 8	Grænseværdi for hurtige spændingsændringer i procent af U_n	31
Tabel 9	Grænseværdi for kort- og langtidsflicker.....	32
Tabel 10	Grænseværdier for harmoniske strømme I_h/I_n (% af I_n).	32

Tabel 11	Grænseværdier for THD _i og PWHD _i i strøm (% af I _n).	33
Tabel 12	Grænseværdier for interharmoniske overtoner i strøm (% af I _n).	33
Tabel 13	Grænseværdi i strøm angivet som procent af I _n for alle frekvenser mellem 2 kHz og 9 kHz.	33
Tabel 14	Grænseværdi for hurtige spændingsændringer i procent af U _n	35
Tabel 15	Styrings- og reguleringsfunktioner for et energilageranlæg.	37
Tabel 16	Standard frekvensresponsindstillingsværdier for DK1.	41
Tabel 17	Standard frekvensresponsindstillingsværdier for DK2.	41
Tabel 18	Statikindstillinger i henholdsvis DK1 og DK2.	41
Tabel 19	Standard frekvensreguleringsindstillingsværdier for DK1.	42
Tabel 20	Standard FCR-N frekvensreguleringsindstillingsværdier for DK2.	43
Tabel 21	Standard frekvensreguleringsindstillingsværdier for DK2.	44
Tabel 22	Styrings- og reguleringsfunktioner for reaktiv effekt.	46
Tabel 23	Krav til energilageranlæg i kategori A.	59
Tabel 24	Krav til energilageranlæg i kategori B.	60
Tabel 25	Krav til energilageranlæg i kategori C og D.	60
Tabel 26	Krav til informationsudveksling med et energilageranlæg.	63
Tabel 27	Krav til dokumentation for anlægskategorier.	68
Tabel 28	Krav til simuleringsmodeller for de enkelte typer af energilageranlæg.	71
Tabel 29	Nøjagtighedskrav - tilladelse afvigelse.	78
Tabel 30	Nøjagtighedskrav - tilladelse afvigelser.	79

HISTORISK

Læsevejledning

Denne forskrift indeholder alle generelle og specifikke krav, som energilageranlæg inkluderet i definitionen elektrisk energilageranlæg skal overholde ved nettilslutning i Danmark.

Definitionen elektrisk energilageranlæg og denne forskrift er målrettet inverterteknologi og omfatter således ikke synkrogeneratorer.

Forskriften er bygget op således, at afsnit 1 indeholder terminologi og definitioner, som er anvendt i forskriften.

Afsnit 2 beskriver formål, anvendelsesområde og forvaltningsmæssige bestemmelser.

Afsnit 3 til og med 7 indeholder tekniske og funktionelle krav.

Afsnit 8 indeholder krav til udveksling af signaler og datakommunikation, afsnit 9 indeholder krav til verifikation og dokumentation, afsnit 10 indeholder krav til elektrisk simuleringsmodel, mens afsnit 11 indeholder referencer.

Tabel 1 er desuden inkluderet for at give læseren et vejledende overblik over krav differentieret på anlægskategori, baseret på anlæggets nominelle effekt samt hvor i det kollektive elsystem anlægget har tilslutningspunkt.

I Tabel 1 anvendes følgende kategorier for energilageranlæg:

- kategori A-D
- kategori D* (specifikke transmissionstilslutningskrav, som afviger fra generelle kategori D-krav)
- kategori SA og SB (krav til retrofittede elproduktionsanlæg)
- kategori T (tovejslæsestandere).

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

Forskriften er udgivet af Energinet og kan hentes på: www.energinet.dk.

Reference/krav (forklaring)	A	B	C	D	D*	SX	T
3.1.1/Oplysning om lagermedie, kategori A, B, C, D	A	B	C	D			
3.2.1/Oplysning om lagermedie, kategori SX						SX	
3.4.1/Oplysninger om tovejslædestandere							T
4.2/Fastlæggelse af spændingsniveau	A	B	C	D	D*		T
4.3.1/Automatisk indkobling og gradient for aktiv effekt	A	B	C	D			T
4.3.2/Normalt driftsområde, distributionssystemstilslutning, kategori A	A						
4.3.3/Normalt driftsområde, distributionssystemstilslutning, kategori B, C og D		B	C	D			
4.3.4/Normalt driftsområde, transmissionssystemstilslutning					D*		
4.4.1/Spændingsfasespring	A	B	C	D			
4.4.2/ROCOF	A	B	C	D			
4.4.3/Normaldrift efter spændingsdyk		B	C	D			
4.4.4/Tolerance over for spændingsdyk, distributionssystemet		B	C	D			
4.4.5/Tolerance over for spændingsdyk, transmissionssystemet					D*		
5.1/Elkvalitet, energilageranlæg kategori A, B og T, distributionssystemstilsluttet	A	B					T
5.2/Elkvalitet, energilageranlæg kategori C, D og T, distributionssystemstilsluttet			C	D			T
5.3/Elkvalitet, energilageranlæg, transmissionssystemstilsluttet					D*		
6.2.2.1/ LFSM-O, kategori A, B, C og D	A	B	C	D			
6.2.2.3/LFSM-U, kategori C og D			C	D			
6.2.3.2/FSM, kategori C og D			C	D			
6.2.4.1.1/Absolut effektbegrænser, kategori A, B, C og D	A	B	C	D			
6.2.4.2.1/Gradient-effektbegrænser, kategori A, B, C og D:	A	B	C	D			
6.3.1.1/Q-regulering, kategori A, B, C og D	A	B	C	D			
6.3.2.1/Effektfaktorregulering, kategori A, B, C og D	A	B	C	D			
6.3.3.2/Spændingsregulering, kategori C og D			C	D			
6.3.4.1/Automatisk effektfaktorregulering, kategori A	A	B					
6.3.5.1/Reaktiv effekt, kategori A og B	A	B					
6.3.5.2/Reaktiv effekt, kategori B		B					
6.3.5.3/Reaktiv effekt, kategori C			C				
6.3.5.4/Reaktiv effekt, kategori D				D			
6.3.5.5/Reaktiv effekt, kategori D*					D*		
6.4.2/Systemværn, kategori C og D			C	D			
6.5/Prioritering af reguleringsfunktioner	A	B	C	D	D*		T
7.2.1/Beskyttelsesfunktioner, kategori A	A						
7.2.2/Beskyttelsesfunktioner, kategori B		B					
7.2.3/Beskyttelsesfunktioner, kategori C og D			C	D			
7.2.4/Beskyttelsesfunktioner, tilsluttet transmissionssystemet					D*		
8.2.1/Informationsudveksling, kategori A og B1	A	B1					
8.2.2/Informationsudveksling, kategori B2, C og D		B2	C	D			
8.3.2/Registrering af fejlhændelser, kategori D				D			
8.4/Rekvirering af måledata og dokumentation				D			
9.2/Krav til dokumentation	A	B	C	D	D*	SX	T
10.1/Generelle krav til simuleringsmodellerne			C	D	D*		

Tabel 1 Vejledende kravoverblik. Se læsevejledning for forklaring af anlægskategorier.

1. Terminologi, definitioner og forkortelser

1.1 Generelt

I dette afsnit er anført de definitioner, der benyttes i dokumentet. Flere af definitionerne har udgangspunkt i IEC 60050-415:1999 [1], men er modificeret til formålet.

Tabel 2 herunder præsenterer de anvendte termer, definitioner og forkortelser.

Absolut-effektbegrænser /1.1.1	Harmoniske forstyrrelser /1.1.30	$P_{\min}$ /1.1.54
Anlægsejer /1.1.2	Hurtige spændingsændringer /1.1.31	P_{nl} /1.1.55
Anlægsinfrastruktur /1.1.3	Installationstilslutningspunkt, PCI /1.1.32	P_{no} /1.1.56
Anlægskategori /1.1.4	Interne opsamlingsnet /1.1.33	P_{optage} /1.1.57
Anlægsoperatør /1.1.5	Kollektivt elforsyningsnet /1.1.34	Positivliste /1.1.58
COMTRADE /1.1.6	Kommunikationstilslutningspunkt, PCOM /1.1.35	Q-regulering /1.1.59
DK1 /1.1.7	Kortslutningseffekt, S_k /1.1.36	Reaktiv strøm, I_q /1.1.60
DK2 /1.1.8	Kortslutningseffekt elkvalitet /1.1.37	ROCOF /1.1.61
Effektfaktor, PF /1.1.9	Kortslutningsforhold, SCR /1.1.38	Sammenhængende elforsyningssystem /1.1.62
Effektfaktorregulering /1.1.10	Kortslutningsstrøm, I_k /1.1.39	Spændingsfluktuation /1.1.63
Elforsyningsvirksomhed /1.1.11	Leveringspunkt, PCC /1.1.40	Spændingsreferencepunkt /1.1.64
Elektrisk energilageranlæg /1.1.12	LFSM-O /1.1.41	Spændingsregulering /1.1.65
Energilageranlægsregulator /1.1.13	LFSM-U /1.1.42	Statik /1.1.66
Energinet Elsystemansvar A/S /1.1.14	Nominel effekt, normaliseret forhold, P/P_n /1.1.43	Sum af harmoniske spændinger /1.1.67
F_0 /1.1.15	Nominel reaktiv effektlevering, Q_{nl} /1.1.44	Sum af individuelle harmoniske strømme, I_h /1.1.68
F_1 /1.1.16	Nominel spænding, U_n /1.1.45	Tilslutningspunkt, POC /1.1.69
F_2 /1.1.17	Nominel strøm, I_n /1.1.46	Tilslutningsterminaler, PEC /1.1.70
F_4 /1.1.18	Nominelt reaktivt effektoptag, Q_{no} /1.1.47	Tilsyneladende effekt, S /1.1.71
F_5 /1.1.19	Nominel værdi for den tilsyneladende effekt, S_n /1.1.48	Total Harmonic Distortion, THD /1.1.72
Flicker /1.1.20	Normal driftsspænding, U_c /1.1.49	Tovejsladerstander /1.1.73
$f_{\max}$ /1.1.21	Normalt driftsområde /1.1.50	$U_{\max}$ /1.1.74
$f_{\min}$ /1.1.22	P_{aktuel} /1.1.51	$U_{\min}$ /1.1.75
Frekvensrespons /1.1.23	Partial Weighted Harmonic Distortion, PWHD /1.1.52	Universel tid, UTC /1.1.76
Frekvensresponsufølsomhed /1.1.24	P_{levere} /1.1.53	Ψ_k /1.1.77
FSM /1.1.25		
FSM-båndet /1.1.26		
Generatorkonvention /1.1.27		
G_{it} /1.1.28		
Gradient-effektbegrænser /1.1.29		

Tabel 2 Definitioner og forkortelser i alfabetisk rækkefølge.

1.1.1 Absolut-effektbegrænser

Regulering af aktiv effekt til et maksimalt niveau angives med et setpunkt. Setpunktsreguleringens +/- tolerance benævnes absolut-effektbegrænser.

Nærmere beskrivelse i afsnit 6.2.4.1.

1.1.2 Anlægsejer

Anlægsejer er den, der juridisk ejer energilageranlægget. I visse sammenhænge anvendes termen selskab i stedet for anlægsejer. Anlægsejer kan overdrage det driftsmæssige ansvar til en anlægsoperatør.

1.1.3 Anlægsinfrastruktur

Anlægsinfrastruktur er den elektriske infrastruktur, der forbinder generatortilslutningspunktet (PEC) på de enkelte energilageranlæg i et anlæg og tilslutningspunktet (POC).

1.1.4 Anlægskategori

Anlægs kategorier i forhold til den samlede nominelle effekt i tilslutningspunktet:

- A. Energilageranlæg til 125 kW
- B. Energilageranlæg fra og med 125 kW og til 3 MW
- C. Energilageranlæg fra og med 3 MW og til 25 MW
- D. Energilageranlæg fra og med 25 MW eller tilsluttet over 100 kV
- SX. Energilageranlæg i kategori A eller B
- T. Temporært tilsluttede energilageranlæg.

Note 1:

Kategori SX inkluderer eksisterende produktionsanlæg, som er tilsluttet efter TF 3.2.1, TF 3.2.2 eller TF 3.2.5, og som retrofittes med en energilagringssløsning.

Note 2:

I forbindelse med krav til udveksling af signaler og datakommunikation er anlægs kategori B opdelt i kategori B1 og B2:

- B1 fra og med 125 kW til 1 MW
- B2 fra og med 1 MW til 3 MW.

Note 3:

Krav til simuleringsmodel er gældende for kategori C og op, dog først ved $P_n > 10$ MW.

1.1.5 Anlægsoperatør

Anlægsoperatør er den virksomhed, der har det driftsmæssige ansvar for energilageranlægget via ejerskab eller kontraktmæssige forpligtelser.

1.1.6 COMTRADE

COMTRADE (Common Format for Transient Data) er et standardiseret filformat specificeret i IEEE C37.111-2013. Formatet er designet til udveksling af information omkring transiente fænomener i forbindelse med fejl og koblinger i elsystemer.

Standarden inkluderer beskrivelse af de krævede filtyper samt kilderne til transiente data såsom beskyttelsesrelæer, fejlskrivere og simuleringsprogrammer. I standarden er desuden defineret sample rates, filtre og konvertering af transiente data, som skal udveksles.

1.1.7 DK1

DK1 anvendes som betegnelse for Vestdanmark, som er en del af synkronområdet Kontinental-europa.

1.1.8 DK2

DK2 anvendes som betegnelse for Østdanmark, som er en del af synkronområdet Norden.

1.1.9 Effektfaktor, PF

Effektfaktoren, Power factor (PF), $\cos \phi$, 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 .

1.1.10 Effektfaktorregulering

Effektfaktorregulering er en regulering af den reaktive effekt proportionalt med den producerede aktive effekt. Nærmere beskrivelse i afsnit 6.3.2.

1.1.11 Elforsyningsvirksomhed

Elforsyningsvirksomheden er den virksomhed, i hvis net et energilageranlæg er tilsluttet elektrisk. Ansvarsforholdene i det kollektive elforsyningsnet er opdelt på flere netvirksomheder og én transmissionsvirksomhed.

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

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

1.1.12 Elektrisk energilageranlæg (omtales også energilageranlæg)

Et elektrisk energilageranlæg er et anlæg, der kan lagre og levere elektrisk energi på en eller flere af følgende måder eller i kombination med følgende måder:

1. Optage elektrisk energi fra det kollektive elforsyningsnet og på et givet tidspunkt levere det tilbage i tilslutningspunktet.
2. Optage elektrisk energi fra det kollektive elforsyningsnet og på et givet tidspunkt levere elektrisk energi tilbage internt i installationen; det vil sige uden at levere elektrisk energi tilbage i tilslutningspunktet.
3. Optage elektrisk energi produceret direkte i installationen (VE-produktion), det vil sige uden at optage elektrisk energi fra det kollektive elforsyningsnet, og på et givet tidspunkt levere elektrisk energi tilbage internt i installationen, det vil sige uden at levere elektrisk energi i tilslutningspunktet.
4. Optage elektrisk energi produceret direkte i installationen (VE-produktion), det vil sige uden at optage elektrisk energi fra det kollektive elforsyningsnet, og på et givet tidspunkt levere elektrisk energi i tilslutningspunktet.

Definitionen elektrisk energilageranlæg dækker over permanente og temporært tilsluttede energilageranlæg.

Permanent tilsluttede energilageranlæg omfatter:

- Anlæg, som er designet således, at en af anlæggets oprindelige funktioner inkluderer lagring af elektrisk energi (kategori A, B, C, D).

- Produktionsanlæg, som ombygges (retrofittes) således, at anlægget tilegnes funktioner, der inkluderer lagring af elektrisk energi (kategori SX, hvor X kan være kategori A eller B med reference til anlæggets nominelle leverede effekt).

Temporært tilsluttede energilageranlæg (kategori T) inkluderer:

- Tovejsladestandere, (V2G) som anvendes af et elkøretøj eller et elfartøj, hvor den elektriske energi primært anvendes til fremdrift, og hvor elkøretøjet er omfattet af registreringsattest ved Motorstyrelsen, samt elfartøjet anvendes til person eller gods-transport, er omfattet af denne tekniske forskrift.

Definitionen elektrisk energilageranlæg og denne forskrift er målrettet inverterteknologi og omfatter således ikke synkron- eller asynkrongeneratoranlæg.

For et energilageranlæg, hvor VE-produktion indgår, skal stamdata også indleveres for det respektive VE-produktionsanlæg.

Et energilageranlæg kan bestå af flere separate invertere og elektriske energilagere (energilagereenheder).

De nominelle effekter for et energilageranlæg, når det henholdsvis optager energi (P_{no}) fra eller leverer energi (P_{ni}) tilbage til det kollektive elforsyningsnet eller internt i installationen, kan være forskellige.

Et UPS-anlæg (nødstrømsforsyningsanlæg med batterier), forudsat anlægget udelukkende driftes som et sådant, er ikke defineret som et elektrisk energilageranlæg og er derfor ikke omfattet af denne tekniske forskrift, da dette anlægs funktion er at opretholde energiforsyning lokalt i en installation eller en del af en installation, når det kollektive elforsyningsnet er udsat for forstyrrelser eller fejl. Såfremt der leveres systemydelse, dog på nær reduktion af optaget effekt eller tidskoordination af optaget aktiv effekt, er anlægget underlagt denne tekniske forskrift.

Et regenerativt forbrugsanlæg, det vil sige et forbrugsanlæg som i kraft af sit anlægsdesign og driftsmønster kan returnere en uspecificeret energimængde tilbage til tilslutningspunktet, er ikke defineret som et elektrisk energilageranlæg og er derfor ikke omfattet af denne tekniske forskrift.

1.1.13 Elektrisk energilageranlægsregulator

En elektrisk energilageranlægsregulator er en samling af regulerings- og styringsfunktioner, der gør det muligt at regulere og styre flere enheder som ét energilageranlæg i tilslutningspunktet.

Samlingen af regulerings- og styringsfunktioner skal være en del af energilageranlægget i kommunikationsmæssig sammenhæng. Det vil sige, at hvis kommunikationen til et energilageranlæg afbrydes, skal energilageranlægget kunne fortsætte driften som planlagt eller gennemføre en kontrolleret nedlukning.

1.1.14 Energinet Elsystemansvar A/S

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

1.1.15 f_0

f_0 er betegnelsen for den ideelle grundfrekvens 50,00 Hz.

1.1.16 f_1

f_1 er betegnelsen for den nedre frekvenstærskelværdi, som afgrænser FSM-båndet, og hvor det autonome frekvensrespons LFSM-U indledes.

1.1.17 f_2

f_2 er betegnelsen for den øvre frekvenstærskelværdi, som afgrænser FSM-båndet, og hvor det autonome frekvensrespons LFSM-O indledes.

1.1.18 f_4

f_4 er betegnelsen for den nedre frekvenstærskelværdi, som afgrænser FCR-N og er overgang til FCR-D.

1.1.19 f_5

f_5 er betegnelsen for den øvre frekvenstærskelværdi, som afgrænser FCR-N og er overgang til FCR-D.

1.1.20 Flicker

Flicker er 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.

Flicker måles som beskrevet i DS/EN 61000-4-15 [2].

1.1.21 $f_{\max}$

$f_{\max}$ er betegnelsen for den maksimale frekvens inden for frekvensbåndet.

1.1.22 $f_{\min}$

$f_{\min}$ er betegnelsen for den minimale frekvens inden for frekvensbåndet.

1.1.23 Frekvensrespons

Frekvensrespons er en automatisk op- eller nedregulering af aktiv effekt som funktion af netfrekvensen ved netfrekvenser under eller over referencefrekvensen, f_1 og f_2 , med henblik på stabilisering af netfrekvensen. Nærmere beskrivelse, se afsnit 6.2.1.

Frekvensrespons er en autonom funktion.

1.1.24 Frekvensresponsfølsomhed

En egenskab i kontrolsystemet anvendt i forbindelse med frekvensregulering, som defineres som den mindsteværdi for frekvensændringen eller indgangssignalet, der udløser en ændring i udgangseffekten eller udgangssignalet.

1.1.25 FSM

FSM, frequency sensitive mode, er en frekvensreguleringstilstand, som er en driftsmæssig indstilling, hvor et energilageranlæg regulerer den aktive effekt på en sådan måde, at det er med til at stabilisere grundfrekvensen; det vil sige frekvensregulering.

Nærmere beskrivelse, se afsnit 6.2.3.

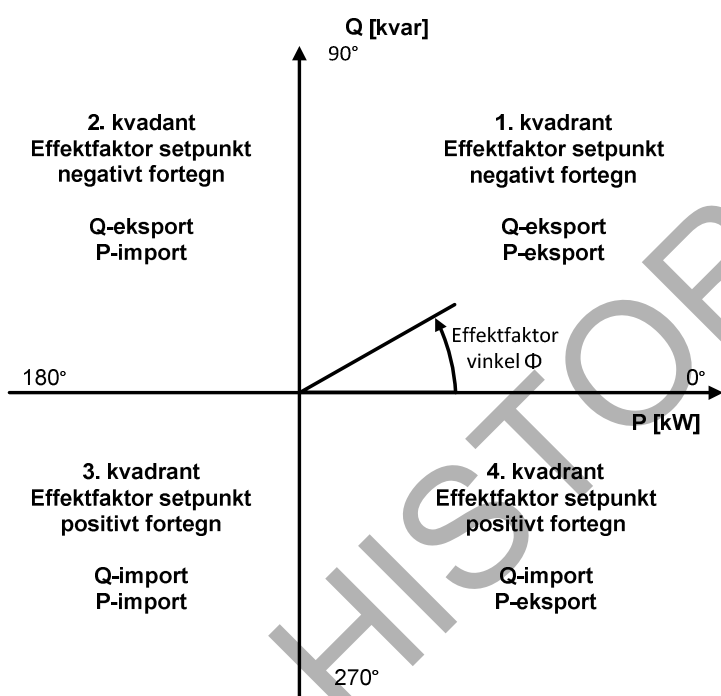
1.1.26 FSM-båndet

Regulerbåndet, hvori der kan udføres frekvensregulering. Frekvensreguleringsfunktionen har til formål at regulere den aktive effekt ved netfrekvenser mellem f_1 og f_2 .

1.1.27 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.

Fortegnet for effektfaktorens setpunkt anvendes til at styre, om der skal reguleres i 1. eller 4. kvadrant. For effektfaktor-setpunkter er der således tale om en kombination af to informationer i et enkelt signal: setpunktsværdi og valg af reguleringskvadrant.



Figur 1 Definition af fortegn for aktiv og reaktiv effekt samt effektfaktor-setpunkter, jf. IEC 61850-serien [3] og IEEE 1459 [4].

1.1.28 G_{It}

G_{It} er betegnelsen for planlægningsværdien for flickeremissionen fra et anlæg.

1.1.29 Gradient-effektbegrænser

Intervalregulering af aktiv effekt med en setpunktsbestemt maksimal stigning/reduktion (gradient) af den aktive effekt benævnes gradient-effektbegrænser. Nærmere beskrivelse, se afsnit 6.2.4.2.

1.1.30 Harmoniske forstyrrelser

Harmoniske forstyrrelser er defineret som elektriske forstyrrelser forårsaget af overharmoniske strømme og spændinger. Harmoniske forstyrrelser benævnes også overtoner, overarmo-

niske toner, overharmonisk forvrængning eller blot harmoniske. Nærmere beskrivelse, se afsnit 5.1.

1.1.31 Hurtige spændingsændringer

Hurtige spændingsændringer er defineret som enkeltstående spændingsændringer (RMS) af kort varighed. Hurtige spændingsændringer udtrykkes som en procentdel af den normale driftsspænding.

1.1.32 Installationstilslutningspunkt, PCI

Installationstilslutningspunktet, Point of Connection in Installation (PCI), er det punkt i installationen, hvor energilageranlægget i installationen er tilsluttet eller kan tilsluttes, og hvor der er tilsluttet forbrug. Se Figur 3 for en typisk placering.

1.1.33 Interne opsamlingsnet

Den elektriske infrastruktur, som forbinder et eller flere anlæg med POC.

1.1.34 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.

1.1.35 Kommunikationstilslutningspunkt, PCOM

Kommunikationstilslutningspunktet, Point of Communication (PCOM), er det sted i et energilageranlæg, hvor datakommunikationsegenskaberne, specificeret i afsnit 8, skal stilles til rådighed og verificeres.

1.1.36 Kortslutningseffekt, S_k

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

1.1.37 Kortslutningseffekt elkvalitet, $Sk_{\text{elkvalitet}}$

Størrelsen af den trefasede kortslutningseffekt i tilslutningspunktet, som anvendes til beregning af elkvalitet for distributionstilsluttede anlæg.

1.1.38 Kortslutningsforhold, SCR

Kortslutningsforholdet, short circuit ratio, (SCR) er forholdet mellem kortslutningseffekten i tilslutningspunktet (S_k) og energilageranlæggets nominelle tilsyneladende effekt S_n .

1.1.39 Kortslutningsstrøm, I_k

Kortslutningsstrømmen (I_k) er størrelsen af den strøm [kA], som energilageranlægget kan levere i tilslutningspunktet ved en kortslutning af energilageranlæggets terminaler.

1.1.40 Leveringspunkt, PCC

Leveringspunktet, Point of Common Coupling (PCC), er det punkt i det kollektive elforsyningsnet, hvor forbrugere er eller kan blive tilsluttet.

Elektrisk set kan leveringspunkt og tilslutningspunkt være sammenfaldende. Leveringspunktet (PCC) er altid placeret tættest på det kollektive elforsyningsnet, se Figur 3 og Figur 4.

Elforsyningsvirksomheden definerer leveringspunktet.

1.1.41 LFSM-O

LFSM-O, limited frequency sensitive mode – overfrequency, er det driftsmæssige frekvensrespons ved overfrekvens samt et defineret frekvensområde, hvor et energilageranlæg nedregulerer den aktive effekt, såfremt systemfrekvensen overstiger en bestemt værdi.

1.1.42 LFSM-U

LFSM-U, limited frequency sensitive mode – underfrequency, er det driftsmæssige frekvensrespons ved underfrekvens samt defineret frekvensområde, hvor et energilageranlæg opregulerer den aktive effekt, såfremt systemfrekvensen falder under en bestemt værdi.

1.1.43 Nominel effekt - normaliseret forhold, P/P_n

P/P_n er det normaliserede forhold for nominel effekt. P_n kan være henholdsvis P_{no} eller P_{nl} .

1.1.44 Nominel reaktiv effektlevering, Q_{nl}

Q_{nl} er betegnelsen for den nominelle reaktive effektlevering for et energilageranlæg, som energilageranlægget er konstrueret til at kunne levere kontinuert, og som fremgår af typegodkendelsen.

1.1.45 Nominel spænding, U_n

Nominel spænding (U_n) er den spænding ved POC, hvorved et net benævnes, og hvortil driftsstørrelser henføres. Spændingen måles som fase til fase.

1.1.46 Nominel strøm, I_n

Nominel strøm (I_n) defineres som den maksimale kontinuerte strøm, som et energilageranlæg er konstrueret til at levere eller forbruge under normale driftsforhold.

1.1.47 Nominelt reaktivt effektoptag, Q_{no}

Q_{no} er betegnelsen for det nominelle reaktive effektoptag for et energilageranlæg, som energilageranlægget er godkendt til at optage kontinuert i leveringspunktet under normale driftsforhold.

1.1.48 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 energilageranlægget er konstrueret til at kunne levere kontinuert.

1.1.49 Normal driftsspænding, U_c

Normal driftsspænding angiver det spændingsområde, hvor energilageranlægget kontinuert skal kunne levere den angivne nominelle effekt, se afsnit 4.2 og afsnit 4.3. Normal driftsspænding fastlægges af elforsyningsvirksomheden. Spændingen måles som fase til fase.

1.1.50 Normalt driftsområde

Normalt driftsområde angiver det spændings-/frekvensområde, hvor et energilageranlæg kontinuert skal kunne opretholde drift i forhold til den angivne nominelle effekt, se afsnit 4.2 og afsnit 4.3.

1.1.51 P_{aktuel}

P_{aktuel} er betegnelsen for det aktuelle niveau for aktiv effekt. Termen anvendes i forbindelse med illustration af et vilkårligt effektniveau i et vilkårligt driftspunkt.

1.1.52 Partial Weighted Harmonic Distortion, PWHD

De partielt vægtede harmoniske forstyrrelser (PWHD) er defineret som forholdet imellem effektivværdien (RMS) af strømmen I_h eller spændingen U_h for den h^{te} harmoniske af en udvalgt gruppe af højere harmoniske (h : 14.–40. harmoniske) og effektivværdien (RMS) af strømmen I_1 fra den fundamentale frekvens. Den generelle formel for PWHD er følgende:

$$PWHD = \sqrt{\sum_{h=14}^{h=40} h * \left(\frac{X_h}{X_1} \right)^2}$$

nærmere specifikation, se IEC 61000-3-12 [5],

hvor:

X repræsenterer enten strøm eller spænding

X_1 er RMS-værdien af den fundamentale komponent

h er den harmoniske orden

X_h er RMS-værdien af den harmoniske komponent af orden h .

1.1.53 P_{levere}

P_{levere} indikerer retningen af aktiv effekt, som på et givet tidspunkt leveres af et energilageranlæg. Termen anvendes i forbindelse med illustration af et vilkårligt effektniveau i et vilkårligt driftspunkt samt energilageranlæggets aktuelle drift.

1.1.54 P_{min}

P_{min} er betegnelsen for den nedre grænse for aktiv effektregulering.

1.1.55 P_{nl}

P_{nl} er betegnelsen for nominel effekt leveret af et energilageranlæg. Dette er den største aktive effekt, som anlægget er konstrueret til at kunne levere kontinuert, og som fremgår af typegodkendelsen.

1.1.56 P_{no}

P_{no} er betegnelsen for nominel effekt optaget af et energilageranlæg. Dette er den største aktive effekt, som anlægget er konstrueret til at optage kontinuert, og som fremgår af typegodkendelsen.

1.1.57 P_{optage}

P_{optage} indikerer retningen af aktiv effekt, som på et givet tidspunkt optages af et energilageranlæg. Termen anvendes i forbindelse med illustration af et vilkårligt effektniveau i et vilkårligt driftspunkt samt energilageranlæggets aktuelle drift.

1.1.58 Positivliste

For at effektivisere processen for godkendelse af nettilslutning af energilageranlæg i kategori A er der etableret en såkaldt positivliste for energilageranlæg, hvor energilageranlæg med nominal effekt op til 50 kW kan optages.

1.1.59 Q-regulering

Q-regulering er en regulering af den reaktive effekt uafhængigt af den producerede aktive effekt.

1.1.60 Reaktiv strøm, I_q

I_q er betegnelsen for den reaktive strøm, der leveres eller absorberes af energilageranlægget.

1.1.61 ROCOF

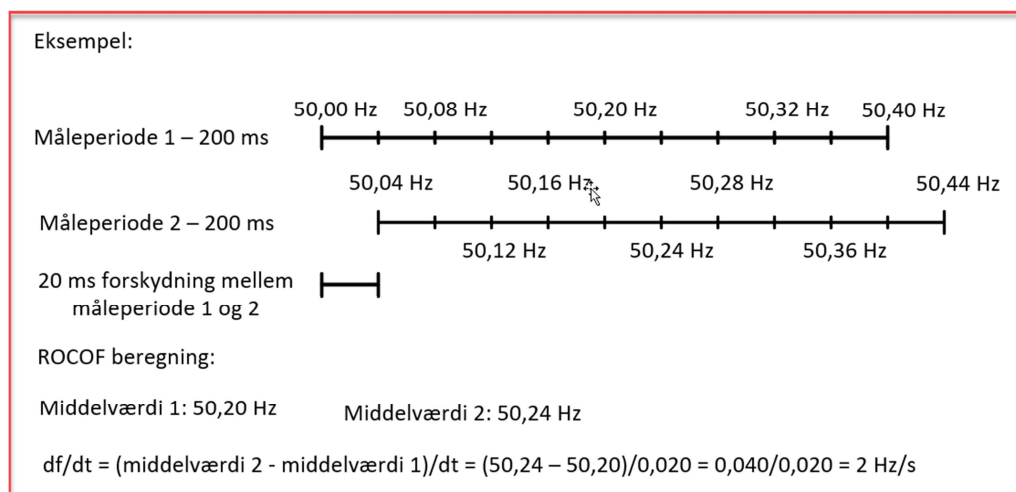
ROCOF, rate of change of frequency, (df/dt) er betegnelsen for en frekvensændring som funktion af tid.

Note 4: Frekvensændringen, ROCOF, beregnes efter nedenstående eller et ækvivalent princip. Frekvensmålingen anvendt til beregning af frekvensændringen er baseret på en 200 millisekunder måleperiode, hvor middelværdien beregnes.

Frekvensmålingerne skal foregå løbende, så der beregnes en ny værdi for hvert 20. millisekund.

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

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



Figur 2 Eksempel på beregning af ROCOF (df/dt).

1.1.62 Sammenhængende elforsyningssystem

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

1.1.63 Spændingsfluktuation

En spændingsfluktuation er en serie af hurtige spændingsændringer eller en periodisk variation af spændingens effektivværdi (RMS).

1.1.64 Spændingsreferencepunkt

Målepunkt som anvendes til spændingsregulering. Spændingsreferencepunktet er enten i tilslutningspunktet, i leveringspunktet eller et specificeret punkt imellem. Spændingsreferencepunktet defineres af elforsyningsvirksomheden.

1.1.65 Spændingsregulering

Spændingsregulering er en regulering af den reaktive effekt med den konfigurerede statik med det formål at opnå den ønskede spænding i spændingsreferencepunktet.

1.1.66 Statik

Statik er forløbet af en kurve, som en regulering skal følge.

1.1.67 Sum af harmoniske spændinger

U_h er betegnelsen for summen af de harmoniske spændinger.

1.1.68 Sum af individuelle harmoniske strømme, I_h

I_h er betegnelsen for summen af de individuelle harmoniske strømme.

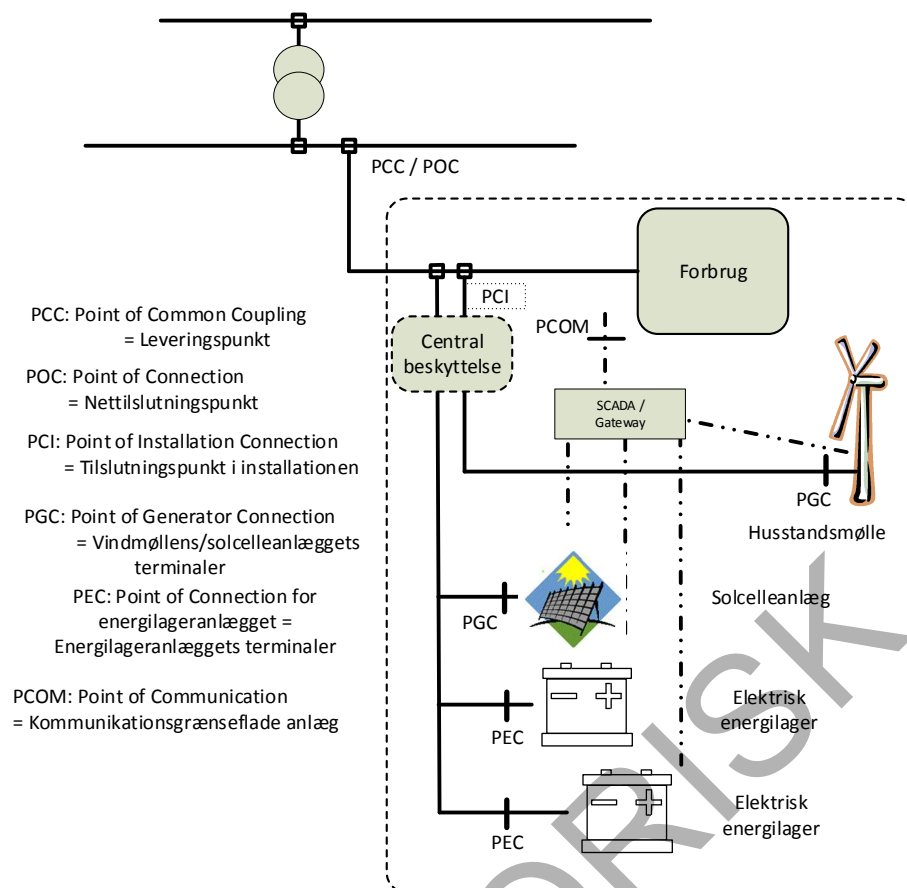
1.1.69 Tilslutningspunkt, POC

Tilslutningspunktet, Point of Connection (POC), er det punkt i det kollektive elforsyningsnet, hvor energilageranlægget er tilsluttet eller kan tilsluttes. Se Figur 3 og Figur 4 for den typiske placering.

Alle krav specificeret i denne forskrift er gældende i tilslutningspunktet.

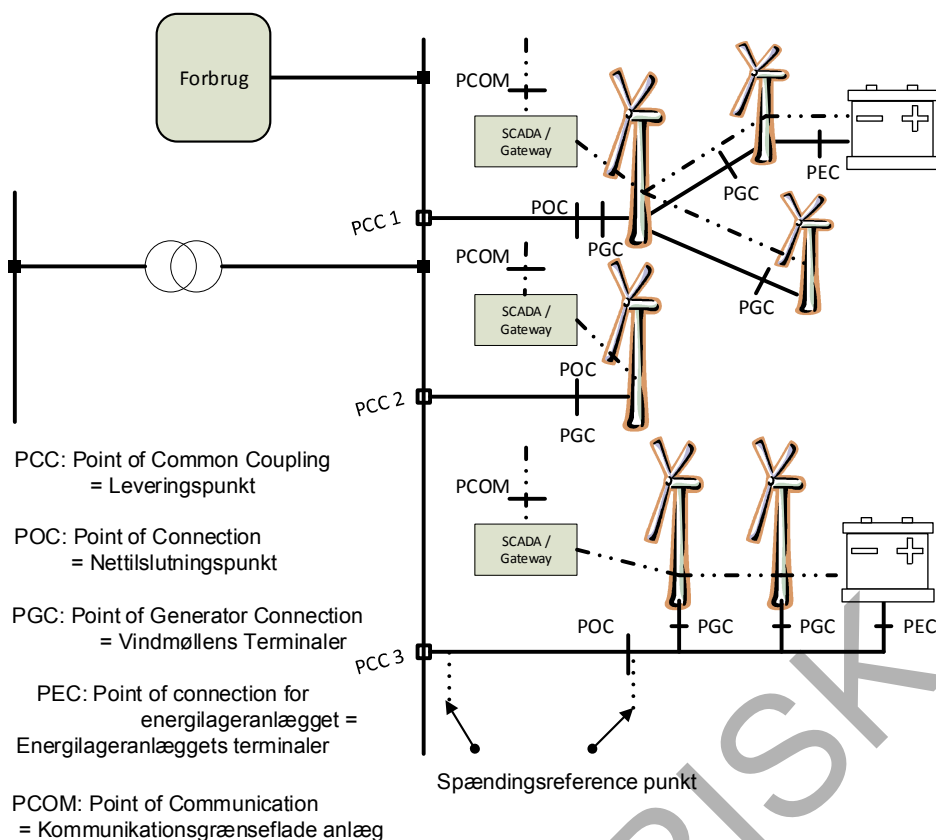
Reaktiv kompensering ved tomgang kan efter nærmere aftale med elforsyningsvirksomheden placeres et andet sted i det kollektive elforsyningsnet. Det er elforsyningsvirksomheden, der anviser tilslutningspunktet.

Figur 3 viser en typisk installationstilslutning af en eller flere energilageranlæg med angivelse af, hvor energilageranlæggenes tilslutningsterminaler (PEC), tilslutningspunktet (POC), tilslutningspunktet i installationen (PCI) og leveringspunktet (PCC) typisk er placeret. I den viste situation er leveringspunktet (PCC) sammenfaldende med tilslutningspunktet (POC).



Figur 3 Eksempel på installationstilslutning af anlæg.

Figur 4 viser en typisk nettilslutning af flere anlæg med angivelse af, hvor generatortilslutningspunktet (PGC), energilageranlæggets terminaler (PEC), tilslutningspunktet (POC), leveringspunktet (PCC) og spændingsreferencepunktet kan være placeret. Spændingsreferencepunktet er enten tilslutningspunktet (POC), leveringspunktet (PCC) eller et punkt imellem.



Figur 4 Eksempel på nettilslutning af anlæg.

1.1.70 Tillslutningsterminaler, PEC

Tilslutningsterminaler, Point of Connection (PEC) for energilageranlægget eller enheden, er det, som fabrikanten af energilageranlægget eller enheden, definerer som tilslutningsterminaler, og der, hvor den elektriske forbindelse til det kollektive elsystem etableres.

U_{PEC} er betegnelsen for spændingen målt på energilageranlæggets terminaler.

1.1.71 Tilsyneladende effekt, S

Den tilsyneladende effekt (S), (Apparent Power) defineres som volt $\times$ ampere og udtrykkes normalt som VA eller voltampere.

Den tilsyneladende effekt består af både den aktive og den reaktive komponent.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{(UI\cos\varphi)^2 + (UI\sin\varphi)^2} = UI$$

S angives også som en kompleks størrelse defineret ved $S = UI^*$

Hvor U er spændingsvektoren og I^* er strømvektorens konjugerede værdi. Den tilsyneladende effekt bliver herved en kompleks størrelse $S = P + jQ$, hvis reelle del P betegnes den aktive effekt, og den imaginære del Q betegnes den reaktive effekt.

1.1.72 Total Harmonic Distortion, THD

Den totale harmoniske forstyrrelse (THD) er defineret som forholdet imellem effektivværdien (RMS) af strømmen I_h eller spændingen U_h for den h'te (for h : 2–40) harmoniske og effektivværdien (RMS) af strømmen I_1 fra den fundamentale frekvens. Den generelle formel for THD er følgende:

$$THD_I = \sqrt{\sum_{h=2}^{h=H} \left(\frac{X_h}{X_1} \right)^2}$$

nærmere specifikation, se IEC 61000-3-6 [6],

hvor:

X repræsenterer enten strøm eller spænding

X_1 er RMS-værdien af den fundamentale komponent

h er den harmoniske orden

X_h er RMS-værdien af den harmoniske komponent af orden h

H generelt er 40 eller 50, afhængig af anvendelsen.

1.1.73 Tovejsladestander

Ladestander som, tilsluttet det kollektive elsystem, tillader, at den elektriske energi kan blive leveret til og fra det kollektive elsystem.

1.1.74 $U_{\max}$

$U_{\max}$ er betegnelsen for den maksimale RMS-værdi af den nominelle spænding U_n .

1.1.75 $U_{\min}$

$U_{\min}$ er betegnelsen for den minimale RMS-værdi af den nominelle spænding U_n .

1.1.76 Universel tid, UTC

UTC er forkortelsen for Coordinated Universal Time (Universal Time, Coordinated). På dansk bruges også betegnelsen universel tid eller verdenstid.

1.1.77 Ψ_k

Ψ_k benyttes som forkortelse for kortslutningsvinklen i tilslutningspunktet. Værdier for flicker beregnes med Ψ_k som parameter.

2. Formål, anvendelsesområde, forvaltningsmæssige bestemmelser

2.1 Formål

Efter bemyndigelse i § 7, stk. 1, nr. 1, 3 og 4 i bekendtgørelse nr. 1402 af 13. december 2019 om systemansvarlig virksomhed og anvendelse af eltransmissionssystemet mv. (herefter systemansvarsbekendtgørelsen), udarbejder Energinet nærværende forskrift for at fastlægge de tekniske og funktionelle minimumskrav, som et energilageranlæg skal overholde i tilslutningspunktet, når energilageranlægget er tilsluttet det kollektive elforsyningsnet.

Energilageranlæg skal registreres med stamdata, så data og erfaring omkring påvirkning af det kollektive elforsyningsnet kan indsamles og anvendes til udvikling af energilageranlægget og det kollektive elforsyningsnet. For et energilageranlæg, hvor VE-produktion indgår, skal stamdata også indleveres for det respektive VE-produktionsanlæg.

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

2.2 Anvendelsesområde

Denne forskrift finder anvendelse på energilageranlæg, som er tilsluttet det kollektive elforsyningsnet. Et energilageranlæg skal i hele energilageranlæggets levetid opfylde bestemmelserne i forskriften.

De tekniske krav i forskriften er opdelt i følgende kategorier i forhold til den samlede nominelle effekt i tilslutningspunktet:

- A. Energilageranlæg til 125 kW
- B. Energilageranlæg fra og med 125 kW og til 3 MW
- C. Energilageranlæg fra og med 3 MW og til 25 MW
- D. Energilageranlæg fra og med 25 MW eller tilsluttet over 100 kV
- SX. Energilageranlæg i kategori A eller B
- T. Temporært tilsluttede energilageranlæg.

2.2.1 Nye energilageranlæg

Forskriften gælder for alle energilageranlæg, som er tilsluttet det kollektive elforsyningsnet og er idriftsat fra og med anmeldelsesdatoen for denne forskrift.

2.2.2 Eksisterende energilageranlæg

Anlæg, som er tilsluttet det kollektive elforsyningsnet før ikrafttrædelsesdatoen for denne forskrift, skal overholde forskriften, der var gældende på idriftsættelsestidspunktet.

2.2.3 Ændringer på eksisterende energilageranlæg

Eksisterende energilageranlæg, hvor der foretages væsentlige funktionelle ændringer, skal overholde de bestemmelser i denne forskrift, som vedrører ændringerne.

En væsentlig ændring er udskiftning af en eller flere vitale anlægsdele, der kan ændre energilageranlæggets egenskaber.

I tvivlstilfælde afgør Energinet Elsystemansvar A/S, om der er tale om en væsentlig ændring.

Dokumentationen, beskrevet i afsnit 9, skal opdateres og fremsendes i en udgave, hvor ændringerne er vist ved benyttelse af bilag 1.

2.3 Afgrænsning

Denne tekniske forskrift er en del af det samlede sæt af tekniske forskrifter fra Energinet.

Denne tekniske forskrift fastsætter ikke krav til energilageranlæg, som i tilslutningen til det kollektive elsystem anvender synkron- eller asynkrongenerator. Energilageranlæg, hvor energilageret er baseret på vand, er ligeledes ikke omfattet af denne tekniske forskrift.

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

De tekniske forskrifter, herunder systemdriftsforskrifterne, udgør sammen med markedsforskrifterne de krav, som anlægsejer, anlægsoperatør og elforsyningsvirksomhed skal opfylde ved drift af anlæg:

- National gennemførselsforanstaltning, Informationsudveksling: Kravdokument nr. 1 - produktion og forbrug (afventer godkendelse af Forsyningstilsynet) [7]
- National gennemførselsforanstaltning, Informationsudveksling: Kravdokument nr. 3 - standarder, protokoller mv. (afventer godkendelse af Forsyningstilsynet) [8]
- Teknisk forskrift TF 5.9.1 "Systemtjenester" [9]
- Forskrift D1 "Afregningsmåling og afregningsgrundlag" [10]
- Forskrift D2 "Tekniske krav til elmåling" [11]
- Teknisk forskrift TF 3.3.1 "Teknisk forskrift for nettilslutning af elektriske energilageranlæg større end 11 kW" [12].

I tilfælde af uoverensstemmelse imellem kravene i de enkelte forskrifter afgør Energinet Elsystemansvar A/S, hvilke krav der er gældende.

Gældende udgaver af ovennævnte dokumenter er tilgængelige på Energinets hjemmeside www.energinet.dk.

De driftsmæssige forhold aftales mellem anlægsejer og elforsyningsvirksomheden.

Eventuel levering af systemydelser aftales mellem anlægsejer og den produktionsbalanceansvarlige.

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

Det er anlægsejers ansvar at sikre energilageranlægget mod eventuelle skadepåvirkninger som følge af manglende forsyning fra det kollektive elforsyningsnet i kortere eller længere perioder.

2.3.1 Undtagelse fra minimumskrav

Følgende funktionalitet er undtaget fra minimumskrav:

Kravet omkring systemværn er ikke inkluderet som et minimumskrav for opnåelse af nettilslutning. Se nærmere i afsnit 6.4.

2.4 Ikrafttræden

Denne forskrift træder i kraft den 18. december 2019 samtidig med anmeldelse til Forsyningstilsynet.

Ønsker om yderligere oplysninger og spørgsmål til denne tekniske forskrift rettes til Energinet Elsystemansvar A/S. Kontaktoplysninger findes på:

<https://energinet.dk/El/Nettilslutning-og-drift/Regler-for-nye-anlaeg#Nyebatteryanlaeg>

Forskriften er anmeldt til Forsyningstilsynet efter reglerne i elforsyningslovens § 26 og systemansvarsbekendtgørelsens § 7.

Af hensyn til energilageranlæg, som er endeligt ordret ved bindende skriftlig ordre inden forskriften er anmeldt til Forsyningstilsynet, men som er planlagt idriftsat efter, at denne forskrift træder i kraft, kan der søges en dispensation i henhold til afsnit 2.8, hvor relevant dokumentation vedlægges.

2.5 Klage

Klage over forskriften kan indbringes for Forsyningstilsynet, www.forsyningstilsynet.dk, jf. systemansvarsbekendtgørelsen § 7, stk. 3.

Klage over afgørelser med hjemmel i denne forskrift truffet af Energinet kan ikke påklages til anden administrativ myndighed. Afgørelser kan alene påklages til domstolene.

2.6 Misligholdelse

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

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

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

2.7 Sanktioner

Hvis et energilageranlæg ikke opfylder bestemmelserne, som er anført i afsnit 3 og fremefter i denne forskrift, er elforsyningsvirksomheden berettiget til i yderste konsekvens at foranstalte afbrydelse af den elektriske forbindelse til energilageranlægget, indtil bestemmelserne er opfyldt.

2.8 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, f.eks. af lokal karakter

- må afvigelsen ikke give anledning til en nævneværdig forringelse af den tekniske kvalitet og balance af det kollektive elforsyningsnet
 - må afvigelsen ikke være uhensigtsmæssig ud fra en samfundsøkonomisk betragtning
- eller
- skal energilageranlægget være ordret, inden forskriften er anmeldt til Forsyningstilsynet, jf. afsnit 2.4.

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

Elforsyningsvirksomheden har ret til at kommentere ansøgningen, inden den sendes til den systemansvarlige virksomhed.

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 der skal - når det er muligt - tages højde for synspunkterne fra de berørte parter.

HISTORISK

3. Energilageranlæggets lagermedie, kategori A – D, SX og T

3.1 Tilslutning af et nyt energilageranlæg

Et energilageranlæg skal i forbindelse med nettilslutning levere information om energilageranlæggets lagermedie.

3.1.1 Oplysning om lagermedie, kategori A, B, C, D

Et energilageranlæg i kategori A, B, C eller D skal levere anlægsinformationer om det anvendte lagermedie:

- Lagermedie – fabrikat
- Lagermedie – modelnr.
- Lagermedie – udnyttbar energilagerkapacitet [kWh]

3.2 Tilslutning af lagermedie til et eksisterende produktionsanlæg, kategori SX

Tilsluttes et lagermedie (batteri eller andet form for lagerenhed) et eksisterende produktionsanlæg i kategori A eller B, er lagermediet omfattet af denne tekniske forskrift, mens det eksisterende produktionsanlæg fortsat skal efterleve de krav, som produktionsanlægget oprindeligt blev tilsluttet under.

Anlægsejer skal oplyse anlægsinformationer omkring det anvendte lagermedie som beskrevet herunder.

3.2.1 Oplysning om lagermedie, kategori SX

Et energilageranlæg i kategori SX skal levere anlægsinformationer om det anvendte lagermedie:

- Lagermedie – fabrikat
- Lagermedie – modelnr.
- Lagermedie – udnyttbar energilagerkapacitet [kWh]
- Inverter – nominel effekt [kW]

3.3 Ændringer på et energilageranlæg, kategori SX

Ændres anlægsegenskaber, det vil sige karakteristika, som indgår i anlæggets evaluering for nettilslutning til det kollektive elsystem, på et eksisterende anlæg i kategori SX, omfattes derefter hele energilageranlægget af denne tekniske forskrift.

3.4 Tilslutning af energilageranlæg, kategori T

Et energilageranlæg skal i forbindelse med nettilslutning levere information om tovejsladerstanderens egenskaber.

3.4.1 Oplysninger om tovejsladerstander

En tovejsladerstander, temporært tilsluttet energilageranlæg, skal i forbindelse med nettilslutning levere information omkring laderstanderens:

- Laderstander – fabrikat
- Laderstander – modelnr.
- Laderstanderens nominelle aktive effekt, P_{nl} og P_{no} [kW]

4. Spænding og frekvens

4.1 Tolerance over for frekvens- og spændingsafvigelser (generelt)

Et energilageranlæg skal med mindst mulig reduktion af aktiv effekt kunne modstå frekvens- og spændingsafvigelser i tilslutningspunktet under normale og unormale driftsforhold.

Energilageranlægget kan have en enfaset tilslutning, når hverken P_{no} eller P_{nl} overstiger 3,68 kW $\approx$ til en fasestrøm på 16 A.

I tilfælde, hvor fasestrømmen for energilageranlægget overstiger 16 A, kræves en ligelig fordeling af den samlede effekt på to eller tre faser

4.2 Fastlæggelse af spændingsniveau

De følgende krav gælder for energilageranlæg i kategori A, B, C og D samt T.

Elforsyningsvirksomheden fastlægger spændingsniveau for tilslutningspunktet for energilageranlægget inden for de angivne spændingsgrænser i Tabel 3, Tabel 4 eller Tabel 5.

Den normale driftsspænding kan være forskellig fra lokalitet til lokalitet, hvorfor elforsyningsvirksomheden skal oplyse den normale driftsspænding U_c , som er gældende for tilslutningspunktet. For nominelle spændinger op til 1 kV er $U_c = U_n$.

Elforsyningsvirksomheden skal sikre, at den maksimale spænding, angivet i Tabel 3, aldrig overskrides.

Er det normale spændingsområde, $U_c \pm 10\%$, under den minimale spænding angivet i Tabel 3, skal kravene til produktion ved frekvens- og spændingsvariationer justeres, så man ikke overbelaster energilageranlægget.

Betegnelser for spændingsniveauer	Nominel system-spænding U_n [kV]	Minimal spænding U_{min} [kV]	Maksimal spænding U_{max} [kV]
Højspænding (HV)	60	54,0	72,5
	50	45,0	60,0
Mellemspænding (MV)	33	30,0	36,0
	30	27,0	36,0
	20	18,0	24,0
	15	13,5	17,5
	10	9,00	12,0
Lavspænding (LV)	0,69	0,62	0,76
	0,40	0,36	0,44

Tabel 3 Spændingsniveauer anvendt i distributionssystemet i henholdsvis DK1 og DK2.

Maksimale (U_{max}) og minimale (U_{min}) spændingsgrænser er fastlagt med baggrund i standarderne DS/EN50160 (10-minutters middelværdier) [13] og DS/EN60038 [14].

DK1	p.u.	150 kV	220 kV	400 kV
60 min. drift	1,118 – 1,15	174,8	253	-
Maksimal spænding ved kontinuert drift	1,118	170	246	-
60 min. drift	1,05 – 1,1	-	-	440
Maksimal spænding ved kontinuert drift	1,05	-	-	420
	1	152	220	400
Minimal spænding ved kontinuert drift	0,9	137	198	360
60 min. drift	0,9 – 0,85	129,2	187	340

Tabel 4 Transmissionssystemspændinger med driftstolerancer i DK1.

DK2	p.u.	132 kV	220 kV	400 kV
60 min. drift	1,05 – 1,1	151,8	253	440
Maksimal spænding ved kontinuert drift	1,05	145	246	420
	1	138	234	400
Minimal spænding ved kontinuert drift	0,9	137	198	360

Tabel 5 Transmissionssystemspændinger med driftstolerancer i DK2.

Spændingsgrænser og driftstid i Tabel 4 og Tabel 5 er fastlagt med baggrund i EU-forordning 2016/631 [15].

Energilageranlægget skal kortvarigt kunne tåle overskridelse af de maksimale spændinger inden for de krævede beskyttelsesfunktioner, som specificeret i afsnit 7.

4.3 Normale driftsforhold

Et energilageranlæg skal inden for området benævnt normalt driftsområde kunne startes og drives kontinuert inden for de designmæssige specifikationer, kun begrænset af indstillingerne for beskyttelse, som anvist i afsnit 7, og/eller øvrige funktioner, der har indflydelse på energilageranlæggets drift.

4.3.1 Automatisk indkobling og gradient for aktiv effekt

De følgende krav gælder for energilageranlæg i kategori A, B, C og D samt T.

Automatisk indkobling af et energilageranlæg må tidligst finde sted tre minutter efter, at spændingen er inden for toleranceområdet for den normale driftsspænding, og netfrekvensen er inden for området angivet af f_1 og f_2 .

FSM-bånd	DK1		DK2	
	f_1	f_2	f_1	f_2
Hz	49,80	50,20	49,90	50,10

Tabel 6 FSM-bånd for automatisk indkobling.

Indstilling af frekvensgrænserne fastlægges af Energinet Elsystemansvar A/S.

Ved automatisk indkobling eller ved genindkobling skal gradienten på den aktive effekt kunne indstilles til en heltalsværdi mellem minimum og maksimum, begge inklusiv udtrykt i % af nominal effekt.

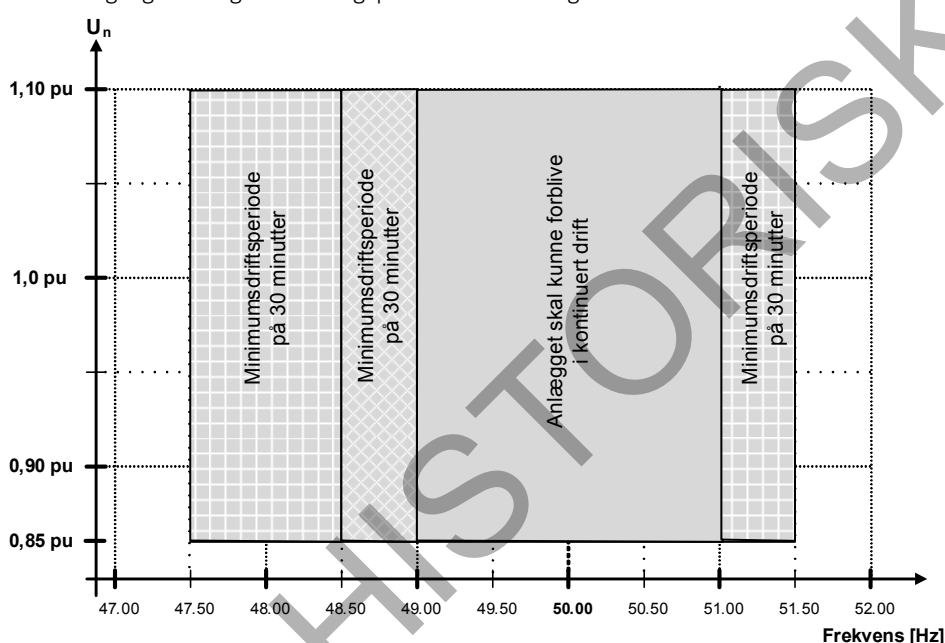
Anlægskategori	A	B	C	D
Minimum [%]		1	1	1
Maksimum [%]	20	20	20	20
Maksimum [MW/min]		60	60	60

Tabel 7 Gradient for automatisk indkobling.

4.3.2 Normalt driftsområde, distributionssystemstilslutning, kategori A

De følgende krav gælder for energilageranlæg i kategori A.

De samlede krav til normalt driftsområde af aktiv effekt ved frekvens- og spændingsafvigelser for et energilageranlæg i tilslutningspunktet er vist i Figur 5.

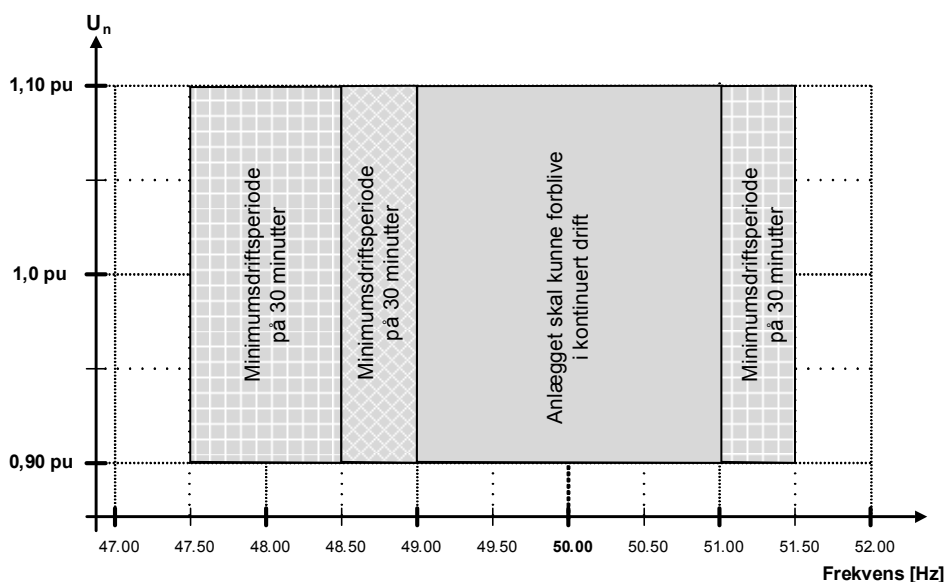


Figur 5 Krav til nominal effekt og nominal strøm ved frekvens- og spændingsvariationer.

4.3.3 Normalt driftsområde, distributionssystemstilslutning, kategori B, C og D

De følgende krav gælder for energilageranlæg i kategori B, C og D.

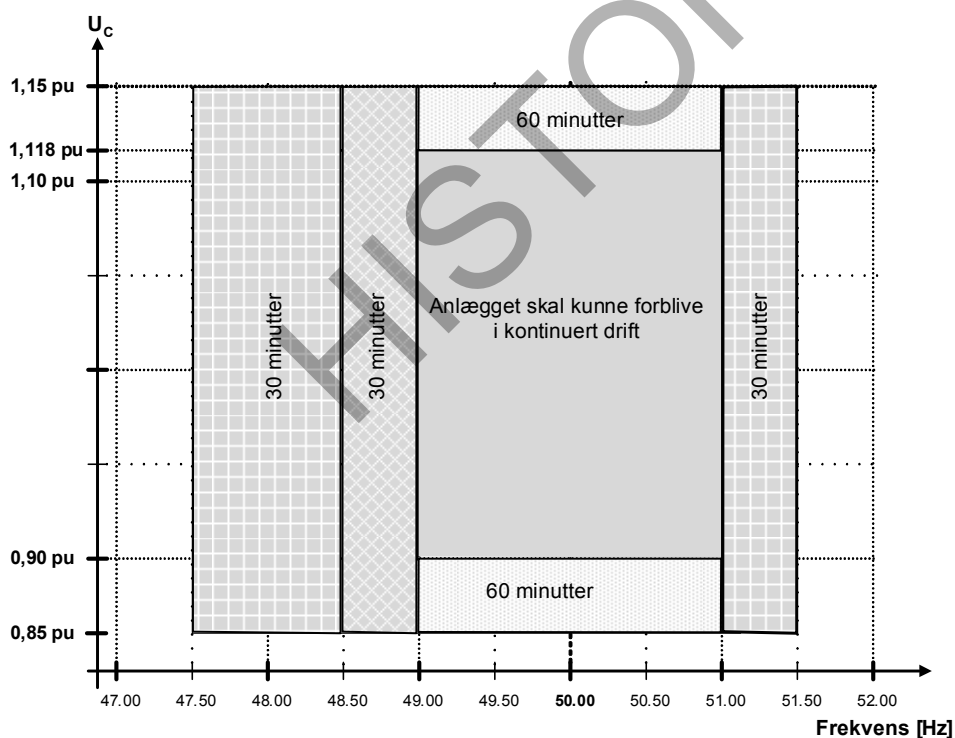
De samlede krav til normalt driftsområde af aktiv effekt ved frekvens- og spændingsafvigelser for et energilageranlæg i tilslutningspunktet er vist i Figur 6.



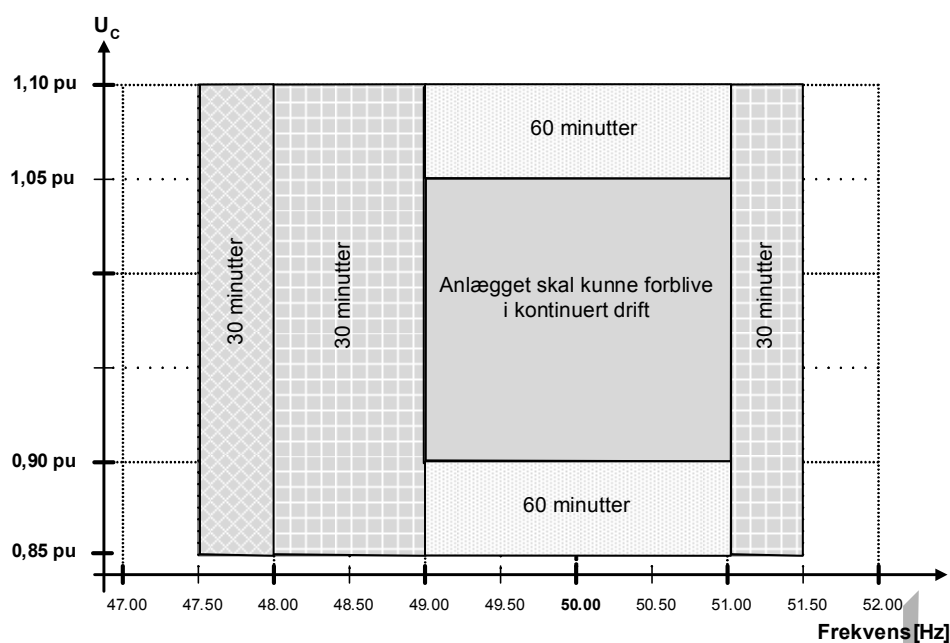
Figur 6 Krav til nominel effekt og nominel strøm ved frekvens- og spændingsvariationer.

4.3.4 Normalt driftsområde, transmissionssystemtilslutning

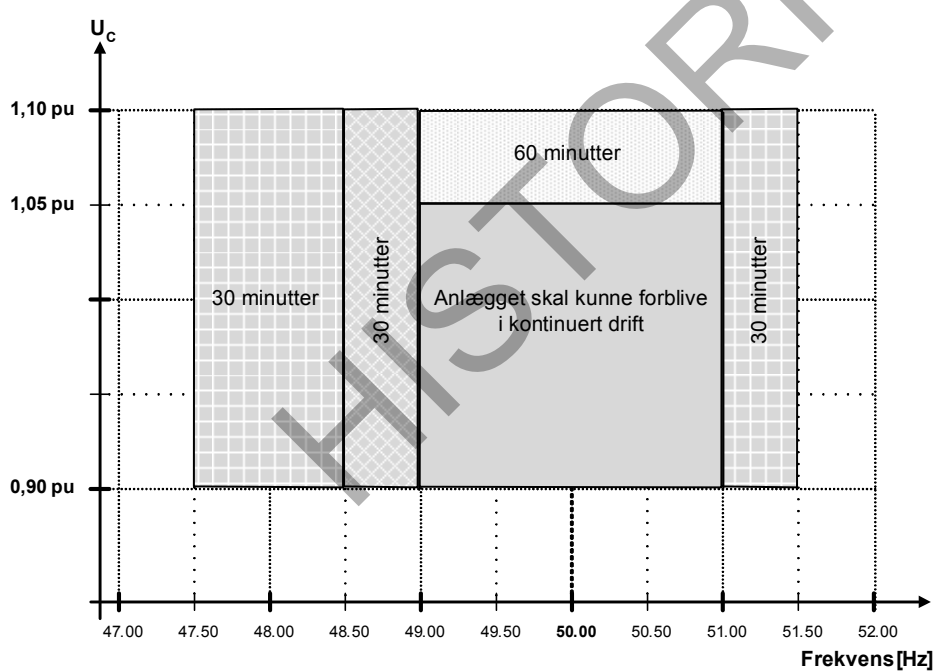
De samlede krav til normalt driftsområde af aktiv effekt ved frekvens- og spændingsafvigelser for et energilageranlæg i tilslutningspunktet er vist i Figur 7 og Figur 8 for DK1 og i Figur 9 og Figur 10 for DK2.



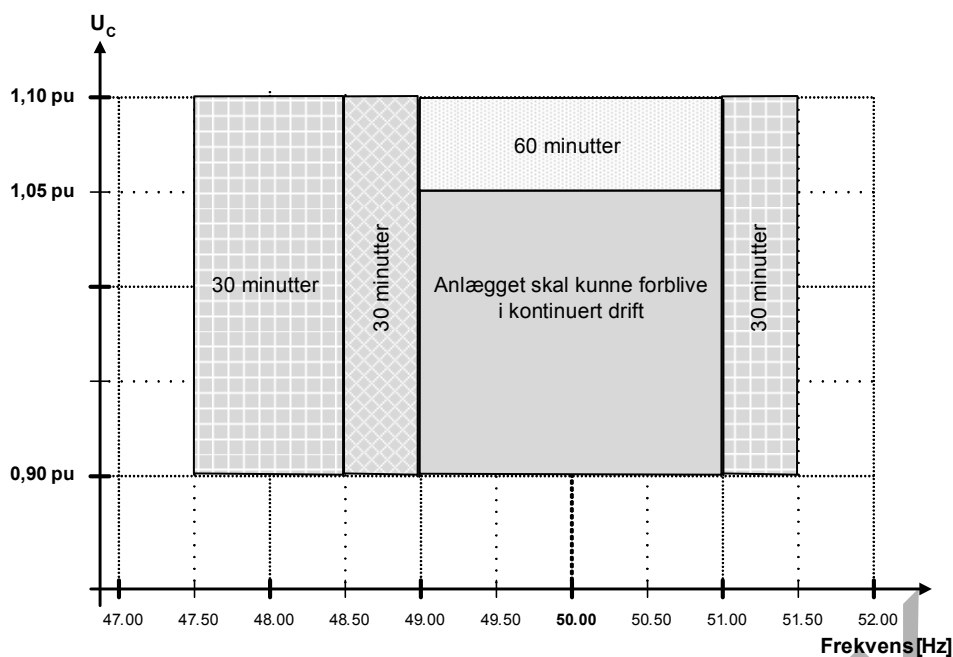
Figur 7 Normaldriftsområde: transmissionstilsluttede anlæg i DK1, 110-130 kV.



Figur 8 Normaldriftsområde: transmissionstilsluttede anlæg i DK1, 300-400 kV.



Figur 9 Normaldriftsområde: transmissionstilsluttede anlæg i DK2, 100-300 kV.



Figur 10 Normaldriftsområde: transmissionstilsluttede anlæg i DK2, 300-400 kV.

4.4 Unormale driftsforhold

De følgende krav gælder for energilageranlæg i kategori A, B, C og D.

4.4.1 Spændingsfasespring

Energilageranlægget skal være designet til uden udkobling fra POC og driftsstop at kunne tolerere et momentant spændingsfasespring på op til 20° i tilslutningspunktet.

4.4.2 ROCOF

Energilageranlægget skal uden udkobling fra POC og driftsstop kunne tolerere transiente frekvensgradienter, ROCOF, på op til ± 2 Hz/s i tilslutningspunktet.

4.4.3 Normaldrift efter spændingsdyk

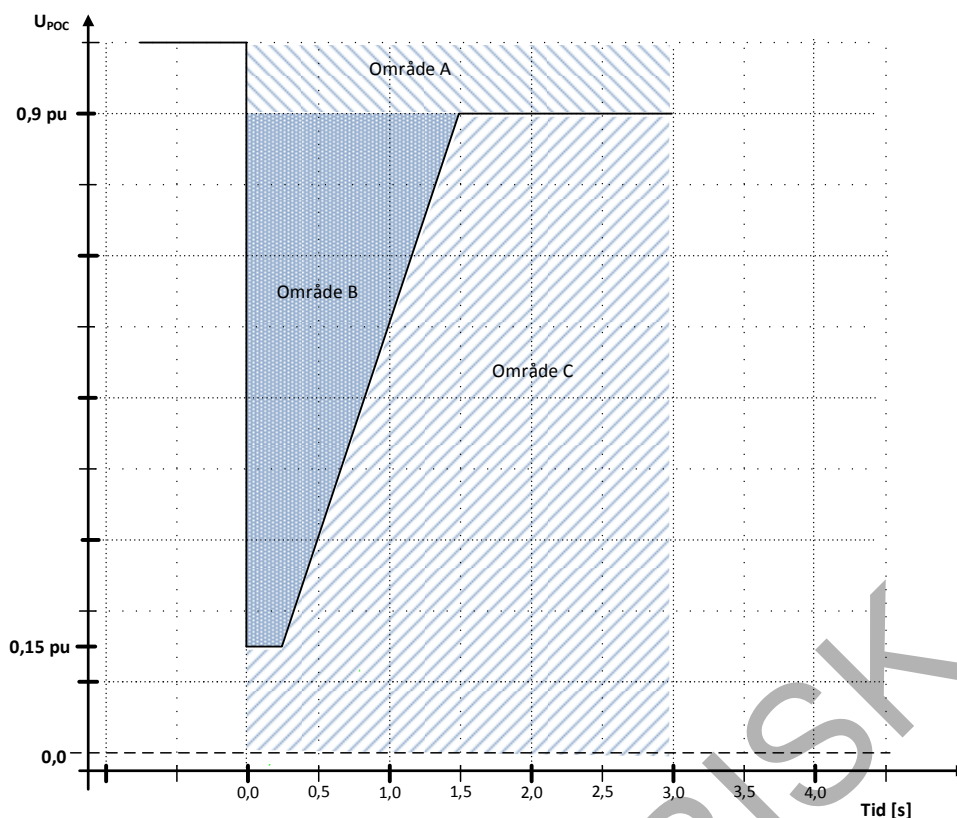
Det følgende krav gælder for energilageranlæg i kategori B, C og D.

Energilageranlægget skal efter et spændingsdyk kunne returnere til normaldrift senest 5 sekunder efter, at driftsforholdene i nettilslutningspunktet er tilbage i området normalt driftsområde.

4.4.4 Tolerance over for spændingsdyk, distributionssystemet

De følgende krav gælder for energilageranlæg tilsluttet i distributionssystemet i kategori B, C og D.

Et energilageranlæg skal i tilslutningspunktet være designet til at kunne tolerere et spændingsdyk uden udkobling ned til 15 % af spændingen i tilslutningspunktet over en periode på minimum 250 millisekunder, som vist i Figur 11, og skal under fejlforløbet kunne levere en reaktiv tillægsstrøm, som angivet i Figur 12.



Figur 11 Krav til tolerance over for spændingsdyk for energilageranlæg i kategori B, C og D.

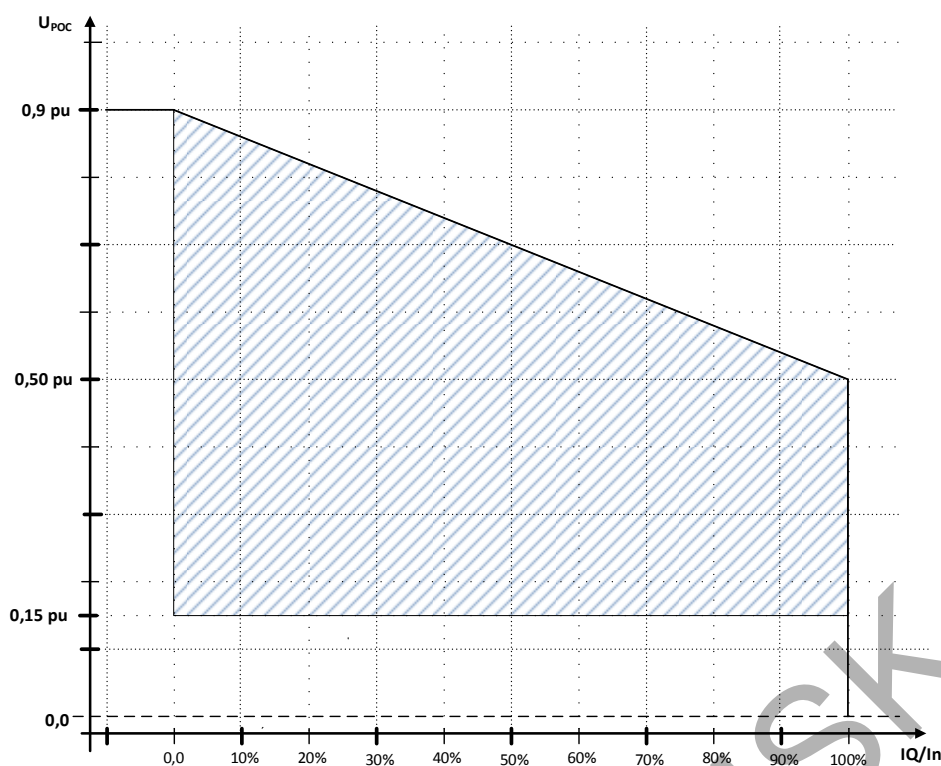
De følgende krav skal overholdes ved symmetriske såvel som usymmetriske fejl. Det vil sige, at kravene er gældende i tilfælde af fejl på tre, to eller en enkelt fase:

- Område A: Energilageranlægget skal uden udkobling fra POC og driftsstop opretholde normaldrift.
- Område B: Energilageranlægget skal uden udkobling fra POC og driftsstop yde maksimal spændingsstøtte ved at levere en reaktiv tillægsstrøm af en kontrolleret størrelse, så energilageranlægget bidrager til at stabilisere spændingen inden for de designmæssige rammer, som den aktuelle energilageranlægsteknologi tilbyder, jf. Figur 11.
- Område C: Udkobling af energilageranlægget er tilladt.

Hvis spændingen U_{POC} – i forbindelse med et fejlforløb – efter 1,5 sekunder er tilbage i område A, så betragtes et efterfølgende spændingsdyk som en ny fejlsituation.

Hvis flere på hinanden følgende fejlforløb inden for område B gør, at man tidsmæssigt kommer ind i område C, så er det tilladt at udkoble.

I forbindelse med fejlforløb i område B skal energilageranlægget have en reguleringsfunktion, som kan regulere den positive sekvens af den reaktive strøm, som specificeret i Figur 12.



Figur 12 Krav til levering af reaktiv tillægsstrøm IQ under spændingsdyk for energilageranlæg i kategori B, C og D.

Regulering skal følge Figur 12, så den reaktive tillægsstrøm (positiv sekvens) efter maksimalt 100 millisekunder efter spændingsdykket følger karakteristikken med en tolerance på $\pm 20\%$.

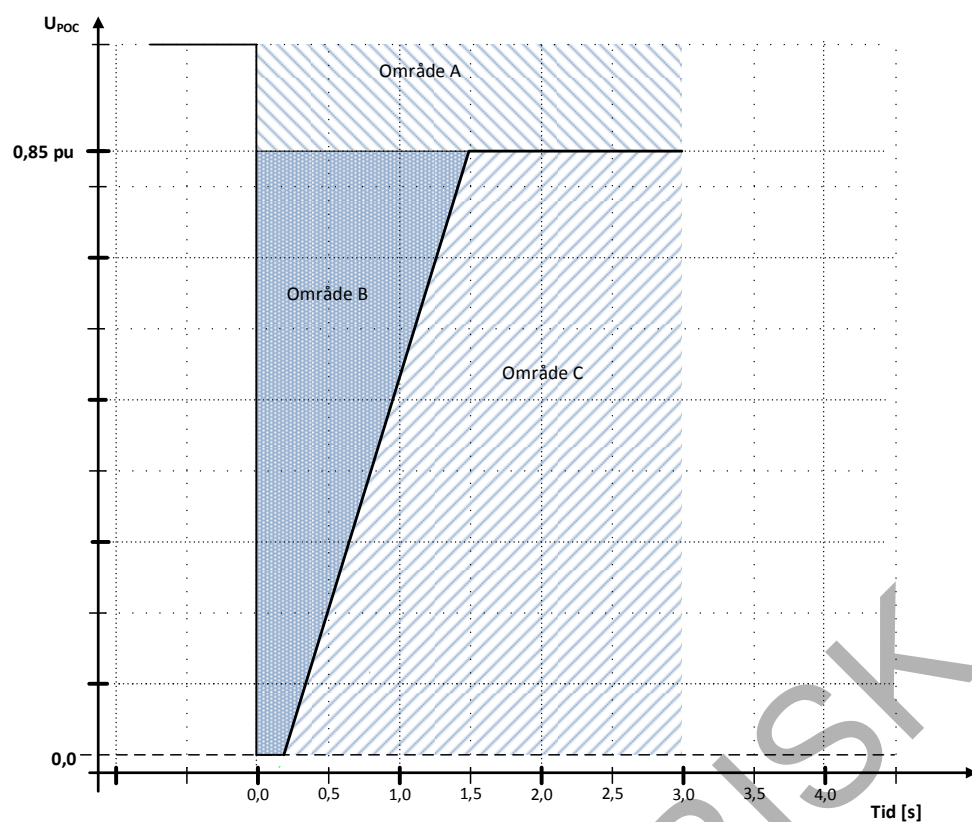
I område B har levering af reaktiv strøm første prioritet, mens levering af aktiv effekt har anden prioritet.

4.4.5 Tolerance over for spændingsdyk, transmissionssystemet

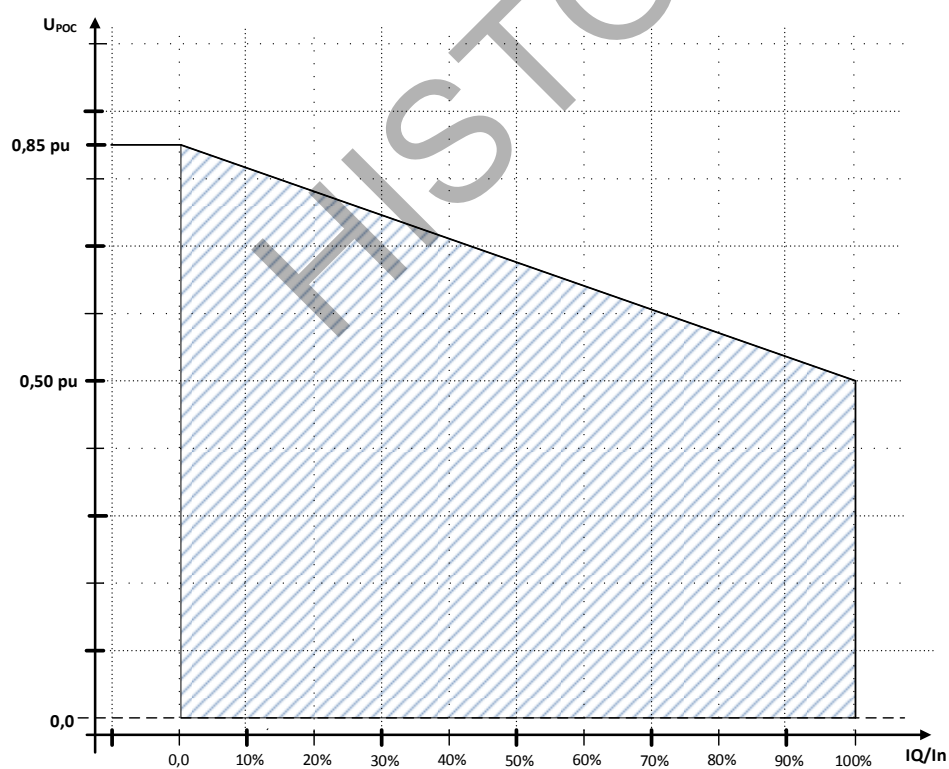
De følgende krav gælder for energilageranlæg tilsluttet i transmissionssystemet.

Et energilageranlæg skal i tilslutningspunktet være designet til at kunne tolerere et spændingsdyk uden udkobling ned til 0 % af spændingen i tilslutningspunktet over en periode på minimum 150 millisekunder.

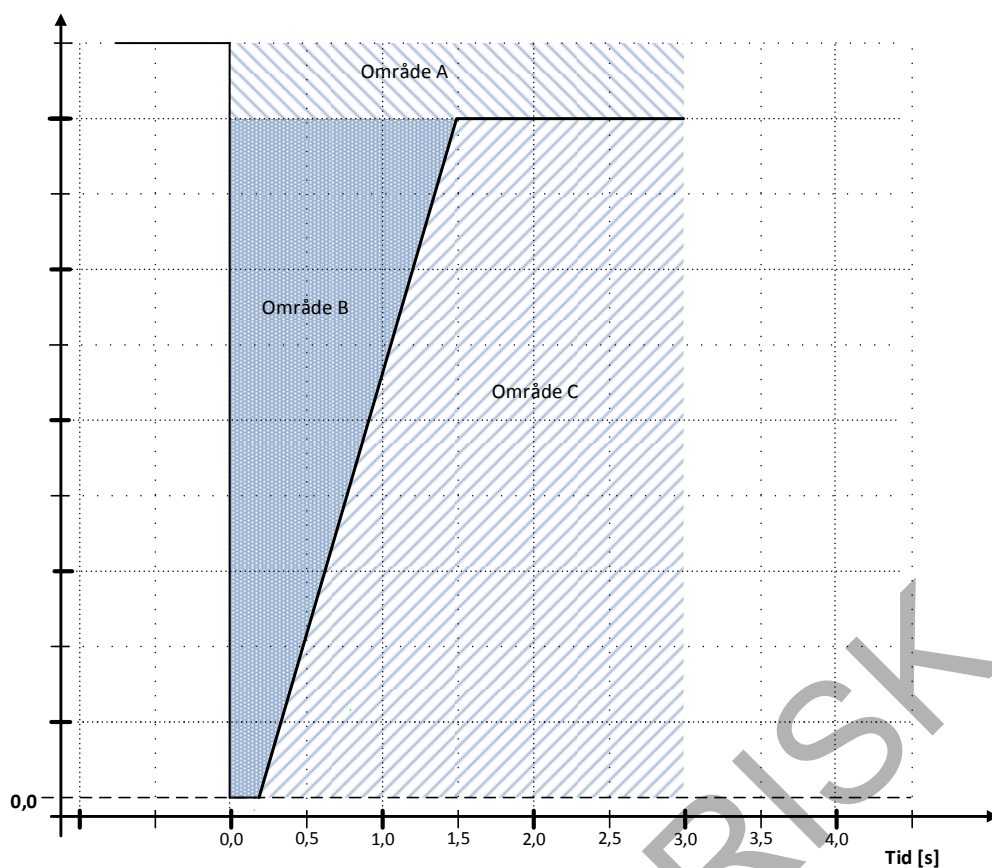
Et energilageranlæg skal i tilslutningspunktet være designet til at kunne tolerere et spændingsdyk uden udkobling ned til 0 % af spændingen i tilslutningspunktet over en periode på minimum 150 millisekunder, som vist i Figur 13 for DK1 og Figur 15 for DK2, og skal under fejlforløbet kunne levere en reaktiv tillægsstrøm, som angivet i Figur 14 for DK1 og Figur 16 for DK2.



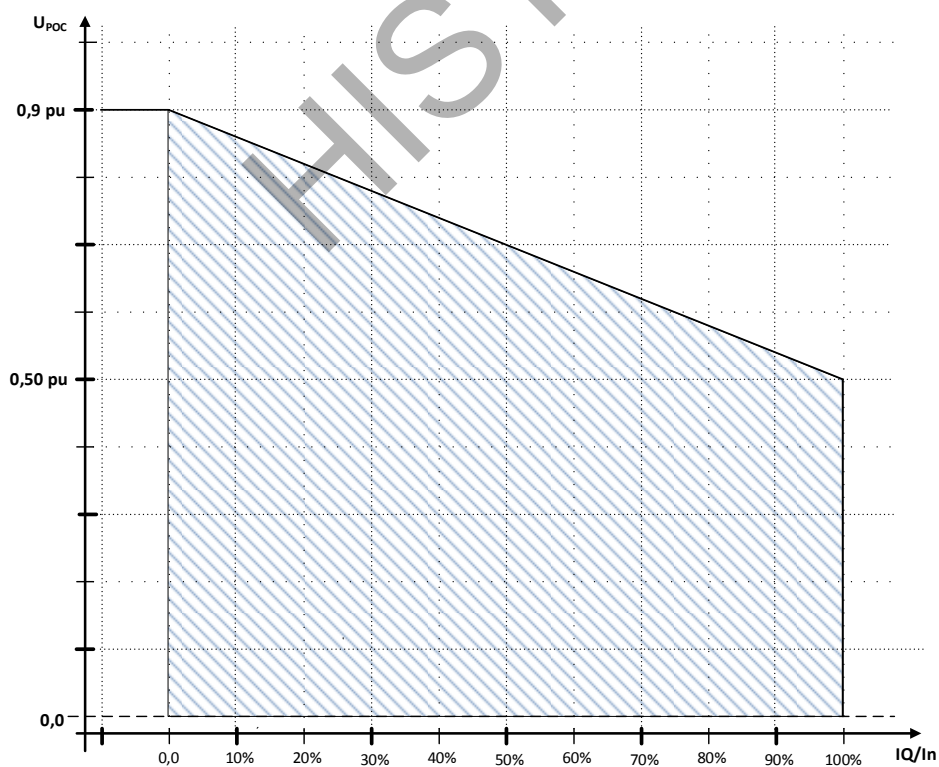
Figur 13 Krav til tolerance over for spændingsdyk for energilageranlæg tilsluttet transmissionssystemet i DK1.



Figur 14 Krav til levering af reaktiv tillægsstrøm I_Q under spændingsdyk for energilageranlæg tilsluttet transmissionssystemet i DK1.



Figur 15 Krav til tolerance over for spændingsdyk for energilageranlæg tilsluttet transmissionssystemet i DK2.



Figur 16 Krav til levering af reaktiv tillægsstrøm IQ under spændingsdyk for energilageranlæg tilsluttet transmissionssystemet i DK2.

De følgende krav skal overholdes ved symmetriske såvel som usymmetriske fejl. Det vil sige, at kravene er gældende i tilfælde af fejl på tre, to eller en enkelt fase:

- Område A: Energilageranlægget skal uden udkobling fra POC og driftstop opretholde normaldrift.
- Område B: Energilageranlægget skal uden udkobling fra POC og driftstop yde maksimal spændingsstøtte ved at levere en reaktiv tillægsstrøm af en kontrolleret størrelse, så energilageranlægget bidrager til at stabilisere spændingen inden for de designmæssige rammer, som den aktuelle energilageranlægsteknologi tilbyder, jf. Figur 13.
- Område C: Udkobling af energilageranlægget er tilladt.

Hvis spændingen U_{POC} – i forbindelse med et fejlforløb – efter 1,5 sekunder er tilbage i område A, så betragtes et efterfølgende spændingsdyk som en ny fejlsituation.

Hvis flere på hinanden følgende fejlforløb inden for område B gør, at man tidsmæssigt kommer ind i område C, så er det tilladt at udkoble.

I forbindelse med fejlforløb i område B skal energilageranlægget have en reguleringsfunktion, som kan regulere den positive sekvens af den reaktive strøm, som specificeret i henholdsvis Figur 14 for DK1 og Figur 16 for DK2.

5. Elkvalitet

5.1 Elkvalitet, energilageranlæg kategori A, B og T, distributionssystemstilsluttet

Et energilageranlæg 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 energilageranlæg har.

Et energilageranlæg skal overholde kravene i dette afsnit i både produktionstilstand og i forbrugstilstand.

5.1.1 Grænseværdier

Alle energilageranlæg skal overholde kravene beskrevet i afsnit 5.1.1.1 og afsnit 5.1.1.2. Derudover er der specifikke krav afhængig af størrelsen af energilageranlægget, som kan findes nedenfor.

- Hvis hver energilagerenhed i et energilageranlæg op til og med 50 kW overholder de relevante produktstandarder eller DS/EN 61000-3-serien, så anses kravet til hurtige spændingsændringer, flicker og harmoniske overtoner som overholdt.
- Et energilageranlæg over 50 kW skal derudover overholde de krav og grænseværdier, som stilles i afsnit 5.1.1.3 til afsnit 5.1.1.7. Disse afsnit omhandler bl.a. flicker, hurtige spændingsændringer og harmoniske overtoner.

5.1.1.1 DC-indhold

Et energilageranlægs injektion af DC-strømme i elnettet skal begrænses til en værdi under 0,5 % af energilageranlæggets nominelle strøm.

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

5.1.1.2 Strømubalance

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

Energilageranlæg over 11 kW skal være balanceret 3-faset, hvilket vil sige, at det skal være designet til at levere den samme strøm på alle tre faser samtidig.

5.1.1.3 Hurtige spændingsændringer

Et energilageranlæg må ikke forårsage hurtige spændingsændringer større end den grænseværdi, der er angivet i Tabel 8.

	Grænseværdi
$U \leq 33 \text{ kV}$	$d (\%) = 4 \%$
$U > 33 \text{ kV}$	$d (\%) = 3 \%$

Tabel 8 Grænseværdi for hurtige spændingsændringer i procent af U_n .

5.1.1.4 Flicker

Et energilageranlæg må ikke forårsage flickerbidrag, der er højere end grænseværdierne for kort- og langtidsflicker, som angivet i Tabel 9.

	Kortidsflicker (P_{st})	Langtidsflicker (P_{lt})
$U \leq 1$ kV	0,35/0,45/0,55*	0,25/0,30/0,40*
$U > 1$ kV	0,3	0,2
*Grænseværdierne gælder, hvis der allerede er tilsluttet hhv. 4+/2/1 energilageranlæg under samme transformerstation.		

Tabel 9 Grænseværdi for kort- og langtidsflicker.

5.1.1.5 Harmoniske overtoner

Et energilageranlæg må ikke emitte harmoniske strømme højere end grænseværdierne i Tabel 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 energilageranlægs nominelle tilsyneladende effekt og kortslutningseffekten i energilageranlæggets tilslutningspunkt.

	SCR	Ulige harmonisk orden h							Lige harmoniske orden h					
		3	5	7	9	11	13	15	2	4	6	8	10	12
$U \leq 1$ kV	<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
$U > 1$ kV	-	3,4	3,8	2,5	0,5	1,2	0,7	0,35	0,5	0,5	1,0	0,8	0,6	0,5

Tabel 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_1 og $PWHD_1$ er angivet i Tabel 11.

	SCR	THD _i	PWHD _i
U ≤ 1 kV	<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
U > 1 kV	-	4,4	4,4

Tabel 11 Grænseværdier for THD_i og PWHD_i i strøm (% af I_n).

5.1.1.6 Interharmoniske overtoner

Et energilageranlæg skal overholde grænseværdierne angivet i strømme for alle interharmoniske overtoner, som er angivet i Tabel 12.

Hvis de harmoniske overtoner er målt med grouping aktiveret (se målemetode), er der ikke særskilte krav til interharmoniske overtoner, da disse i så fald er medtaget under de harmoniske overtoner.

	SCR	Frekvens (Hz)		
		75 Hz	125 Hz	> 175 Hz
U ≤ 1 kV	<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	$\frac{289}{f}^*$
U > 1 kV	-	0,44	0,66	$\frac{83}{f}^*$
*Dog ikke mindre end måleusikkerheden.				

Tabel 12 Grænseværdier for interharmoniske overtoner i strøm (% af I_n).

5.1.1.7 Forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz

Et energilageranlæg skal overholde grænseværdien angivet i strøm i Tabel 13 for alle 200 Hz frekvensgrupper mellem 2 kHz og 9 kHz.

Grænseværdi
0,2 %

Tabel 13 Grænseværdi i strøm angivet som procent af I_n for alle frekvenser mellem 2 kHz og 9 kHz.

5.1.2 Ansvarsfordeling

5.1.2.1 Anlægsejers forpligtelser

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

Anlægsejer skal verificere, at emissionsgrænserne i tilslutningspunktet er overholdt.

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

5.1.2.2 Elforsyningsvirksomheden forpligtelser

Elforsyningsvirksomheden har ansvaret for at fastsætte emissionsgrænser i tilslutningspunktet.

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

5.1.3 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.

5.2 Elkvalitet, energilageranlæg kategori C, D og T, distributionssystemstilsluttet

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

Der kan være yderligere krav til et energilageranlæg i særlige tilfælde, hvor et energilageranlæg kan have en betydende indvirkning på det kollektive elforsyningsnet (distributionsnettet og/eller transmissionsnettet), se afsnit 5.2.2.1

5.2.1 Grænseværdier

Et energilageranlæg skal overholde kravene beskrevet i de følgende afsnit.

5.2.1.1 DC-indhold

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

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

5.2.1.2 Spændingsubalance

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

5.2.1.3 Hurtige spændingsændringer

Et energilageranlæg må ikke forårsage hurtige spændingsændringer større end den grænseværdi, der er angivet i Tabel 14.

	Grænseværdi
$U > 33 \text{ kV}$	$d (\%) = 3 \%$

Tabel 14 Grænseværdi for hurtige spændingsændringer i procent af U_n .

5.2.1.4 Flicker

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

5.2.1.5 Harmoniske overtoner

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

5.2.1.6 Interharmoniske overtoner

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

5.2.1.7 Forstyrrelser i intervallet 2-9kHz

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

5.2.2 Ansvarsfordeling

5.2.2.1 Anlægssejers forpligtelser

Anlægssejer skal sikre, at energilageranlægget er designet, konstrueret og konfigureret på en sådan måde, at alle grænseværdier overholdes.

Anlægssejer skal verificere, at emissionsgrænserne i nettilslutningspunktet er overholdt.

Til beregning af elkvalitet anvender anlægssejer den typiske trefasede kortslutningseffekt, S_k , elkvalitet i tilslutningspunktet.

Netvirksomheden og transmissionsvirksomheden foretager i samarbejde en bedømmelse af, om et energilageranlæg har betydende indvirkning på det kollektive elforsyningsnet. Ved ener-

gilageranlæg, som har en betydende indvirkning på det kollektive elforsyningsnet, vil anlægs-ejer yderligere skulle:

- anvende frekvensafhængige impedanspolygoner til beregning af elkvalitet
- verificere, at emissionsgrænser også er overholdt op imod transmissions-nettet, samt
- kunne levere en impedansmodel for energilageranlægget, jf. afsnit 9 omkring dokumentation.

5.2.2.2 Elforsyningsvirksomheden forpligtelser

Elforsyningsvirksomheden har ansvaret for at fastsætte emissionsgrænser i tilslutningspunktet.

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

5.2.3 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 Anneks B og skal måles i 200 Hz-vinduer med centerfrekvenser fra 2100 Hz til 8900 Hz.

5.3 Elkvalitet, energilageranlæg, transmissionssystemstilsluttet

Ved tilslutning af et energilageranlæg til transmissionssystemet skal forholdet omkring spændingskvalitet behandles som ved transmissionstilslutning af et Power Park-Modul, jf. Teknisk forskrift 3.2.7 Krav for spændingskvalitet for tilslutning af produktionsenheder til transmissionsnettet, som kan findes på Energinets hjemmeside www.energinet.dk.

6. Styring og regulering

6.1 Generelle krav

De følgende krav gælder for energilageranlæg i kategori A, B, C og D.

Alle reguleringsfunktioner i efterfølgende afsnit er med reference i tilslutningspunktet.

De aktuelt aktiverede funktioner og parameterindstillinger fastlægges af elforsyningsvirksomheden inden for de rammer, som Energinet Elsystemansvar A/S har fastlagt i denne tekniske forskrift.

Energinet Elsystemansvar A/S skal - af hensyn til forsyningssikkerheden – have mulighed for at kunne aktivere eller deaktivere de specificerede reguleringsfunktioner efter nærmere aftale med anlægsejer.

Angivelser af fortegn på alle figurer i det følgende følger generatorkonventionen.

I nedenstående tabel er angivet minimumskrav til reguleringsfunktionalitet for et energilageranlæg i anlægskategorierne A, B, C og D.

Kategori Reguleringsfunktion	A	B	C	D
Frekvensrespons, LFSM-O (0)	X	X	X	X
Frekvensrespons, LFSM-U (6.2.2.3)	-	-	X	X
Frekvensregulering (6.2.3) **	-	-	X	X
Absolut-effektbegrænser (6.2.4.1)	X	X	X	X
Gradient-effektbegrænser (6.2.4.2)	X	X	X	X
Q-regulering (6.3.1)*	X	X	X	X
Effektfaktorregulering (6.3.2)*	X	X	X	X
Automatisk effektfaktorregulering (6.3.2) *	X	X	-	-
Spændingsregulering (6.3.3) **	-	-	X	X
Systemværn (6.4)***	-	-	(X)	(X)

Tal i parentes i de enkelte rækker angiver afsnittet, hvor funktionen er beskrevet.

*) Et anlæg må ikke udføre Q-regulering, effektfaktorregulering, eller automatisk effektfaktorregulering uden særlig aftale med elforsyningsvirksomheden.

**) Et anlæg må ikke udføre frekvensregulering eller spændingsregulering uden særlig aftale med elforsyningsvirksomheden og Energinet Elsystemansvar A/S.

***) Systemværn er ikke et minimumskrav for opnåelse af nettilslutning i det kollektive elforsyningsnet, men et krav som energilageranlægget kan blive pålagt.

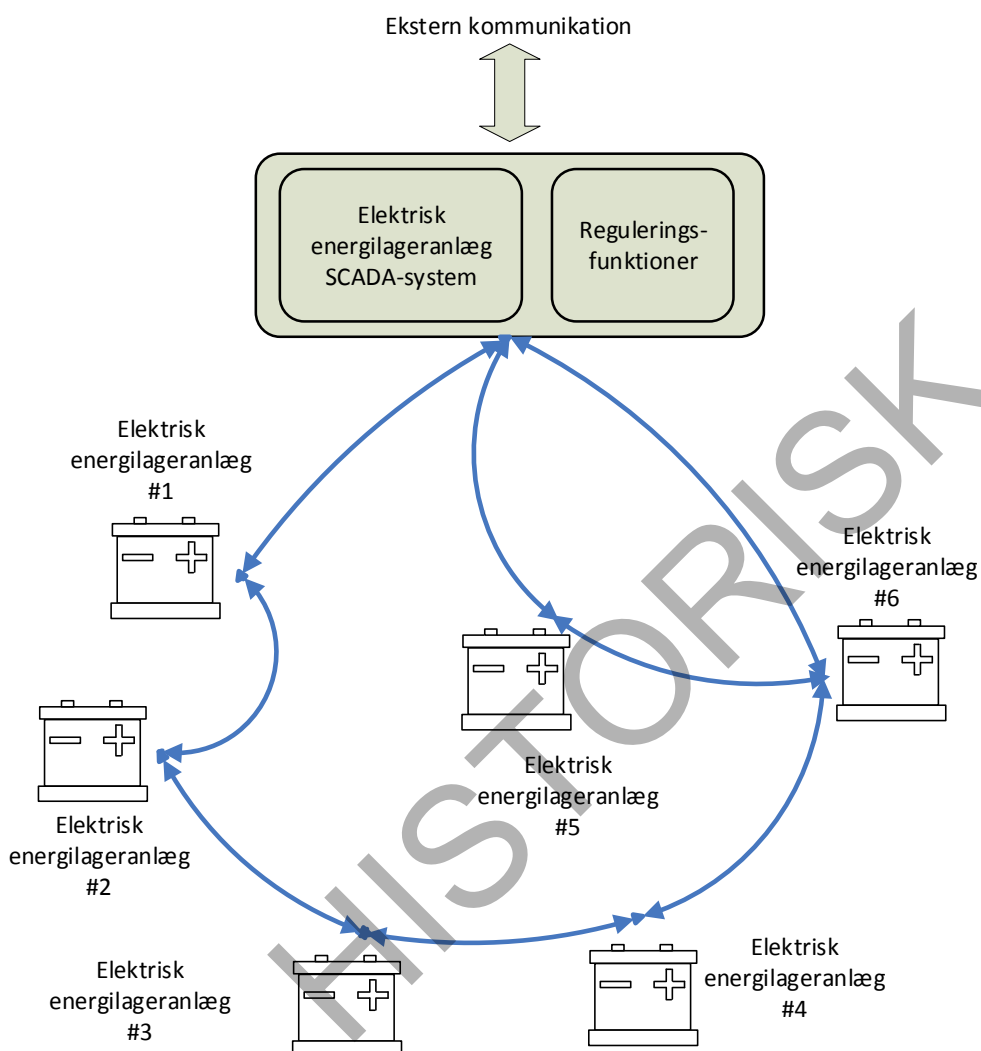
Tabel 15 Styrings- og reguleringsfunktioner for et energilageranlæg.

De forskellige reguleringsfunktioner skal sikre den overordnede styring, regulering og overvågning af energilageranlæggets drift.

De forskellige reguleringsfunktioner kan være implementeret i den enkelte enhed eller være samlet i én energilageranlægsregulator eller en kombination deraf, forudsat at der kun er én grænseflade for kommunikation, som vist i Figur 17.

Dette medfører, at hvis et vilkårligt antal energilageranlæg tilsluttes samme POC, hvor den nominelle effekt i POC er summen af tilsluttede energilageranlæg, skal de tilsluttede anlæg således agere som et samlet energilageranlæg.

Summen af den nominelle effekt i POC fastsætter anlægskategorien og dermed tilslutningskrav.



Figur 17 Skitse af en anlægsregulator.

Alle ændringer af setpunkter skal registreres sammen med identifikation af ordreudsteder.

Alle ændringer af setpunkter eller ordre om ændring af drift skal være tidsstemplet med en nøjagtighed og en præcision på maksimalt 10 millisekunder og med reference til UTC.

6.2 Reguleringsfunktioner af aktiv effekt og frekvens

De følgende krav gælder for energilageranlæg i kategori A, B, C og D.

Et energilageranlæg skal være udstyret med reguleringsfunktioner, som kan regulere den leverede eller optagne aktive effekt i tilslutningspunktet.

Angivelse af setpunkter for aktiv effekt skal kunne foretages med en opløsning på 1 % af P_{no} eller P_{nl} eller bedre.

De aktuelle indstillinger af parametre for aktiverede reguleringsfunktioner for aktiv effekt fastlægges af elforsyningsvirksomheden i samarbejde med Energinet Elsystemansvar A/S inden idriftsættelsen.

Ud over de generelle krav angivet i afsnit 6.1 skal reguleringsfunktioner for aktiv effekt overholde kravene i efterfølgende afsnit.

6.2.1 Frekvensrespons, LFSM-U og LFSM-O

Ved frekvensafvigelse i det kollektive elforsyningsnet skal energilageranlægget kunne bidrage til frekvensstabiliteten ved automatisk op- eller nedregulering af den aktive effekt ved netfrekvenser under eller over referencefrekvensen f_1 og f_2 . Dette benævnes frekvensrespons og er en autonom funktion.

Reguleringen skal påbegyndes senest 2 sekunder efter, at en frekvensændring er konstateret, og være fuldt udreguleret inden for 15 sekunder.

Af hensyn til detektering af $\emptyset$ -drift i distributionssystemet må anlæg tilsluttet i distributionssystemet ikke påbegynde nedregulering af den aktive effekt, før der er gået 500 millisekunder.

Frekvensmålinger skal udføres med en nøjagtighed på 10 mHz eller bedre. Reguleringsfunktionens følsomhed skal være 10 mHz eller mindre (frekvensresponsufølsomhed). Indstillingsværdien for frekvensresponsfunktionens knæfrekvenser og statik fastlægges af Energinet Elsystemansvar A/S.

6.2.1.1 LFSM-U og LFSM-O

Frekvensresponsfunktionens frekvenspunkter (knæfrekvenser) er angivet i henholdsvis Tabel 16 for DK1 og Tabel 17 for DK2 og skal kunne indstilles til enhver værdi i området 47,50 Hz til 51,50 Hz med en opløsning på maksimalt 10 mHz.

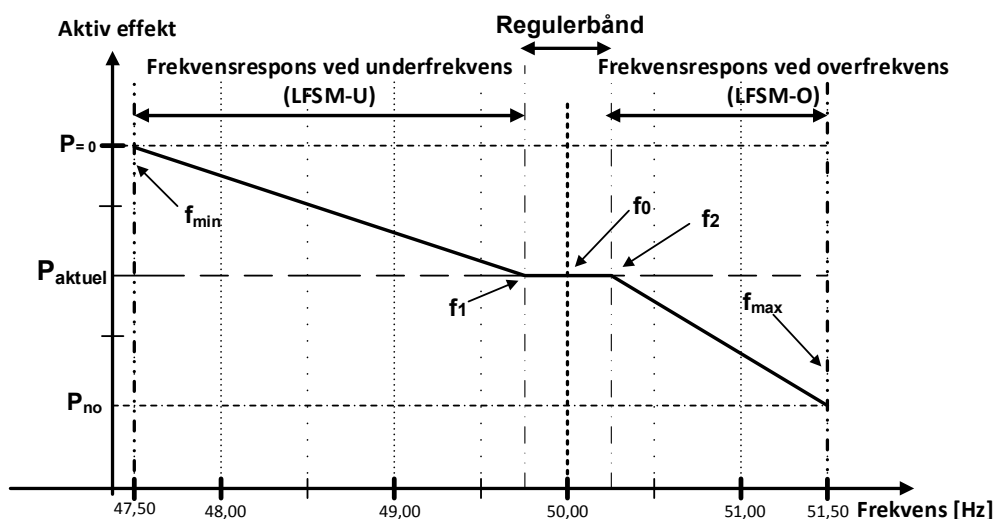
Statikken for både ned- og opreguleringen skal kunne indstilles til enhver værdi i området mellem 2 % og 12 % af P_n og udføres med en unøjagtighed på maksimalt ± 10 % af P_n .

Statik er i denne sammenhæng ændringen i aktiv effekt som funktion af netfrekvensen. Statikken angives i procent af henholdsvis P_{no} og P_{nl} for energilageranlægget.

Statikken for regulering imellem de forskellige frekvenspunkter er illustreret i Figur 18 og Figur 19 for henholdsvis energilageranlæg, som kun kan optage effekt fra nettet, og energilageranlæg, som kan optage effekt fra og levere effekt til nettet.

6.2.1.2 Effekttretning til energilageranlæg

P_{aktuel} er et fiktivt punkt, som illustrerer et driftspunkt mellem P_{nl} og P_{no} .



Figur 18 Frekvensrespons for et energilageranlæg, som kun kan optage effekt fra det kollektive elforsyningsnet. Figuren anskueliggør funktioner og respons, men værdier foruden frekvensrelaterede værdier er fiktive.

Ved frekvensstigning over f_2 (LFMS-O) skal statikken følges, hvilket vil sige, at effekt i retningen fra nettet øges ved stigende frekvens. Stabiliseres og falder frekvensen efterfølgende, skal statikken stadig følges, indtil systemfrekvensen igen er lavere end frekvensen f_2 .

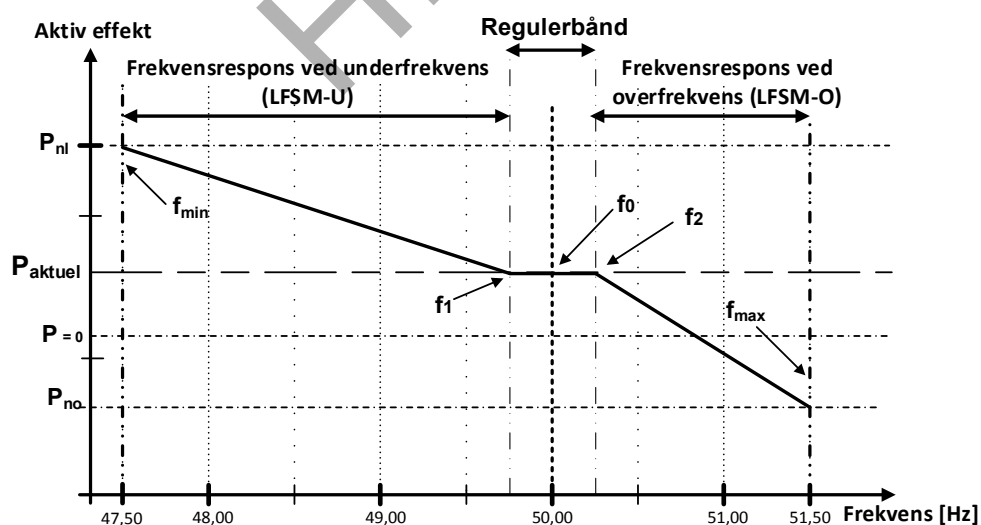
Ved frekvensfald under f_1 (LFMS-U) skal statikken følges, hvilket vil sige, at effekt i retningen fra nettet reduceres ved faldende frekvens. Stabiliseres og stiger frekvensen efterfølgende, skal statikken stadig følges, indtil systemfrekvensen igen er højere end frekvensen f_1 .

6.2.1.3 Effektretning til og fra energilageranlæg

P_{aktuel} er et fiktivt punkt, som illustrerer et driftspunkt mellem P_{nl} og P_{no} .

P_{no} er energilageranlæggets nominelle effektoptag fra nettet.

P_{nl} er energilageranlæggets nominelle effekt leveret til nettet.



Figur 19 Frekvensrespons fra et energilageranlæg, som kan levere og optage effekt fra det kollektive elforsyningsnet. Figuren anskueliggør funktioner og respons, men værdier foruden frekvensrelaterede værdier er fiktive.

Ved frekvensstigning over f_2 (LFSM-O) skal statikken følges, hvilket vil sige, at optaget af aktiv effekt øges ved stigende frekvens. Stabiliseres og falder frekvensen efterfølgende, skal statikken stadig følges, indtil systemfrekvensen igen er lavere end frekvensen f_2 .

Ved frekvensfald under f_1 (LFSM-U) skal statikken følges, hvilket vil sige, at levering af aktiv effekt øges ved faldende frekvens. Stabiliseres og stiger frekvensen efterfølgende, skal statikken stadig følges, indtil systemfrekvensen igen er højere end frekvensen f_1 .

6.2.2 Frekvensindstillinger og frekvensrespons

Krav til standard frekvensindstillingsværdier er vist herunder i Tabel 16 og Tabel 17.

	$f_{\min}$	$f_{\max}$	f_0	f_1	f_2
Hz	47,50	51,50	50,00	49,80	50,20

Tabel 16 Standard frekvensresponsindstillingsværdier for DK1.

	$f_{\min}$	$f_{\max}$	f_0	f_1	f_2
Hz	47,50	51,50	50,00	49,50	50,50

Tabel 17 Standard frekvensresponsindstillingsværdier for DK2.

Krav til statikindstillinger (% af P_n) i henholdsvis DK1 og DK2 er som angivet i Tabel 18.

Synkronområde	Statik [%]
DK1	5
DK2	4

Tabel 18 Statikindstillinger i henholdsvis DK1 og DK2.

6.2.2.1 LFSM-O, kategori A, B, C og D

For energilageranlæg i kategori A, B, C og D kræves et frekvensrespons ved overfrekvens, jf. Figur 18 eller Figur 19 og med frekvensindstillingerne vist i Tabel 16 eller Tabel 17 samt Tabel 18.

6.2.2.2 LFSM-U, kategori A og B

For energilageranlæg i kategori A og B er der ikke krav om frekvensrespons ved underfrekvens, LFSM-U.

6.2.2.3 LFSM-U, kategori C og D

For energilageranlæg i kategori C og D kræves, at funktionaliteten frekvensrespons er tilgængelig ved underfrekvens, LFSM-U, jf. Figur 18 eller Figur 19 og med frekvensindstillingerne vist i Tabel 16 eller Tabel 17 samt Tabel 18.

6.2.3 Frekvensregulering (FSM)

Ved frekvensafvigelser i det kollektive elforsyningsnet skal energilageranlægget have reguleringsfunktioner, der kan bidrage med frekvensregulering for at stabilisere netfrekvensen (50,00 Hz).

Frekvensreguleringsfunktionen har til formål at regulere den aktive effekt ved netfrekvenser mellem f_1 og f_2 , som illustreret i Figur 20.

Frekvensmålingen skal udføres med en nøjagtighed på ± 10 mHz eller bedre målt/beregnet over 1 sekund.

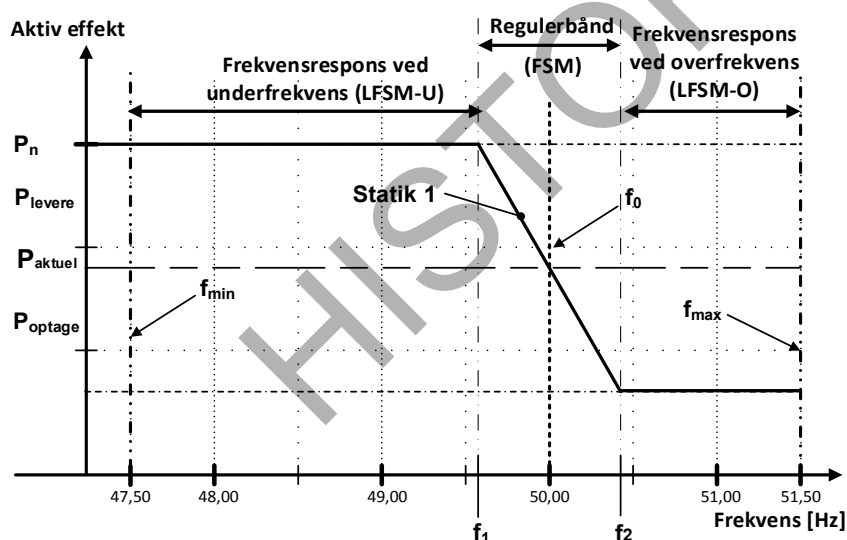
Nøjagtigheden af den fuldførte regulering, inklusive nøjagtighed på setpunktet, må maksimalt afvige ± 5 % af setpunktsværdien eller $\pm 0,5$ % af den nominelle effekt, afhængig af hvilken der giver den mindste tolerance. Indreguleringsperioden skal udføres uden bevist forsinkelse og maksimalt være på 1 sekund.

Frekvensreguleringsfunktionen skal kunne indstilles således, at et vilkårligt frekvenspunkt indeholdt i Figur 20 mellem frekvenserne $f_{\min}$ og $f_{\max}$ (området 47,50 Hz til 51,50 Hz) skal kunne indstilles med en opløsning på maksimalt 10 mHz.

Statikken for regulering er illustreret i Figur 20 med reference til DK1.

Statik er i denne sammenhæng ændringen i aktiv effekt som funktion af netfrekvensen. Statikken angives i procent af nominel effekt for energilageranlægget.

I Figur 20 er for DK1 illustreret, hvor de forskellige parametre og grænser for frekvensreguleringsfunktionen er placeret i sammenhængen.



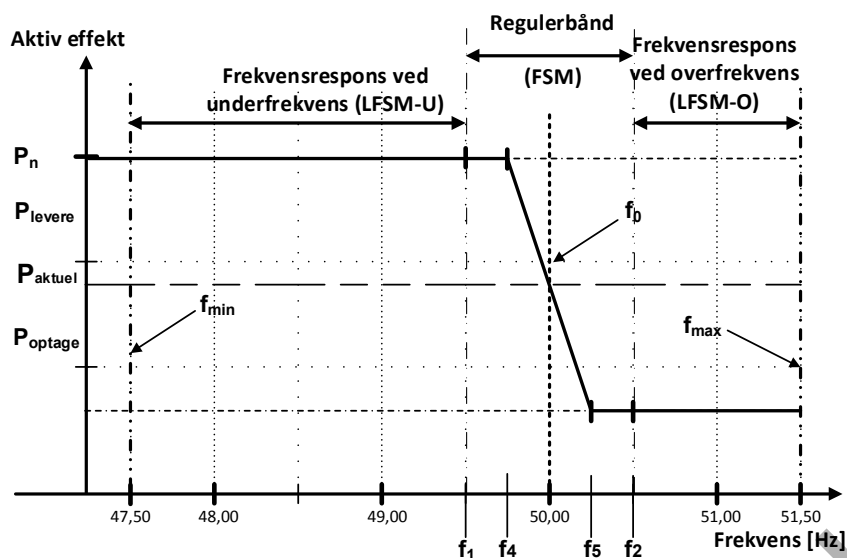
Figur 20 FSM-bånd og frekvensrespons for DK1. Figuren anskueliggør funktioner og respons, men værdier foruden frekvensrelaterede værdier er fiktive.

Frekvensreguleringsfunktionen skal kunne aktiveres i intervallet fra $f_{\min}$ til $f_{\max}$.

Standard frekvensreguleringsindstillingsværdier – DK1 (FCR)					
	$f_{\min}$	$f_{\max}$	f_0	f_1	f_2
Hz	47,50	51,50	50,00	49,80	50,20

Tabel 19 Standard frekvensreguleringsindstillingsværdier for DK1.

I Figur 21 er for DK2 illustreret, hvor FCR-N regulering og grænser for frekvensreguleringsfunktionen er placeret i sammenhængen.

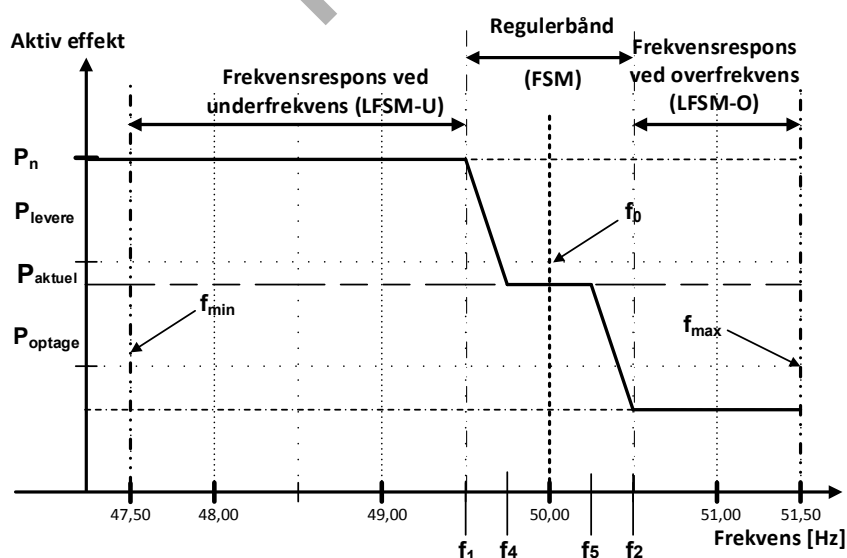


Figur 21 FSM-bånd, FCR-N og frekvensrespons i DK2. Figuren anskueliggør funktioner og respons, men værdier foruden frekvensrelaterede værdier er fiktive.

Standard frekvensreguleringsindstillingsværdier – DK2 (FCR-N)					
	$f_{\min}$	$f_{\max}$	f_0	F_4	f_5
Hz	47,50	51,50	50,00	49,90	50,10

Tabel 20 Standard FCR-N frekvensreguleringsindstillingsværdier for DK2.

I Figur 22 er for DK2 illustreret, hvor FCR-D-regulering og grænser for frekvensreguleringsfunktionen er placeret i sammenhængen.



Figur 22 FSM-bånd, FCR-D og frekvensrespons i DK2. Figuren anskueliggør funktioner og respons, men værdier foruden frekvensrelaterede værdier er fiktive.

Standard frekvensreguleringsindstillingsværdier – DK2 (FCR-D)							
	$f_{\min}$	$f_{\max}$	f_0	f_1	f_2	f_4	f_5
Hz	47,50	51,50	50,00	49,50	50,50	49,90	50,10

Tabel 21 Standard frekvensreguleringsindstillingsværdier for DK2.

6.2.3.1 FSM, kategori A og B

Energilageranlæg i kategori A og B har ikke krav om reguleringsfunktionen frekvensregulering.

6.2.3.2 FSM, kategori C og D

Energilageranlæg i kategori C og D skal have reguleringsfunktionen frekvensregulering med funktionalitet

Der er ikke krav om aktivering af funktionaliteten for at opnå nettilslutning.

Regulering efter et nyt parametersæt for frekvensreguleringen skal være muligt senest 10 sekunder fra modtagelse af ordre om parameterændring.

6.2.4 Begrænsningsfunktioner – regulering af aktiv effekt

Et energilageranlæg skal være udstyret med reguleringsfunktioner (begrænsningsfunktioner) for regulering af aktiv effekt, som sikrer stabil drift efter et valgt driftspunkt.

Eksempler på anvendelse af disse reguleringsfunktioner er lastregulering efter effektplan og sekundærregulering ud fra centralt beordret regulering (FRR-a, FRR-m).

Regulering med en ny parameter for begrænserefunktionerne skal påbegyndes inden for 2 sekunder og skal være fuldført inden for 10 sekunder fra modtagelse af ordre om parameterændring.

Angivelse af setpunkter for aktiv effekt skal kunne foretages med en opløsning på mindst 1 % af P_{nl} og P_{no} eller bedre.

Nøjagtigheden af den fuldførte regulering, inklusive nøjagtighed på setpunktet, må maksimalt afvige ± 5 % af setpunktsværdien eller $\pm 0,5$ % af den nominelle effekt, afhængigt af hvilken der giver den største tolerance.

De krævede begrænsningsfunktioner er specificeret i de efterfølgende afsnit.

6.2.4.1 Absolut-effektbegrænser (dellast)

Absolut-effektbegrænser bruges til at begrænse den aktive effekt optaget fra eller leveret til et energilageranlæg til en setpunktsbestemt maksimal effektgrænse i tilslutningspunktet.

Absolut-effektbegrænser bruges typisk til at beskytte det kollektive elforsyningsnet mod overbelastning i kritiske situationer eller til at begrænse energilageranlæggets maksimale optagne eller leverede aktive effekt som følge af lovgivning.

6.2.4.1.1 Absolut effektbegrænser, kategori A, B, C og D

Energilageranlæg i kategori A, B, C og D skal have begrænserfunktionen absolut-effektbegrænser.

Begrænserfunktionen skal som minimum indstilles således, at anlægget aldrig overstiger anlæggets nominelle effekt.

6.2.4.2 Gradient-effektbegrænser (lastgradient - rampefunktion)

Gradient-effektbegrænser bruges til at begrænse den maksimale hastighed, som den aktive effekt kan ændres med ved ændringer i effekten eller ved ændringer i setpunkter for et energilageranlæg.

6.2.4.2.1 Gradient-effektbegrænser, kategori A, B, C og D:

Energilageranlæg i kategori A, B, C og D skal have begrænserfunktionen gradient-effektbegrænser.

Begrænserfunktionen skal kunne anvendes ved både op- og nedregulering af aktiv effekt og skal kunne indstilles til en vilkårlig værdi indenfor følgende parametre.

Opregulering: Min. 1 % af P_n /min.

Opregulering: Max. 20 % af P_n , dog højst 60 MW/min.

Nedregulering: Min. 1 % af P_n /min.

Nedregulering: Max. 20 % af P_n , dog højst 60 MW/min.

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

6.3 Reguleringsfunktioner for reaktiv effekt og spænding

Et energilageranlæg skal være udstyret med reguleringsfunktioner for reaktiv effekt og spænding, som henholdsvis kan regulere den reaktive effekt i tilslutningspunktet og regulere spændingen i spændingsreferencepunktet via aktiveringsordrer, der indeholder setpunkter for de specificerede parametre.

Reguleringsfunktionerne Q-regulering, effektfaktorregulering og spændingsregulering udelukker gensidigt hinanden, så det kun er én af de tre funktioner, der kan aktiveres ad gangen.

De aktuelle reguleringsfunktioner og indstillinger af disse fastlægges inden idriftsættelsen af elforsyningsvirksomheden.

Ud over de generelle krav angivet i afsnit 6.1 skal reguleringsfunktioner for reaktiv effekt og spænding overholde kravene i de følgende afsnit.

Nedenstående tabel viser minimumskrav til funktionalitet for regulering af reaktiv effekt i de forskellige anlægskategorier.

Reguleringsfunktion \ Kategori	A	B	C	D
Q-regulering (6.3.1)*	X	X	X	X
Effektfaktorregulering (6.3.2)*	X	X	X	X
Spændingsregulering (6.3.3) **	-	-	X	X
Automatisk effektfaktorregulering (6.3.4)*	X	X	-	-

Tal i parentes i de enkelte rækker angiver afsnittet, hvor funktionen er beskrevet.

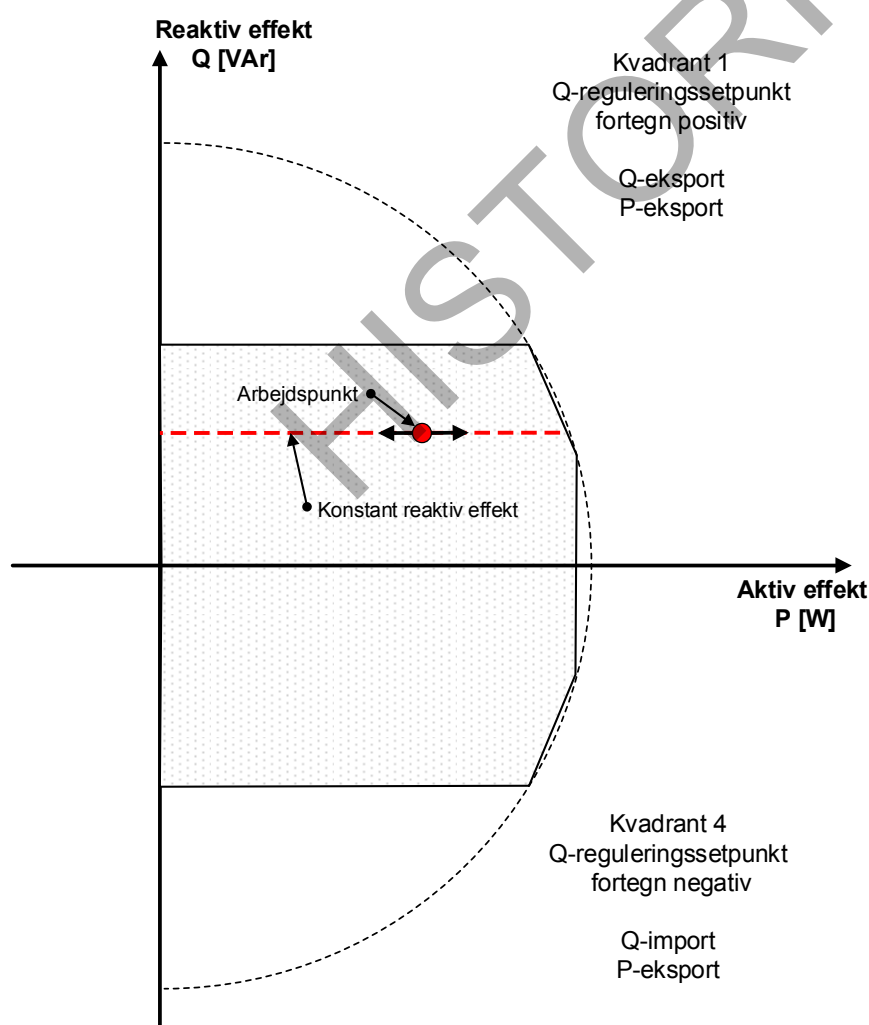
*) Et anlæg skal som standard konfigureres med Q-regulering og med et setpunkt på 0 VAr. Anden reaktiv regulering aftales med elforsyningsvirksomheden.

**) Et anlæg må ikke udføre spændingsregulering uden særlig aftale med elforsyningsvirksomheden og Energinet Elsystemansvar A/S.

Tabel 22 Styrings- og reguleringsfunktioner for reaktiv effekt.

6.3.1 Q-regulering

Q-regulering er en reguleringsfunktion, der regulerer den reaktive effekt uafhængigt af net-spændingen og den aktive effekt i tilslutningspunktet. Denne reguleringsfunktion er skitseret på Figur 23 som en vandret linje.



Figur 23 Reguleringsfunktioner for reaktiv effekt for et energilageranlæg.

Regulering til et nyt setpunkt for Q skal påbegyndes inden for 2 sekunder og skal være fuldført inden for 10 sekunder fra modtagelse af ordre om setpunktsændring.

For reguleringsfunktionen gælder, at nøjagtigheden for en fuldført eller en kontinuerlig regulering, inklusive nøjagtighed på setpunktet, maksimalt må afvige 1 % af Q_n over en periode på 1 minut.

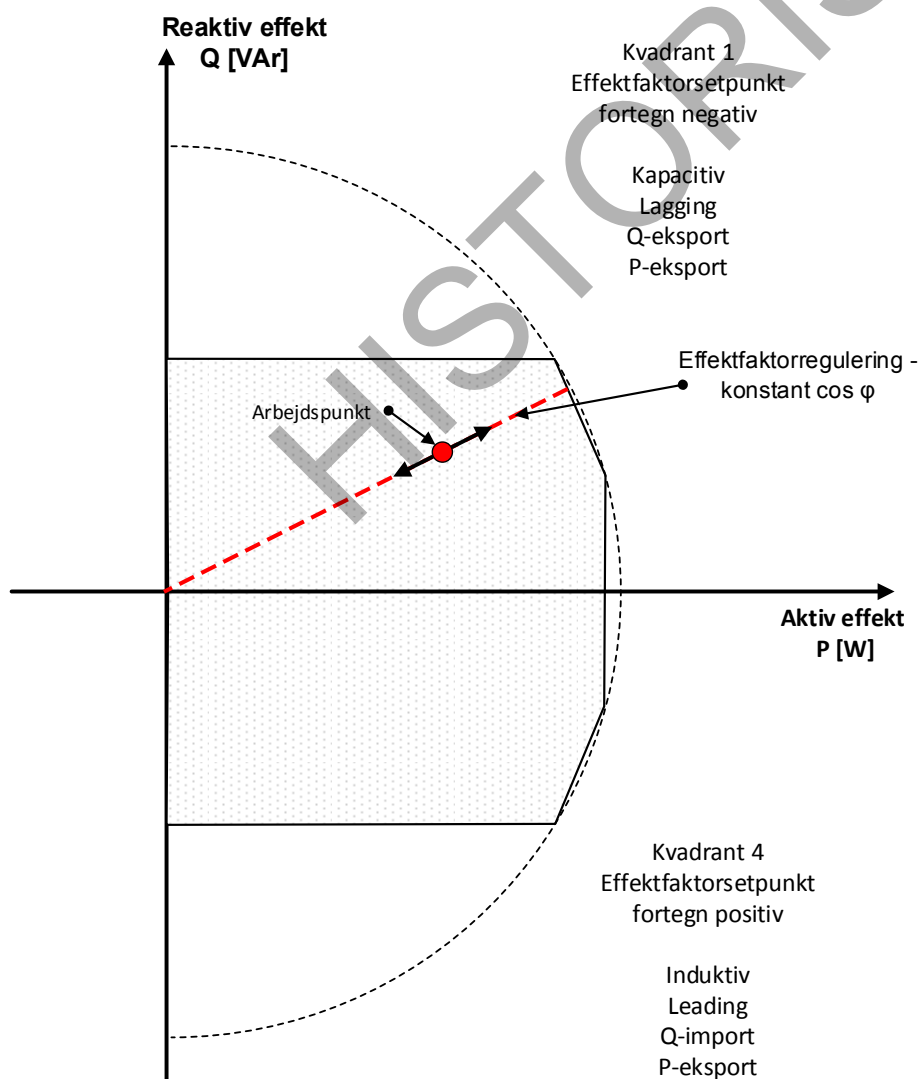
Angivelse af setpunkter for reaktiv effekt skal kunne foretages med en opløsning på mindst 1 % af Q_{nl} og Q_{no} eller højere.

6.3.1.1 Q-regulering, kategori A, B, C og D

Energilageranlæg i kategori A, B, C og D skal have funktionen Q-regulering.

6.3.2 Effektfaktorregulering

Effektfaktorregulering er en reguleringsfunktion, der regulerer den reaktive effekt proportionalt (bestemt af statikken) med den aktive effekt i tilslutningspunktet, som er vist med en linje med en konstant hældning i Figur 24.



Figur 24 Effektfaktorregulering (PF) for et energilageranlæg.

Energilageranlægget skal kunne modtage et setpunkt for effektfaktoren med en opløsning på maksimalt 0,01.

Regulering til et nyt setpunkt for effektfaktor skal påbegyndes inden for 2 sekunder og skal være fuldført inden for 10 sekunder fra modtagelse af ordre om setpunktsændring.

For reguleringsfunktionen gælder, at nøjagtigheden for en fuldført eller en kontinuerlig regulering, inklusive nøjagtighed på setpunktet, over en periode på 1 minut maksimalt må afvige 0,01 af setpunktet af effektfaktoren. Energilageranlægget skal kunne indstille et setpunkt for effektfaktoren med en opløsning på 0,01

6.3.2.1 Effektfaktorregulering, kategori A, B, C og D

Energilageranlæg i kategori A, B, C og D skal have funktionen effektfaktorregulering.

6.3.3 Spændingsregulering

Et anlæg må ikke udføre spændingsregulering uden særlig aftale med elforsyningsvirksomheden og Energinet Elsystemansvar A/S.

Automatisk spændingsregulering (AVR) er en reguleringsfunktion, der automatisk regulerer spændingen i spændingsreferencepunktet. Spændingsreguleringen skal have et indstillingsområde inden for minimal til maksimal spænding som angivet i Tabel 3 med en opløsning på maksimalt 0,5 % af nominel spænding eller bedre.

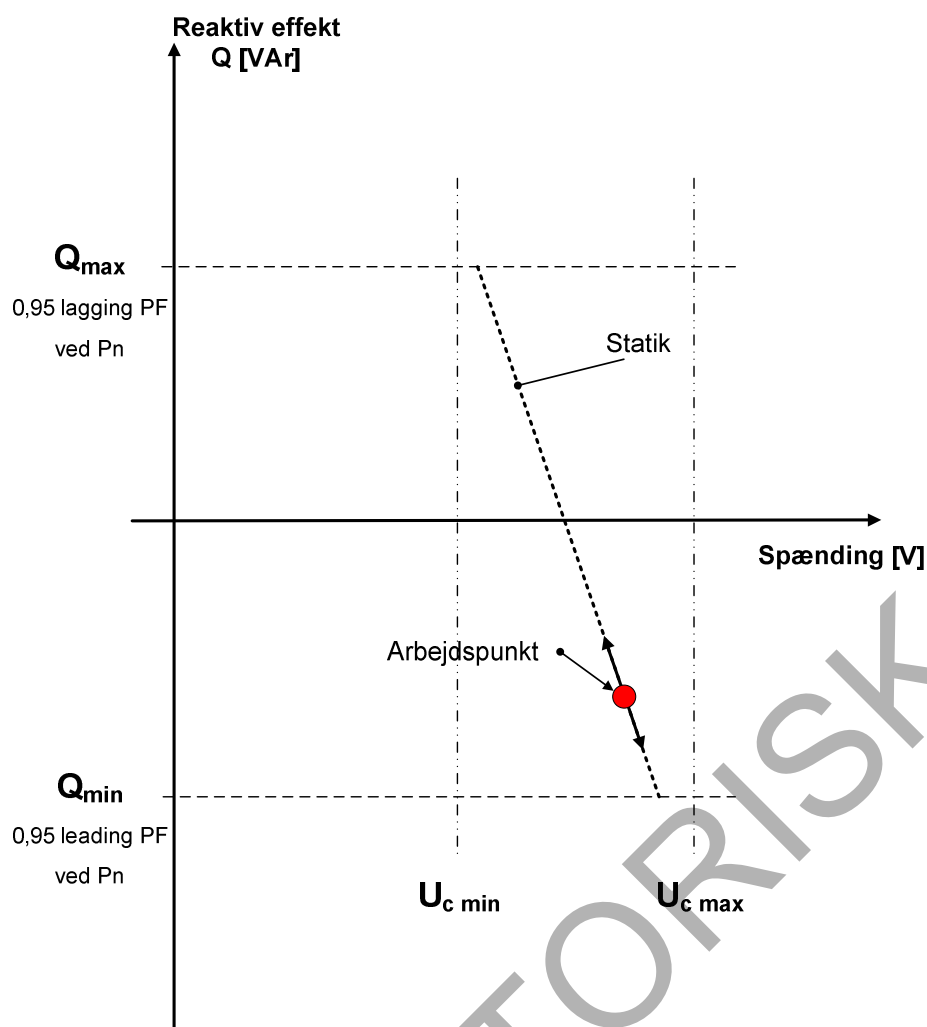
Regulering til et nyt setpunkt for spændingen skal påbegyndes inden for 2 sekunder og skal være fuldført inden for 10 sekunder fra modtagelse af ordre om setpunktsændring.

For reguleringsfunktionen gælder, at nøjagtigheden for den fuldførte regulering, inklusive nøjagtighed på setpunktet, maksimalt må afvige 0,5 % af U_c over en periode på 1 minut.

Statikken for spændingsregulering skal kunne indstilles til en værdi i området mellem 2 og 12 %. Den specifikke indstilling af statikken skal aftales mellem anlægsejer og elforsyningsvirksomheden.

Standardværdi for indstillinger er 4 %.

En skitse over konceptet i en spændingsregulering er vist på Figur 25.



Figur 25 Spændingsregulering for et energilageranlæg.

6.3.3.1 Spændingsregulering, kategori A og B

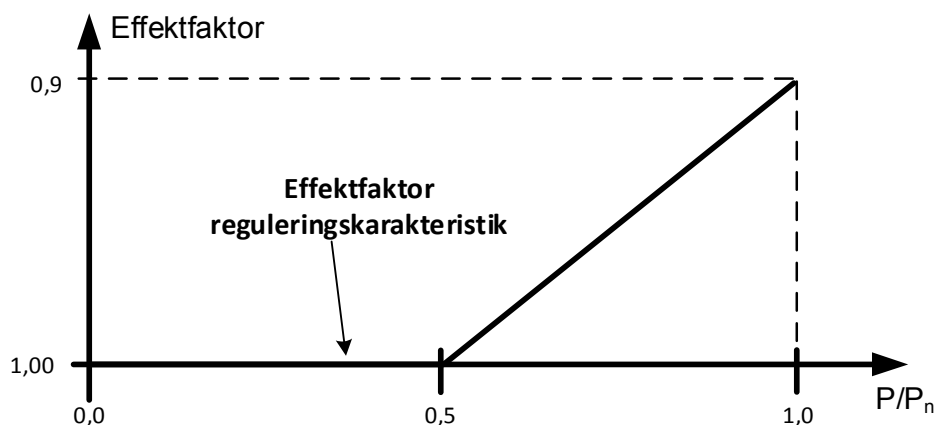
Energilageranlæg i kategori A og B skal ikke have funktionen spændingsregulering.

6.3.3.2 Spændingsregulering, kategori C og D

Energilageranlæg i kategori C og D skal have funktionen spændingsregulering.

6.3.4 Automatisk effektfaktorregulering

Automatisk effektfaktorregulering er en funktion, der automatisk aktiverer/deaktiverer effektfaktorreguleringen ved veldefinerede spændingsniveauer i spændingsreferencepunktet. Princippet i den automatiske effektfaktorregulering er illustreret i Figur 26.



Figur 26 Automatisk effektfaktorregulering for et energilageranlæg.

Standardindstillingen for den automatiske effektfaktorregulering (PF) er givet ved følgende tre støttepunkter med lineær interpolation imellem dem:

- 1: $P/P_n = 0,0$, $PF = 1,00$
- 2: $P/P_n = 0,5$, $PF = 1,00$
- 3: $P/P_n = 1,0$, $PF = 0,90$

Aktiveringsniveau for funktionen er normalt 105 % af nominal spænding, og deaktiveringsniveauet er normalt 100 % af nominal spænding. Aktiverings-/deaktiveringsniveau skal være regulerbare via setpunkter.

Funktionen skal som udgangspunkt være deaktiveret og kun aktiveres efter aftale med elforsyningsvirksomheden.

6.3.4.1 Automatisk effektfaktorregulering, kategori A og B

Energilageranlæg i kategori A og B skal have funktionen automatisk effektfaktorregulering.

6.3.4.2 Automatisk effektfaktorregulering, kategori C og D

Energilageranlæg i kategori C og D skal ikke have funktionen automatisk effektfaktorregulering.

6.3.5 Krav til anlægsegenskaber af reaktiv effekt i forhold til P_n

Ud over de generelle krav i afsnit 6.1 og krav til normale driftsforhold i afsnit 4.4 skal energilageranlægget som minimum have reguleringsfunktioner, som specificeret i Tabel 22.

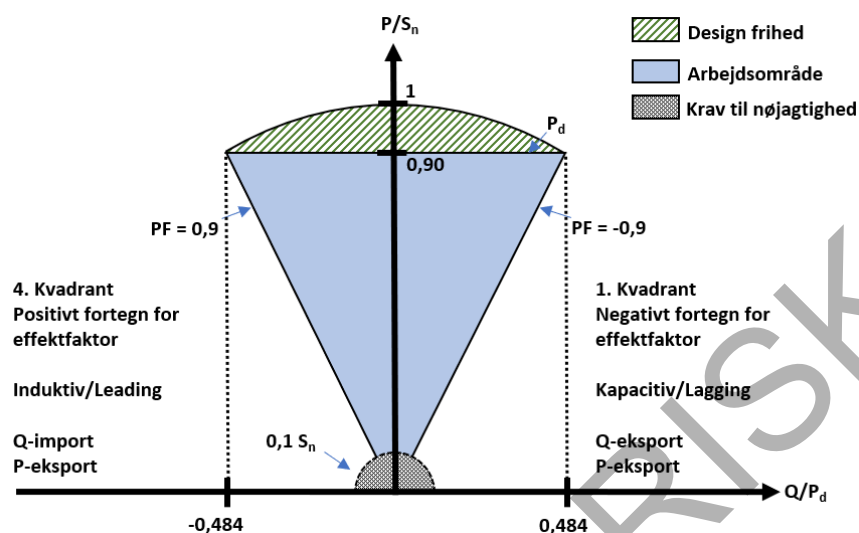
Energilageranlægget skal være designet således, at arbejds punktet til enhver tid kan beordres til at kunne befinde sig inden for det definerede arbejdsområde vist i de relevante figurer for de forskellige anlægskategorier.

Ud over de generelle krav i afsnit 6.1 og krav til normale driftsforhold i afsnit 4.3 skal energilageranlægget, med mindre andet er aftalt med elforsyningsvirksomheden, som standard følge en effektfaktor på 1,00.

6.3.5.1 Reaktiv effekt, kategori A og B tilsluttet lavspænding

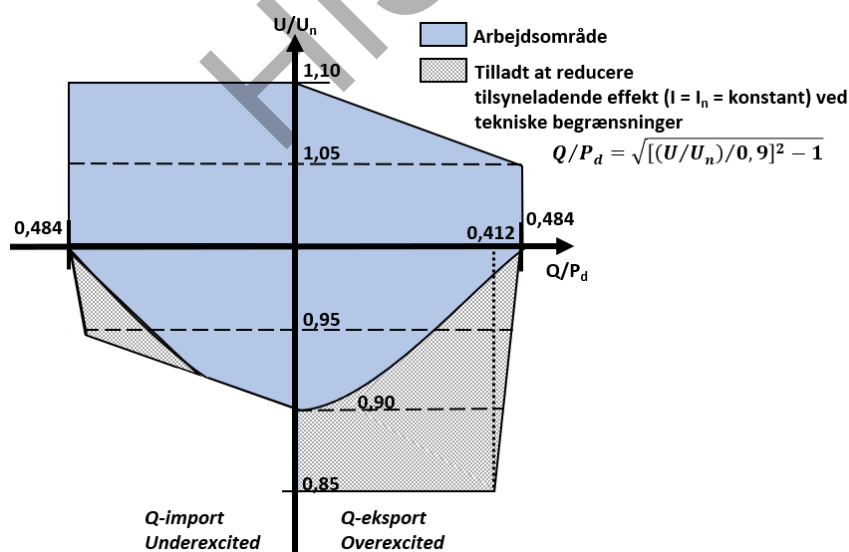
Energilageranlæggets arbejds punkt skal til enhver tid kunne beordres til at kunne befinde sig inden for det definerede arbejdsområde vist i Figur 27 for lavspændingstilsluttede anlæg. Der er ingen krav til præcision og nøjagtighed, når den tilsyneladende effekt er under 10 % af nominal effekt.

Når energilageranlægget er udkoblet eller ikke leverer eller optager aktiv effekt, kræves ikke nogen kompensering for den reaktive effekt fra anlægsinfrastrukturen.



Figur 27 Krav til levering af reaktiv effekt ved arbejds punkter mindre end P_{ni} for energilageranlæg i kategori A og B tilsluttet lavspænding.

Den reaktive effekt skal ved nominal aktiv effekt (P_{ni}), kunne leveres i spændingsområdet angivet i nedenstående Figur 28 for lavspændingstilsluttede energilageranlæg i kategori A og B.

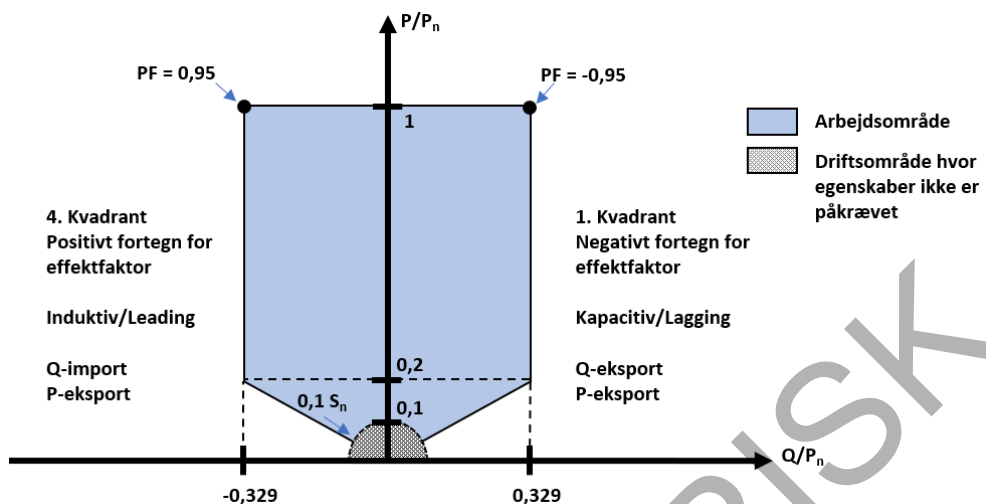


Figur 28 Krav til levering af reaktiv effekt ved P_{ni} som funktion af spændingen i POC for energilageranlæg i kategori A og B tilsluttet lavspænding.

6.3.5.2 Reaktiv effekt, kategori B

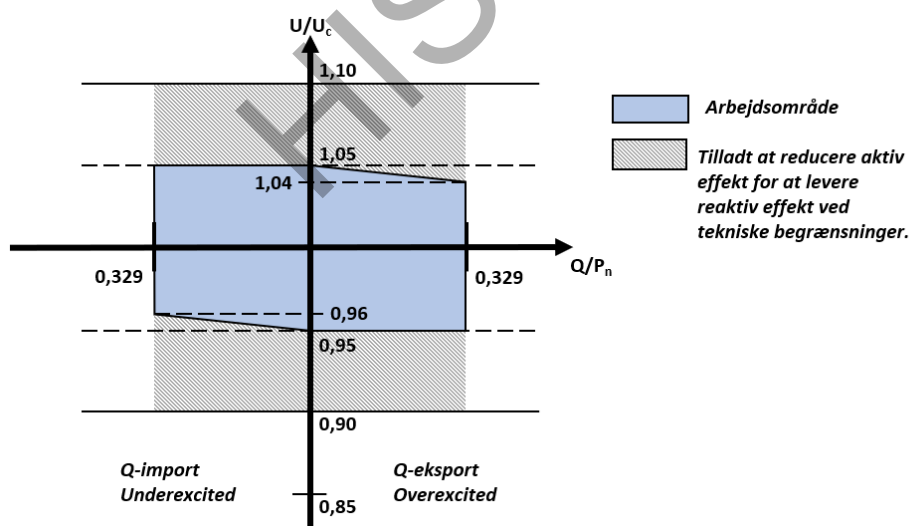
Energilageranlæggets arbejds punkt skal til enhver tid kunne beordres til at kunne befinde sig inden for det definerede arbejdsområde vist i Figur 29. Der er ingen krav til præcision og nøjagtighed, når den tilsyneladende effekt er under 10 % af nominel effekt.

Når energilageranlægget er udkoblet eller ikke leverer eller optager aktiv effekt, kræves ikke nogen kompensering for den reaktive effekt fra anlægsinfrastrukturen.



Figur 29 Krav til levering af reaktiv effekt ved arbejds punkter mindre end P_n for energilageranlæg i kategori B tilsluttet mellemspænding.

Den reaktive effekt skal ved nominel aktiv effekt (P_n), kunne leveres i spændingsområdet angivet i Figur 30 for energilageranlæg i kategori B.



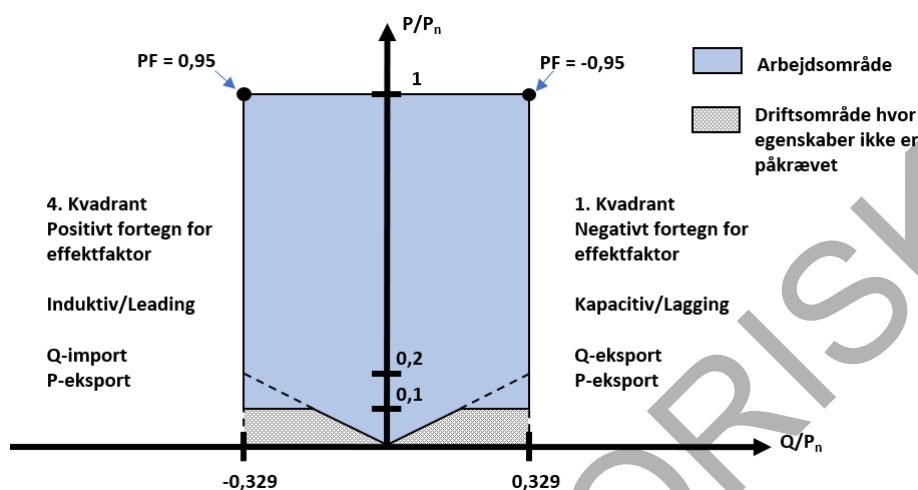
Figur 30 Krav til levering af reaktiv effekt ved P_n som funktion af spændingen i POC for energilageranlæg i kategori B.

6.3.5.3 Reaktiv effekt, kategori C

Energilageranlæggets arbejds punkt skal til enhver tid kunne beordres til at kunne befinde sig inden for det definerede arbejdsområde vist i Figur 31. Der er ingen krav til præcision og nøjagtighed, når den tilsyneladende effekt er under 10 % af nominel effekt.

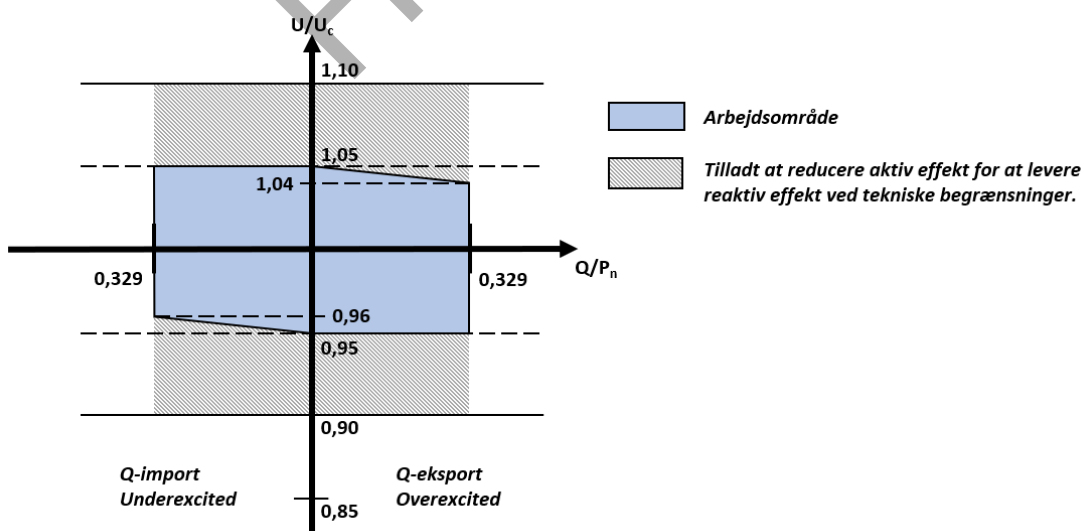
Reguleringsform og indstillinger aftales med elforsyningsvirksomheden.

Det påhviler anlægsejer at kompensere for det interne opsamlingsnets reaktive effekt i situationer, hvor energilageranlægget er udkoblet eller ikke optager eller leverer aktiv effekt. Kompensering kan eventuelt foretages i elsystemet efter nærmere aftale med elforsyningsvirksomheden.



Figur 31 Krav til levering af reaktiv effekt ved arbejds punkter mindre end P_n for energilageranlæg i kategori C.

Når energilageranlægget optager aktiv effekt fra det kollektive elforsyningsnet, skal energilageranlægget følge en effektfaktor på 1. Den reaktive effekt skal ved nominel aktiv effekt (P_n), kunne leveres i spændingsområdet angivet i Figur 32.



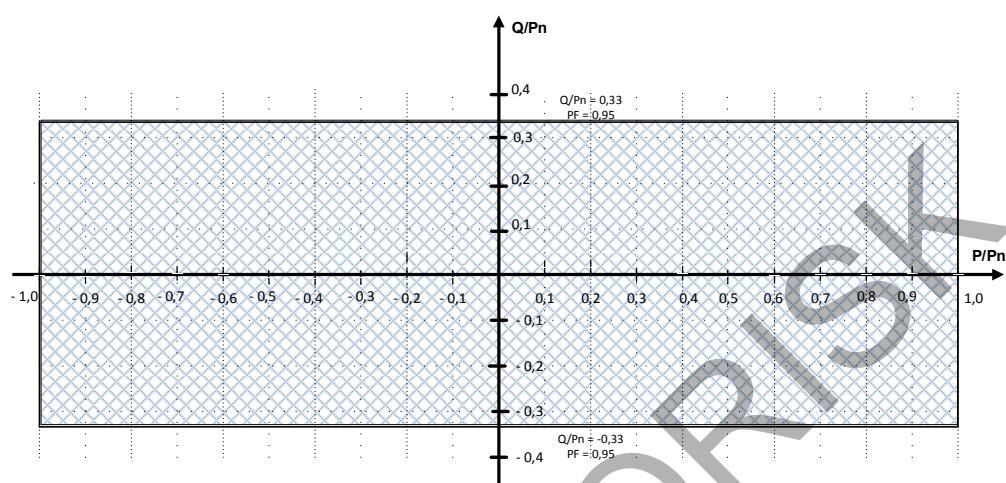
Figur 32 Krav til levering af reaktiv effekt ved P_n som funktion af spændingen i POC for energilageranlæg i kategori C.

6.3.5.5 Reaktiv effekt, kategori D*

Energilageranlæggets arbejds punkt skal til enhver tid kunne beordres til at kunne befinde sig inden for det skraverede område vist i Figur 35.

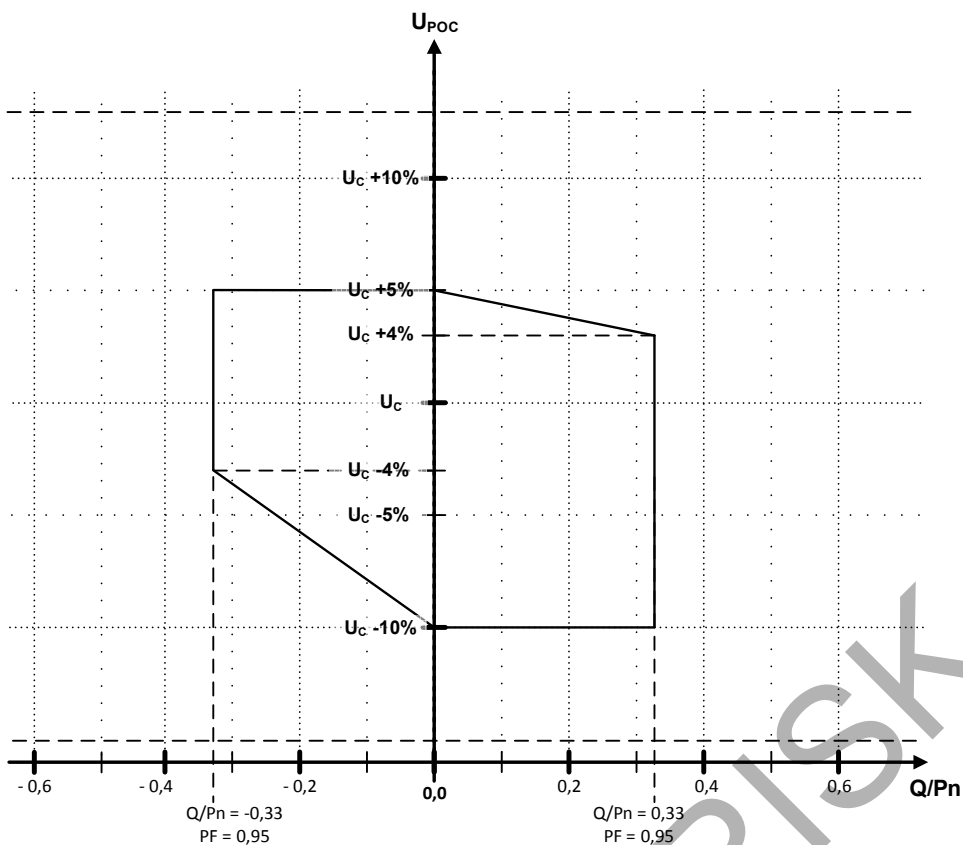
Reguleringsform og indstillinger aftales med elforsyningsvirksomheden.

Det påhviler anlægsejer at kompensere for det interne opsamlingsnets reaktive effekt i situationer, hvor energilageranlægget er udkoblet eller ikke optager eller leverer aktiv effekt. Kompensering kan eventuelt foretages i elsystemet efter nærmere aftale med elforsyningsvirksomheden.



Figur 35 Krav til levering af reaktiv effekt ved arbejds punkter mindre end P_{nl} og P_{no} for energilageranlæg i kategori D tilsluttet transmissionssystemet.

Den reaktive effekt skal ved nominel aktiv effekt kunne leveres i spændingsområdet angivet i Figur 36.



Figur 36 Krav til levering af reaktiv effekt ved P_{nl} og P_{no} som funktion af spændingen i POC for energilageranlæg i kategori D tilsluttet transmissionssystemet.

6.4 Systemværn

Systemværn er ikke et minimumskrav for opnåelse af nettilslutning i det kollektive elforsyningsnet, men et krav, som energilageranlægget kan blive pålagt af Energinet Elsystemansvar A/S, afhængig af tilslutningspunktets placering i det kollektive elforsyningsnet og/eller størrelsen af energilageranlægget.

Systemværn er en hjælpefunktion i forbindelse med opretholdelse af system- og forsynings-sikkerhed og er derfor ikke en normaldriftsreguleringsfunktion.

Systemværn er en anlægssikkerhedsfunktion, der på baggrund af en ordre modtaget fra Energinet Elsystemansvar A/S eller et autonomt signal fra et eller flere relæer installeret i det kollektive elforsyningsnet meget hurtigt skal kunne regulere energilageranlæggets aktive effekt til et eller flere foruddefinerede setpunkter. Aktiv effekt er både P_{leveret} og P_{optaget} .

6.4.1 Systemværn, kategori A og B

Der stilles ingen krav til systemværn for energilageranlæg i kategori A og B.

6.4.2 Systemværn, kategori C og D

Et energilageranlæg i kategori C og D skal være udstyret med et systemværn, der kan regulere den aktive effekt leveret fra energilageranlægget til et eller flere foruddefinerede setpunkter. Setpunkterne fastlægges af elforsyningsvirksomheden ved idriftsættelsen.

Energilageranlægget skal have mulighed for minimum fem forskellige konfigurerbare reguleringsstrin. Som standardværdier anbefales følgende reguleringstrin:

1. Til 70 % af nominel effekt
2. Til 50 % af nominel effekt
3. Til 40 % af nominel effekt
4. Til 10 % af nominel effekt
5. Til 0 % af nominel effekt, hvilket vil sige, at energilageranlægget er stoppet, men ikke afkoblet fra nettet.

For reguleringsfunktionen gælder, at nøjagtigheden for en fuldført eller en kontinuerlig regulering, inklusive nøjagtighed på setpunktet, maksimalt må afvige 1 % af setpunktet af effektfaktoren over en periode på 1 minut.

6.5 Prioritering af reguleringsfunktioner og beskyttelse

De følgende krav gælder for energilageranlæg i kategori A, B, C og D samt T.

De enkelte reguleringsfunktioner samt beskyttelsesfunktionerne i et energilageranlæg skal have en indbyrdes prioritering. Afsnit 6.5 fastsætter ikke krav omkring funktionen eller beskyttelsen, men kun den indbyrdes prioritering.

Alle funktioner er nødvendigvis ikke repræsenteret i alle anlægskategorier. Funktionen med prioritet 1 har forrang fremfor prioritet 2, osv.

Prioriteringen er følgende:

1. Beskyttelsesfunktioner, jf. afsnit 7
2. Frekvensrespons, jf. afsnit 6.2.1
3. Frekvensregulering, jf. afsnit 6.2.3
4. Begrænsningsfunktioner, jf. afsnit 6.2.4.

7. Beskyttelse

7.1 Generelt

Beskyttelse af et energilageranlæg skal dels beskytte energilageranlægget og dels være med til at sikre stabilitet i det kollektive elforsyningsnet.

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

- sikres mod skader som følge af fejl og hændelser i det kollektive elforsyningsnet
- beskyttes mod udkoblinger i ikke-kritiske situationer for energilageranlægget
- sikrer det kollektive elforsyningsnet i videst muligt omfang mod uønskede påvirkninger fra energilageranlægget.

Elforsyningsvirksomheden eller Energinet Elsystemansvar A/S 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 energilageranlægget udsættes for påvirkninger fra det kollektive elforsyningsnet, der ligger uden for de designmæssige krav angivet i afsnit 3.

Efter en udkobling af et energilageranlæg på grund af en fejl i det kollektive elforsyningsnet må energilageranlægget tidligst indkoble automatisk tre minutter efter, at spænding og frekvens igen er inden for de normale driftsforhold angivet i afsnit 4.3.

Et energilageranlæg, 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 normale driftsforhold angivet i afsnit 4.3.

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

Ud over relæbeskyttelser skal der etableres beskyttelse specielt rettet mod interne fejl i energilageranlægget eller installationen, herunder kortslutninger etc. Denne beskyttelse må ikke udkoble energilageranlægget ved kortslutninger eller omlægninger i nettet.

Beskyttelsen skal ved indre fejl i energilageranlægget være selektiv med netbeskyttelsen; det vil sige, at f.eks. kortslutninger i energilageranlægget skal være udkoblet inden for 100 millisekunder.

7.2 Krav til beskyttelsesindstillinger

Energilageranlæggets beskyttelsesfunktioner og tilhørende indstillinger skal være som angivet i de følgende underafsnit. Kun efter tilladelse fra elforsyningsvirksomheden må der anvendes indstillinger, der afviger fra de krævede indstillingsværdier, i tilfælde af f.eks. problemer med lokale overspændinger.

Alle indstillinger er angivet som RMS-værdier.

Energilageranlægget skal udkobles, hvis et målesignal afviger mere fra dets nominelle værdi end indstillingen.

Den oplyste funktionstid er den måletid, hvor udløsebetingsen konstant skal være opfyldt, før beskyttelsesfunktionen må afgive udløsesignal.

Anvendelsen af vektorspringsrelæer som beskyttelsesfunktion mod ø-drift/netudfald er ikke tilladt.

Energilageranlæggets nominelle spænding forudsættes fastlagt på lavspændingssiden af anlægstransformerer. Ved trevikingstransformere er det den nominelle spænding for den lavspændingsvikling, som energilageranlægget er tilkoblet.

Måles spændingen på højspændingssiden, skal indstillingsværdien bestemmes ved at omregne den nominelle spænding på lavspændingssiden til anlægstransformerens højspændingsside.

Spænding og frekvens skal måles på alle tre faser som yderspænding på flerfasede anlæg. Hvis målepunktet er placeret på lavspændingssiden af anlægstransformerer, kan spændingen alternativt måles imellem de tre faser og nul. Frekvens skal måles samtidigt på alle faser.

For enfasede tilslutninger måles spændingen mellem fase og nul. Frekvensen måles på den anvendte fase.

7.2.1 Beskyttelsesfunktioner, kategori A

Beskyttelsesfunktioner med tilhørende driftsmæssige indstillinger og funktionstid skal være som angivet i nedenstående tabel.

Beskyttelsesfunktion	Symbol	Indstilling		Funktionstid		Anbefalet værdi
Overspænding (trin 2)	$U_{>>}$	$1,15 \cdot U_n$	V	200	ms	200 ms
Overspænding (trin 1)	$U_{>}$	$1,10 \cdot U_n$	V	60	s	60 s
Underspænding (trin 1)	$U_{<}$	$0,85 \cdot U_n$	V	10 - 60	s	50 s
Underspænding (trin 2) *)	$U_{<<}$	$0,80 \cdot U_n$	V	50 - 1500	ms	200 ms
Overfrekvens	$f_{>}$	51,5	Hz	200	ms	200 ms
Underfrekvens	$f_{<}$	47,5	Hz	200	ms	200 ms
Frekvensændring*)	df/dt	$\pm 2,5$	Hz/s	80	ms	80 ms

*) En af de specificerede funktioner skal være implementeret.

Tabel 23 Krav til energilageranlæg i kategori A.

7.2.2 Beskyttelsesfunktioner, kategori B

Beskyttelsesfunktioner med tilhørende driftsmæssige indstillinger og funktionstid skal være som angivet i nedenstående tabel.

Beskyttelsesfunktion	Symbol	Indstilling		Funktionstid		Anbefalet værdi
Overspænding (trin 2)	$U_{>>}$	$1,15 \cdot U_n$	V	200	ms	200 ms
Overspænding (trin 1)	$U_{>}$	$1,10 \cdot U_n$	V	60	s	60 s
Underspænding (trin 1) *)	$U_{<}$	$0,90 \cdot U_n$	V	10 - 60	s	60 s
Overfrekvens	$f_{>}$	51,5	Hz	200	ms	200 ms
Underfrekvens	$f_{<}$	47,5	Hz	200	ms	200 ms
Frekvensændring	df/dt	$\pm 2,5$	Hz/s	80	ms	80 ms

*) Værdien er 0,85 ved tilslutning til lavspænding

Tabel 24 Krav til energilageranlæg i kategori B.

7.2.3 Beskyttelsesfunktioner, kategori C og D

Beskyttelsesfunktioner med tilhørende driftsmæssige indstillinger og funktionstid skal være som angivet i nedenstående tabel.

Beskyttelsesfunktion	Symbol	Indstilling		Funktionstid		Anbefalet værdi
Overspænding (trin 3)	$U_{>>>}$	$1,20 \cdot U_n$	V	100	ms	100 ms
Overspænding (trin 2)	$U_{>>}$	$1,15 \cdot U_n$	V	100...200	ms	200 ms
Overspænding (trin 1)	$U_{>}$	$1,10 \cdot U_n$	V	60	s	60 s
Underspænding (trin 1)	$U_{<}$	$0,90 \cdot U_n$	V	10 - 60	s	60 s
Overfrekvens	$f_{>}$	51,5	Hz	200	ms	200 ms
Underfrekvens	$f_{<}$	47,5	Hz	200	ms	200 ms
Frekvensændring	df/dt	$\pm 2,5$	Hz/s	200	ms	80 ms

Tabel 25 Krav til energilageranlæg i kategori C og D.

Det skal sikres, at energilageranlægget lever op til kravene specificeret i afsnit 7, og at beskyttelsen ikke forhindrer energilageranlægget 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 Energinet Elsystemansvar A/S og den elforsyningsvirksomhed, i hvis net energilageranlægget er tilsluttet.

7.2.4 Beskyttelsesfunktioner, tilsluttet transmissionssystemet

For energilageranlæg i kategori D, tilsluttet transmissionssystemet er anlægsejeren ansvarlig for, at der bliver gennemført stabilitets- og selektivitetsundersøgelser med henblik på fastlæggelse af anlægsenhedens beskyttelse.

Med undersøgelsen skal det sikres, at energilageranlægget lever op til kravene specificeret i afsnit 7, og at beskyttelsen ikke forhindrer energilageranlægget 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 Energinet Elsystemansvar A/S og den elforsyningsvirksomhed, i hvis net energilageranlægget er tilsluttet.

HISTORISK

8. Udveksling af signaler og datakommunikation

Af hensyn til driften af det kollektive elforsyningsnet skal energilageranlægget i energilageranlæggets kommunikationsgrænseflade være forberedt til signaludveksling imellem anlægsoperatøren og elforsyningsvirksomheden i overensstemmelse med denne forskrift.

I forbindelse med harmoniseringen af anlægskategorierne A – D, er kategori B blevet opdelt i henholdsvis B1 og B2. Opdelingen af kategori B er kun anvendt i forbindelse med fastsættelse for udveksling af signaler og datakommunikation.

8.1 Krav til målinger

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

1. Forskrift D1 "Afregningsmåling" [10]
2. Forskrift D2 "Tekniske krav til elmåling" [11]
3. National gennemførselsforanstaltning, Informationsudveksling: Kravdokument nr. 1 - produktion og forbrug (afventer godkendelse af Forsyningstilsynet) [7].

Opfyldelse af ovennævnte forskrifter skal af måleransvarlig kontrolleres som en del af de kontrolpunkter og test, der er grundlag for en endelig godkendelse af nettilslutningen.

De gældende forskrifter er tilgængelige i nyeste version på Energinets hjemmeside, www.energinet.dk.

8.2 Datakommunikation

For et energilageranlæg skal informationsudvekslingen som minimum være implementeret med en protokolstak som specificeret i IEC 61850-serien [3]. Protokolstakken skal udføres, så energilageranlægget som minimum kan kommunikere med to overordnede enheder (mastere) i master-slave-konfiguration.

Datakommunikation med energilageranlægget skal være til rådighed for elforsyningsvirksomheden, som angivet på Figur 3 og Figur 4 i kommunikationsgrænsefladen for energilageranlægget benævnt PCOM.

Informationer, målesignaler og aktiveringsmuligheder, som specificeret i dette afsnit, skal etableres og være til rådighed for de respektive aktører, som specificeret for de enkelte størrelser af anlæg i nedenstående afsnit.

Aktivering af de enkelte funktioner i energilageranlæg og konfiguration af de specifikke parametre skal opfylde kravene angivet i National gennemførselsforanstaltning, Informationsudveksling: Kravdokument nr. 1 - produktion og forbrug (afventer godkendelse af Forsyningstilsynet) [7].

De specifikke krav til omfang af informationer og signaler er specificeret i Tabel 26 for de enkelte anlægskategorier.

A	B1	B2	C	D	Generisk signalbetegnelse
x	x	X			Stopsignal
x	x	x			Holdesignal
		x	x	X	Nettilslutningsafbryder / switch gear-status i anlæggets tilslutningspunkt
		(x)	x	x	Energilagerafbryder / switch gear-status i energilagerets tilslutningspunkt (det er op til netvirksomheden at afgøre, om de ønsker signalet for B2-anlæg)
		x	x	x	Aktiv effekt kW - målt i tilslutningspunktet
			x	X	Planlagt aktiv effekt (vise aktuelle setpunkt)
				X	Mulige aktive effekthereguleringssegenskaber
				X	Mulige reaktive effekthereguleringssegenskaber
		x	x	X	Aktiv effekt-regulering - absolutbegrænser
		x	x	X	Aktiv effekt-regulering - ønsket maks. aktiv effekt
		x	x	X	Aktiv effekt-regulering - strøm målt i tilslutningspunktet
		x	x	X	Reaktiv effekt-regulering - MVar målt i tilslutningspunktet
		x	x	X	Reaktiv effekt-regulering - aktiveret / ikke-aktiveret
		x	x	x	Reaktiv effekt-regulering - ønsket MVar i tilslutningspunktet
		x	x	X	Effektfaktorregulering - $\cos(\phi)$ målt i tilslutningspunktet
		x	x	X	Effektfaktorregulering - aktiveret / ikke-aktiveret
		x	x	X	Effektfaktorregulering - ønsket $\cos(\phi)$ i tilslutningspunktet
			x	x	Spænding målt i tilslutningspunktet
			x	x	Spændingsregulering – aktiveret / ikke-aktiveret
			x	X	Statik for spændingsregulering
			x	X	Ønsket spænding i spændingsreferencepunkt
			x	x	Systemværn
			x	x	Systemværn

Tabel 26 Krav til informationsudveksling med et energilageranlæg.

8.2.1 Informationsudveksling, kategori A og B1

For energilageranlæg i kategori A og B1 kræves ikke online-kommunikation.

Et energilageranlæg i kategori A og B1 skal være forberedt til at modtage eksterne signaler for "Stop" af drift og "Frigivet til start".

Energilageranlægget må starte drift igen, når betingelserne for normale driftsforhold, angivet i afsnit 4.3, er opfyldt, og "Frigivet til start" er modtaget.

Signaludveksling skal være tilgængelig via en klemrække eller på PCOM-grænsefladen og skal som minimum omfatte signaler for kategori A og B1, jf. Tabel 26.

8.2.2 Informationsudveksling, kategori B2, C og D

For energilageranlæg i kategori B2, C og D kræves online-kommunikation.

Korrekte målinger og datakommunikation skal kunne opretholdes under alle forhold, herunder situationer med driftsstop på anlægget og situationer med spændingsløst net. En lokal backup-forsyning skal som minimum sikre logning af relevante målinger og data samt sikre kontrolleret

nedlukning af anlæggets kontrol- og overvågningssystem. Behov for logning i forbindelse med nedlukning er på minutniveau.

Alle målinger og data, der er relevante for registrering og analyse, skal logges med en tidsstempling og en nøjagtighed, som sikrer, at disse kan korreleres med hinanden og med tilsvarende registreringer i det kollektive elforsyningsnet. Tidsstempling skal have reference til UTC med en opløsning på 10 millisekunder og en nøjagtighed på ± 1 millisekunder eller bedre.

Signaludveksling skal være tilgængelig på PCOM-grænsefladen og skal som minimum omfatte signaler for kategori C og D, jf. Tabel 26.

8.3 Registrering af fejlhændelser

Kravene om registrering af hændelsesforløb ved fejl i det kollektive elforsyningsnet er herunder specificeret.

Registreringen skal realiseres via et elektronisk udstyr, der kan opsættes til, som minimum, at logge relevante hændelser for nedennævnte signaler i tilslutningspunktet ved fejl i det kollektive elforsyningsnet.

Anlægssejer installerer i tilslutningspunktet logningsudstyr, der som minimum registrerer:

- Spænding for hver fase for energilageranlægget
- Strøm for hver fase for energilageranlægget
- Aktiv effekt for energilageranlægget (kan være beregnede størrelser)
- Reaktiv effekt for energilageranlægget (kan være beregnede størrelser)
- Frekvens for energilageranlægget (kan være beregnede størrelser).

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

Minimum samplefrekvens for alle fejllogninger skal være 1 kHz.

De specifikke opsætninger af hændelsesbaseret logning aftales med Energinet Elsystemansvar A/S ved opstart af energilageranlægget.

Alle målinger og data (måldata), der skal opsamles i henhold til National gennemførselsforanstaltning, Informationsudveksling: Kravdokument nr. 1 - produktion og forbrug (afventer godkendelse af Forsyningstilsynet), skal logges med en tidsstempling og en præcision og nøjagtighed, som sikrer, at disse kan korreleres med hinanden og med tilsvarende registreringer i det kollektive elforsyningsnet. Tidsstempling af hændelser og data skal have reference til UTC med en nøjagtighed på 10 millisekunder eller bedre.

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

Elforsyningsvirksomheden skal på forlangende have adgang til loggede og relevante registrerede informationer i COMTRADE-format.

8.3.1 Registrering af fejlhændelser, kategori A, B og C

Der er ingen krav om registrering af hændelsesforløb ved fejl i det kollektive elforsyningsnet for energilageranlæg i kategori A, B og C.

8.3.2 Registrering af fejlhændelser, kategori D

Kravene om registrering af hændelsesforløb ved fejl i det kollektive elforsyningsnet er gældende for energilageranlæg i kategori D.

8.4 Rekvirering af måledata og dokumentation

Kravene gælder for energilageranlæg i kategori D.

Elforsyningsvirksomheden og Energinet Elsystemansvar A/S skal til enhver tid kunne rekvirere relevante oplysninger om et energilageranlæg.

Energinet Elsystemansvar A/S skal i op til tre måneder tilbage i tid kunne rekvirere de indsamlede måledata og fejlskriverdata for energilageranlægget.

Det skal ske efter målinger og/eller beregninger, som er specificeret af elforsyningsvirksomheden eller af Energinet Elsystemansvar A/S.

HISTORISK

9. Verifikation og dokumentation

Det er anlægsejers ansvar, at energilageranlægget overholder den tekniske forskrift, og at det kan dokumenteres, at kravene overholdes.

Elforsyningsvirksomheden og Energinet Elsystemansvar A/S kan til enhver tid kræve verifikation og dokumentation for, at et energilageranlæg opfylder bestemmelserne i denne forskrift.

Den krævede dokumentation af energilageranlæg er specificeret i de følgende afsnit, som er opdelt efter den samlede nominelle effekt i tilslutningspunktet.

Der kan anvendes produktcertifikater, som er udstedt af et godkendt certificeringsorgan. Elforsyningsvirksomheden vurderer og godkender de enkelte certifikaters anvendelighed.

Dokumentationspakke skal fremsendes til elforsyningsvirksomheden.

9.1 Den generelle proces

Den generelle proces omkring nettilslutning, godkendelse og udstedelse af en endelig driftstilladelse for et energilageranlæg er som beskrevet i de følgende afsnit:

9.1.1 Proces, kategori A, B og T

1. Elforsyningsvirksomheden anviser anlægsejer et POC.
2. Dokumentationen indsendes i elektronisk form til elforsyningsvirksomheden.
3. Elforsyningsvirksomheden gennemgår, identificerer eventuelle mangler og godkender dokumentationen.
4. Når dokumentationen samt tilslutning og anlæg er godkendt, kan den endelige driftstilladelse udstedes.

9.1.2 Proces, kategori C og D

1. Elforsyningsvirksomheden anviser anlægsejer et POC. I forbindelse med anvisning af POC informerer elforsyningsvirksomheden Energinet Elsystemansvar A/S om den forventede nettilslutning.
2. Dokumentationen indsendes i elektronisk form til elforsyningsvirksomheden.
3. Elforsyningsvirksomheden gennemgår dokumentationen og identificerer eventuelle mangler.
4. Etablering og test følger nu følgende proces
 - a. Spændingssætningstilladelse
 - b. Midlertidig driftstilladelse
 - c. Endelig driftstilladelse
5. Når dokumentationen samt tilslutning og anlæg er godkendt, kan den endelige driftstilladelse udstedes.

9.1.3 Simuleringsmodel, kategori C

Dokumentationen udfyldes med foreløbige data dækkende energilageranlægget og sendes til elforsyningsvirksomheden senest:

- tre måneder før tidspunktet for spændingssætningstilladelsen ved nominel effekt ≥ 10 MW.

Hvad angår levering af simuleringsmodel:

- anlæg med nominel effekt < 10 MW er undtaget.

Anlægsejer skal fra projekteringsfasen til verifikationsfasen løbende orientere elforsyningsvirksomheden, hvis de foreløbige anlægsdata ikke længere kan antages at repræsentere det endeligt idriftsatte energilageranlæg.

Senest tre måneder efter den endelige driftstilladelse skal dokumentationen udfyldes med de specifikke data for hele anlægget og sendes til elforsyningsvirksomheden.

9.1.4 Proces, kategori D

Dokumentationen udfyldes med foreløbige data dækkende energilageranlægget og sendes til elforsyningsvirksomheden senest seks måneder før tidspunktet for spændingssætningstilladelsen.

Anlægsejer skal fra projekteringsfasen til verifikationsfasen løbende orientere elforsyningsvirksomheden, hvis de foreløbige anlægsdata ikke længere kan antages at repræsentere det endeligt idriftsatte energilageranlæg.

Senest tre måneder efter den endelige driftstilladelse skal dokumentationen udfyldes med de specifikke data for hele energilageranlægget og sendes til elforsyningsvirksomheden.

9.1.5 Proces, kategori D*, tilsluttet transmissionssystemet

Dokumentationen udfyldes med foreløbige data dækkende energilageranlægget og sendes til Energinet Elsystemansvar A/S senest seks måneder før tidspunktet for spændingssætningstilladelsen.

Anlægsejer skal fra projekteringsfasen til verifikationsfasen løbende orientere Energinet Elsystemansvar A/S, hvis de foreløbige anlægsdata ikke længere kan antages at repræsentere det endeligt idriftsatte energilageranlæg.

Senest tre måneder efter den endelige driftstilladelse skal dokumentationen udfyldes med de specifikke data for hele energilageranlægget og sendes til Energinet Elsystemansvar A/S.

9.2 Krav til dokumentation

Krav til omfang af dokumentation for de forskellige anlægskategorier er angivet i Tabel 27.

Dokumentation \ Kategori	A	A*	B	C	D	SX	T
Leverandørerklæring	X		X	X	X		
Beskyttelsesfunktioner	X	X	X	X	X		
Enstregsskema	X	X	X	X	X		
Elkvalitet	X		X	X	X		X
Tolerance over for spændingsdyk			X	X	X		
PQ-diagram				X	X		
Signalliste				X	X		
Dynamisk simuleringsmodel				X	X		
Verifikationsrapport				X	X		
Energilageranlæggets lagermedie	X	X	X	X	X	X	
CE-overensstemmelseserklæring	X		X	X	X	X	X
Relevant del af bilag 1	X	X	X	X	X	X	X

X: Dokumentation skal leveres som beskrevet i dette afsnit.

*: A-anlæg, som er optaget på positivlisten.

Tabel 27 Krav til dokumentation for anlægskategorier.

9.2.1 Leverandørerklæring

I en leverandørerklæring skriver leverandøren under på, at det specifikke anlæg overholder alle krav specificeret i Teknisk forskrift 3.3.1.

9.2.2 Beskyttelsesfunktioner

Med dokumentation af beskyttelsesfunktioner menes en liste over de aktuelle relæopsætninger på verifikationstidspunktet. Disse værdier skal anføres i dokumentationen.

9.2.3 Enstregsskema

Med et enstregsskema menes en tegning, der viser de i energilageranlægget anvendte hovedkomponenter samt deres indbyrdes elektriske forbindelser. Placering af beskyttelsesfunktioner og målepunkter skal som minimum fremgå af skemaet.

9.2.4 Elkvalitet

Med elkvalitet menes en samling af parametre, som karakteriserer kvaliteten af den leverede elektricitet. I verifikationsrapporten skal dokumenteres, hvordan kravene i afsnit 5 er overholdt.

9.2.5 Tolerance over for spændingsdyk

Med spændingsdyk menes energilageranlæggets evne til at forblive tilkoblet elsystemet under et spændingsdyk. Energilageranlæggets evne til at forblive tilkoblet elnettet skal dokumenteres med den leverede elektriske simuleringsmodel. Alternativt leverer man data fra typetest, som efterviser, at kravene er overholdt. Simuleringer med modellen skal vise, at kravene i afsnit 4.4.4 er overholdt.

9.2.6 PQ-diagram

Med begrebet PQ-diagram menes en figur, som illustrerer energilageranlæggets egenskaber og evne til at levere reaktiv effekt som funktion af energilageranlæggets evne til at levere aktiv

effekt. Målinger skal vise, at kravene i afsnit 6.3 er overholdt. Alternativt leverer man data fra typetest, som efterviser, at kravene er overholdt.

9.2.7 Signalliste

Signallisten er en liste over de signaler/informationer, der skal udveksles imellem de aktører, der styrer og overvåger et anlæg. Dokumentation for, at signalerne specificeret i afsnit 8.2 findes på PCOM-grænsefladen, skal leveres som en del af verifikationsrapporten.

9.2.8 Dynamisk simuleringsmodel

Med en dynamisk simuleringsmodel menes en modellering af energilageranlæggets elektriske egenskaber og begrænsninger. Den elektriske simuleringsmodel skal overholde kravene specificeret i afsnit 10.

9.2.9 Verifikationsrapport

Med en verifikationsrapport menes en rapport over gennemførte test, som efterviser, at de krævede funktioner er implementeret, og at funktionen fungerer som forventet med de opsatte parametre.

9.2.10 Energianlæggets lagermedie

Med energianlæggets lagermedie menes oplysninger omkring lagermediets fabrikatet samt udvalgte elektriske egenskaber.

9.2.11 CE-overensstemmelseserklæring

En overensstemmelseserklæring er fabrikantens eller importørens erklæring om, at et produkt lovligt kan markedsføres i Europa. Overensstemmelseserklæring indeholder blandt andet:

- Fabrikantens navn og adresse
- Entydig reference til produktet
- Angivelse af det direktiv, erklæringen relaterer til
- Dato og underskrift.

9.2.12 Energilageranlæg i kategori A

Energilageranlægget kan være opført på positivlisten. Anlæggets nominelle effekt må ikke overstige 50 kW.

Kravene til dokumentation for energilageranlæg i kategori A er inddelt i de følgende underafsnit.

9.2.12.1 Optagelse af anlæg og anlægskomponenter på positivlisten

Ønskes energilageranlægget med en nominel effekt på maksimalt 50 kW optaget på positivlisten, skal dokumentationen krævet under afsnit 9.2 sendes til: positivlister@danskenergi.dk.

Der kan anvendes produktcertifikater, som er udstedt af et godkendt certificeringsorgan. Produktcertifikaterne kan dække nogle af dokumentationskravene. Processen for at blive optaget på positivlisten er beskrevet på Dansk Energis hjemmeside: www.danskenergi.dk/positivlister.

10. Krav til simuleringsmodel

Den igangværende omstilling af elsystemet, hvor konventionelle produktionsanlæg gradvist udfases og erstattes af mere komplekse anlæg, herunder energilageranlæg, medfører, at den

systemansvarlige virksomhed har behov for større indsigt i disse nye anlægs strukturelle opbygning og deres systemmæssige påvirkning af det kollektive elforsyningsnet.

Til analyseformål vedrørende planlægning og drift af det kollektive elforsyningsnet har den systemansvarlige virksomhed behov for at kunne gennemføre net- og systemanalyser, eksempelvis i forbindelse med nettilslutning af nye energilageranlæg. Til dette formål kræves opdaterede og retvisende simuleringsmodeller for nettilsluttede energilageranlæg.

Simuleringsmodellerne benyttes til analyse af transmissions- og distributionsnettets stationære og dynamiske forhold, herunder spændings-, frekvens- og rotorvinkelstabilitet, kortslutningsforhold, transiente fænomener samt harmoniske forhold.

Anlægsejer skal levere de, i det følgende, specificerede simuleringsmodeller til Energinet Elsystemansvar A/S. Den systemansvarlige virksomhed er, jf. elforsyningslovens § 84 a, underlagt fortrolighedsforpligtelser i relation til kommercielt følsomme oplysninger.

Simuleringsmodeller kan eventuelt fremsendes direkte fra fabrikanten af energilageranlægget til Energinet Elsystemansvar A/S. Anlægsejer er ansvarlig for, at en sådan datafremsendelse finder sted til rette tid og i rette omfang.

Anlægsejer skal fra projekteringsfase til verifikationsfase løbende holde Energinet Elsystemansvar A/S opdateret, hvis de foreløbige data ikke længere kan antages at repræsentere det endeligt idriftsatte anlæg.

For et eksisterende energilageranlæg, hvor der foretages væsentlige ændringer af energilageranlæggets egenskaber, skal anlægsejeren stille en opdateret¹ og dokumenteret simuleringsmodel til rådighed for det ombyggede energilageranlæg.

Senest tre måneder efter idriftsættelsestidspunkt skal dokumentationen udfyldes med de specifikke data for hele energilageranlægget og sendes til elforsyningsvirksomheden og for transmissionstilsluttede anlæg til Energinet Elsystemansvar A/S.

Modelleverancen betragtes først som afsluttet, når den systemansvarlige virksomhed har godkendt de af anlægsejeren fremsendte simuleringsmodeller og den påkrævede dokumentation.

10.1 Generelle krav til simuleringsmodellerne

Anlægsejeren skal stille simuleringsmodeller til rådighed for den systemansvarlige virksomhed, hvor disse simuleringsmodeller på korrekt vis skal afspejle energilageranlæggets egenskaber i stationær samt i quasi-stationær tilstand. Til brug ved tidsdomæneanalyser skal anlægsejeren desuden stille en dynamisk simuleringsmodel (RMS-model) og en transient simuleringsmodel (EMT-model) til rådighed for den systemansvarlige virksomhed. Til analyse af harmoniske forhold i det kollektive elforsyningsnet, herunder energilageranlægs bidrag til harmonisk emission i tilslutningspunktet, skal anlægsejer ligeledes stille en harmonisk simuleringsmodel til rådighed.

¹ Den nødvendige modelopdatering omfatter kun de udskiftede anlægskomponenter eller systemer til kontrol, regulering eller anlægsbeskyttelse, idet det antages, at den systemansvarlige virksomhed i udgangspunktet har en gyldig simuleringsmodel for det pågældende elektriske energilageranlæg. Hvor dette ikke er tilfældet, vil en væsentlig ændring af det elektriske energilageranlæg medføre krav om en komplet og fuldt dokumenteret simuleringsmodel i henhold til afsnit 10.

Kravet til simuleringsmodeller og leveringsomfang for de enkelte typer energilageranlæg fremgår af Tabel 28. Anlægsejeren er ansvarlig for, at en sådan modelfremsendelse finder sted til rette tid i henhold til den gældende procedure for nettilslutning af energilageranlæg og denne tekniske forskrifts øvrige bestemmelser.

Energilageranlægs-type	Krav om simuleringsmodel
A	Intet krav
B	Intet krav
C [P _n ≥ 10MW]	• Stationær • Dynamisk (RMS) • Harmonisk
D	• Stationær • Dynamisk (RMS) • Transient (EMT) • Harmonisk

Tabel 28 Krav til simuleringsmodeller for de enkelte typer af energilageranlæg.

Simuleringsmodellen for det samlede energilageranlæg skal, afhængigt af modeltypen, beskrive energilageranlæggets stationære og dynamiske elektriske egenskaber i tilslutningspunktet.

Såfremt energilageranlægget indeholder eksterne komponenter, f.eks. af hensyn til overholdelse af nettilslutningskravene eller til levering af kommercielle systemydelser, skal simuleringssmodellen indeholde den nødvendige repræsentation af disse komponenter gældende for alle påkrævede modeltyper.

Simuleringsmodellen for energilageranlægsregulator samt for det enkelte energilageranlæg skal have et indhold og et detaljeringsniveau, så begge modeltyper uden videre kan integreres i en større netmodel af det kollektive elforsyningsnet, således denne fremstår som en komplet, fuldt funktionsdygtig simuleringssmodel.

Simuleringsmodellen skal verificeres, som specificeret i afsnit 10.4.

10.2 Overordnet dokumentationskrav

For at sikre korrekt modelanvendelse skal de påkrævede simuleringssmodeller dokumenteres i form af en brugervejledning. Brugervejledning skal indeholde beskrivelser af modellernes strukturelle opbygning samt beskrivelser af simuleringssmodellernes parametring og gyldige randbetingelser i form af arbejds punkter.

Eventuelle restriktioner i relation til netforhold (korts lutningsforhold og R/X-forhold) i tilslutningspunktet samt ved simulering af eksterne hændelser i det kollektive elforsyningsnet skal desuden inkluderes. Ligeledes skal brugervejledningen indeholde oplysninger om særlige modeltekniske forhold, eksempelvis det maksimalt anvendelige tids skridt for den anvendte ligningsløser i forbindelse med gennemførelse af dynamiske og transiente simuleringer m.m.

Brugervejledningen skal desuden omfatte beskrivelser af de i simuleringssmodellen implementerede kontrol-, beskyttelses- og reguleringsfunktioner til brug ved evaluering af energilageranlæggets egenskaber i tilslutningspunktet, hvor et særligt fokus skal rettes mod følgende forhold:

- Enstregdiagram med angivelse af simuleringsmodellens elektriske hovedkomponenter frem til tilslutningspunktet.
- Beskrivelse af simuleringsmodellens elektriske indgangs- og udgangssignaler (elektriske terminaler), herunder relevante forhold i relationer til anvendte målepunkter, deres måleenheder og anvendte baseværdier for disse.
- En samlet parameterliste, hvor alle parameterværdier skal kunne genfindes i de medfølgende datablade for hovedkomponenter, blokdiagrammer og overføringsfunktioner m.m.
- Beskrivelse af opbygning og aktiveringsniveauer for anvendte beskyttelsesfunktioner.
- Beskrivelse af opsætning og initialisering af simuleringsmodellen samt eventuelle begrænsninger for anvendelsen af denne.
- Beskrivelse af, hvorledes simuleringsmodellen kan integreres i en større net- og systemmodel, som anvendt af den systemansvarlige virksomhed.
- Entydig versionsstyring af simuleringsmodellen og den tilhørende dokumentation.

Modelspecifikke dokumentationskrav er beskrevet i de efterfølgende afsnit.

10.3 Modeltekniske krav

10.3.1 Krav til stationær simuleringsmodel (stationære forhold og kortslutningsforhold)

Følgende krav er, jf. Tabel 28, gældende for energilageranlæg type C og D.

Simuleringsmodellen for det samlede energilageranlæg skal repræsentere anlæggets stationære og quasi-stationære egenskaber i tilslutningspunktet, gældende for det definerede normaldriftsområde, jf. afsnit 4.3, og under alle relevante stationære netforhold, hvor energilageranlægget skal kunne drives.

Quasi-stationære egenskaber omfatter i denne sammenhæng energilageranlæggets egenskaber i forbindelse med en kortslutning i tilslutningspunktet eller et vilkårligt sted i det kollektive elforsyningsnet. En kortslutning kan her antage form som:

- En fase-jord kortslutning med en vilkårlig impedans i fejlstedet.
- Tofaset kortslutning uden eller med jordberøring med en vilkårlig impedans i fejlstedet.
- Trefaset kortslutning med en vilkårlig impedans i fejlstedet.

Den stationære simuleringsmodel skal:

- Understøttes af modelbeskrivelser, der som minimum indeholder funktionsbeskrivelser af de overordnede moduler i modellen.
- Indeholde beskrivelser af de enkelte modelkomponenter og tilhørende parametre.
- Indeholde beskrivelser af opsætning af simuleringsmodellen samt eventuelle begrænsninger for anvendelsen af denne.
- Indeholde karakteristikker for energilageranlæggets stationære driftsområder for aktiv og reaktiv effekt, således simuleringsmodellen ikke fejlagtigt drives i et ugyldigt arbejds punkt.
- Muliggøre anvendelse af samtlige påkrævede reguleringsfunktioner for reaktiv effekt:
 - Effektfaktor-regulering ($\cos \phi$ -regulering) med angivelse af referencepunktet.
 - Q-regulering (Mvar-regulering) med angivelse af referencepunktet.
 - Spændingsregulering, inklusive parametre for anvendt droop/kompounding, med angivelse af referencepunktet.
- Kunne benyttes til simulering af effektivværdier i de enkelte faser under symmetriske hændelser og fejl i det kollektive elforsyningsnet.
- Kunne benyttes til simulering af effektivværdier i de enkelte faser under asymmetriske hændelser og fejl i det kollektive elforsyningsnet.
- Som minimum kunne benyttes i frekvensområdet fra 47,5 Hz til 51,5 Hz og i spændingsområdet fra 0,0 p.u. til 1,4 p.u.

Såfremt energilageranlægget indeholder flere parallelle anlæg, skal simuleringsmodellen kunne repræsentere det samlede eller aggregerede energilageranlægs egenskaber i tilslutningspunktet, jf. ovenstående. Simuleringsmodellens parametring skal indeholde komplette datasæt for hvert enkeltanlæg.

Simuleringsmodellen skal leveres implementeret i seneste udgave af simuleringsværktøjet DlgSILENT PowerFactory ved anvendelse af de indbyggede netkomponentmodeller og standardprogrammeringsfunktioner, hvilket skal afspejles i den anvendte modelstruktur m.m. Den anvendte modelimplementering må ikke forudsætte anvendelse af særlige indstillinger for eller afvigelser fra standardindstillingerne for simuleringsværktøjets numeriske ligningsløser eller på anden måde forhindre integration mellem den af anlægsejeren leverede simuleringsmodel og en større net- og systemmodel som anvendt af den systemansvarlige virksomhed.

Data for netkomponenter og øvrige dele, som indgår i anlægsinfrastrukturen, skal have et omfang og et detaljeringsniveau, som muliggør opbygning af en komplet, fuldt funktionsdygtig simuleringsmodel.

Såfremt den stationære simuleringsmodel er identisk med den i afsnit 10.3.2 beskrevne dynamiske simuleringsmodel, bortfalder kravet om en separat stationær simuleringsmodel.

Simuleringsmodellen skal verificeres som specificeret i afsnit 10.4.

10.3.1.1 Nøjagtighedskrav

Simuleringsmodellen må generelt ikke vise egenskaber, der ikke kan påvises for det fysiske energilageranlæg.

10.3.2 Krav til dynamisk simuleringsmodel (RMS-model)

Følgende krav er, jf. Tabel 28, gældende for energilageranlæg type C og D.

Den dynamiske simuleringsmodel for energilageranlægget skal repræsentere anlæggets stationære og dynamiske egenskaber i tilslutningspunktet, gældende for det definerede normaldriftsområde, jf. afsnit 4.3, og under alle relevante netforhold, hvor energilageranlægget skal kunne drives. Den dynamiske simuleringsmodel skal kunne repræsentere energilageranlæggets stationære og dynamiske egenskaber i forbindelse med setpunktsændringer for anlæggets levering og optag af aktiv og reaktiv effekt, herunder ændring af reguleringsform for dette, samt nedenstående eksterne hændelser, eller kombinationer af disse eksterne hændelser i det kollektive elforsyningsnet:

- Eksterne fejl i det kollektive elforsyningsnet indenfor det påkrævede FRT-karakteristik som målt i tilslutningspunktet, hvor en kortslutning her kan antage form som:
 - En fase-jord kortslutning med en vilkårlig impedans i fejlstedet.
 - En to-faset kortslutning med eller uden jordberøring med en vilkårlig impedans i fejlstedet.
 - En tre-faset kortslutning med en vilkårlig impedans i fejlstedet.
- Udkobling af, og mulig efterfølgende automatisk genindkobling af, en vilkårlig fejlramt netkomponent i det kollektive elforsyningsnet, jf. ovenstående fejlforløb, og det afledte vektorspring i tilslutningspunktet.
- Manuel ind- eller udkobling (uden forudgående fejl) af en vilkårlig netkomponent i det kollektive elforsyningsnet og det afledte vektorspring i tilslutningspunktet.
- Spændingsforstyrrelser og tenderende spændingskollaps med en varighed indenfor den påkrævede minimumssimuleringstid, jf. nedenstående, og som minimum indenfor indsvingningsforløbet for energilageranlæggets overgang til en ny stationær tilstand.
- Frekvensforstyrrelser med en varighed indenfor den påkrævede minimumssimuleringstid, jf. nedenstående, og som minimum indenfor indsvingningsforløbet for energilageranlæggets overgang til en ny stationær tilstand.
- Aktivering af et pålagt systemværn (via et eksternt signal) til hurtig regulering af energilageranlæggets aktive effektproduktion i henhold til en foruddefineret slutværdi og gradient. Krav gældende såfremt et systemværn er pålagt.

Den dynamiske simuleringsmodel skal:

- Understøttes af modelbeskrivelser, der som minimum indeholder Laplace-domæneoverføringsfunktioner, sekvensdiagrammer for anvendte state machines samt funktionsbeskrivelser af anvendte aritmetiske, logiske og sekvensstyrede moduler i simuleringsmodellen.
- Indeholde beskrivelser af og tilhørende parametre for de enkelte modelkomponenter, herunder mætning, ulinearitet, dødbånd, tidsforsinkelser samt begrænserfunktioner (non-wind-up/anti wind-up m.m.) samt look-up-tabeldata og anvendte principper for interpolation m.m.

- Indeholde beskrivelser og entydige angivelser af simuleringsmodellens indgangs- og udgangssignaler, hvor dette som minimum skal omfatte følgende:
 - Aktiv effekt.
 - Reaktiv effekt.
 - Setpunkter for:
 - Aktiv effektregulering.
 - Effektfaktor-regulering ($\cos \phi$ -regulering).
 - Q-regulering (Mvar-regulering).
 - Spændingsregulering, inklusive parametre for anvendt droop/kompounding
 - Frekvensregulering (statik og dødbånd).
 - Systemværnsindgreb (slutværdi og gradient for regulering af aktiv effekt).
 - Signal for aktivering af systemværn.
- Indeholde beskrivelser af opsætning og initialisering af simuleringsmodellen samt eventuelle begrænsninger for anvendelsen af denne.
- Indeholde samtlige påkrævede reguleringsfunktioner, jf. afsnit 6.
- Indeholde relevante beskyttelsesfunktioner, som kan aktiveres ved eksterne hændelser og fejl i det kollektive elforsyningsnet implementeret i form af blokdiagrammer med angivelse af overføringsfunktioner og sekvensdiagrammer for de enkelte elementer.
- Indeholde samtlige kontrolfunktioner², som kan aktiveres ved alle relevante hændelser og fejl i det kollektive elforsyningsnet.
- Kunne benyttes til simulering af effektivværdier (RMS) i de enkelte faser under symmetriske hændelser og fejl i det kollektive elforsyningsnet.
- Kunne benyttes til simulering af effektivværdier (RMS) i de enkelte faser under asymmetriske hændelser og fejl i det kollektive elforsyningsnet.
- Som minimum kunne benyttes i frekvensområdet fra 47,5 Hz til 51,5 Hz og i spændingsområdet fra 0,0 p.u. til 1,4 p.u.
- Kunne initialiseres i et stabilt arbejds punkt på baggrund af én enkelt load flow-simulering uden efterfølgende iterationer. Ved initialisering skal den afledte værdi (dx/dt) for enhver af simuleringsmodellens tilstandsvariable være mindre end 0,0001.
- Kunne beskrive energilageranlæggets dynamiske egenskaber i mindst 60 sekunder efter enhver af ovenstående setpunktsændringer og eksterne hændelser i det kollektive elforsyningsnet.
- Være numerisk stabil ved gennemførelse af en simulering på minimum 60 sekunder uden påtrykning af et hændelsesforløb eller ændring af randbetingelser, hvor de simulerede værdier for aktiv effekt, reaktiv effekt, spænding og frekvens skal forblive konstante under hele simuleringsforløbet.
- Kunne udnytte numeriske ligningslødere med variabelt tidsskridt i intervallet 1 til 10 millisekunder.
- Være numerisk stabil ved et momentant vektorspring på op til 20 grader i tilslutningspunktet.
- Ikke indeholde krypterede eller kompilerede dele (accepteres ikke), da den systemansvarlige virksomhed skal kunne kvalitetssikre resultaterne fra simuleringsmodellen og vedligeholde denne uden begrænsninger ved softwareopdatering m.m.

² Kontrolfunktioner i relation til elektrisk energilageranlæggets pålagte fault-ride-through-egenskaber, herunder dynamisk spændingsstøtte i forbindelse med et spændingsdyk.

Det accepteres, at simuleringsmodellen i løbet af et gennemført simuleringsforløb giver enkelte fejlmeddelelser om manglende konvergens i forbindelse med påtrykte eksterne hændelser i det kollektive elforsyningsnet. Dette vil dog i udgangspunktet blive opfattet som modelimplementeringsmæssig imperfektion, hvor årsagen og forslag til afhjælpning af denne skal fremgå af den tilhørende modeldokumentation. Såfremt det kan dokumenteres, at simuleringsmodellens konvergensmæssige forhold har negativ indvirkning på anvendelsen af den systemansvarlige virksomheds samlede net- og systemmodel, vil den pågældende simuleringsmodel blive afvist.

Såfremt simuleringsmodellen anvendes til aggregering af enkeltanlæg til en samlet repræsentation af energilageranlæggene i tilslutningspunktet, skal modellen kunne repræsentere energilageranlæggets egenskaber i tilslutningspunktet, jf. ovenstående. Den medfølgende dokumentation skal indeholde beskrivelser af de anvendte principper for aggregering samt eventuelle begrænsninger for anvendelsen af dette. Simuleringsmodellens parametrisering skal indeholde komplette datasæt for det enkelte energilageranlæg samt for det aggregerede energilageranlæg.

Simuleringsmodellen for energilageranlægsregulator og simuleringsmodellen for det enkelte energilageranlæg skal have et indhold og et detaljeringsniveau, så de uden videre kan integreres i en større net- og systemmodel, som anvendt af den systemansvarlige virksomhed, og efterfølgende fremstå som en komplet, fuldt funktionsdygtig simuleringsmodel.

Såfremt energilageranlægget indeholder eksterne komponenter, f.eks. af hensyn til overholdelse af nettilslutningskravene eller til levering af kommercielle systemydelser, skal simuleringsmodellen indeholde den nødvendige repræsentation af disse komponenter som krævet i afsnit 10.1.

Simuleringsmodellen skal leveres implementeret i seneste udgave af simuleringsværktøjet DlgSILENT PowerFactory ved anvendelse af de indbyggede netkomponentmodeller og standardprogrammeringsfunktioner, hvilket skal afspejles i den anvendte modelstruktur m.m. Den anvendte modelimplementering må ikke forudsætte anvendelse af særlige indstillinger for, eller afvigelser fra, standardindstillingerne for simuleringsværktøjets numeriske ligningsløser eller på anden måde forhindre integration mellem den af anlægsejeren leverede simuleringsmodel og en større net- og systemmodel, som anvendt af den systemansvarlige virksomhed.

Data for netkomponenter og øvrige dele, som indgår i anlægsinfrastrukturen, skal have et omfang og et detaljeringsniveau, som muliggør opbygning af en komplet, fuldt funktionsdygtig simuleringsmodel, som krævet i afsnit 10.1.

Simuleringsmodellen skal verificeres, som specificeret i afsnit 10.4.

10.3.2.1 Nøjagtighedskrav

Simuleringsmodellen skal repræsentere energilageranlæggets stationære og dynamiske egenskaber i tilslutningspunktet. Simuleringsmodellen skal således reagere tilstrækkeligt nøjagtigt i forhold til det fysiske anlægs stationære svar for et gyldigt stationært arbejds punkt og tilsvarende for det dynamiske svar i forbindelse med en setpunktsændring eller en ekstern hændelse i det kollektive elforsyningsnet.

Anlægsejeren skal sikre, at simuleringsmodellerne er verificeret med resultaterne af de påkrævede overensstemmelsesprøvnings som følge af krav jf. afsnit 4, 6 og 7 og fremsende den nødvendige dokumentation herfor.

Eftersom modelverifikationen omfatter energilageranlæggets stationære og dynamiske egenskaber i forbindelse med eksterne hændelser i det kollektive elforsyningsnet, og tilsvarende i forbindelse med setpunktændringer for energilageranlæggets optag og levering af aktiv og reaktiv effekt, er det hensigtsmæssigt at definere nøjagtighedskrav og behandle verifikationsproceduren for disse forhold separat, som beskrevet i de efterfølgende afsnit.

10.3.2.1.1 Nøjagtighedskrav i forbindelse med eksterne hændelser i det kollektive elforsyningsnet

Begrebet eksterne hændelser omfatter i denne sammenhæng momentane spændingsændringer målt i energilageranlæggets tilslutningspunkt, f.eks. i forbindelse med kortslutning af en netkomponent eller i forbindelse med manuel kobling med en netkomponent i det kollektive elforsyningsnet.

Test og verifikation af et energilageranlægs stationære og dynamiske egenskaber i forbindelse med sådanne eksterne hændelser kan gennemføres i sammenhæng med certificering og typegodkendelse af det pågældende energilageranlæg.

Det primære formål med disse standardtests er verifikation og certificering af energilageranlæggets overholdelse af de påkrævede FRT-egenskaber, herunder krav om levering af dynamisk spændingsstøtte (reaktiv tillægsstrøm IQ) under fejlforløbet i henhold til den definerede FRT-karakteristik. Resultaterne af disse standardtests anvendes ved den efterfølgende verifikation af de opstillede funktionskrav til og nøjagtigheden af den påkrævede simuleringsmodel.

Simuleringer med modellen skal vise, at kravene i afsnit 4.4 er overholdt.

De til modelverifikationen anvendte standardtests skal gennemføres og dokumenteres i henhold til definitioner og beskrivelser som følge af krav, jf. afsnit 4, 6 og 7.

Modelverifikationen er baseret på evaluering af simuleringsmodellens statistiske nøjagtighed, hvor nøjagtigheden fastlægges på baggrund af beregning af afvigelsen mellem modellens simulerede svar og den tilsvarende målte værdi, hvormed afvigelsen defineres som:

$$X_E(n) = X_{\text{sim}}(n) - X_{\text{målt}}(n).$$

- MXE - Den maksimale afvigelse (the maximum error).
- ME – Den gennemsnitlige afvigelse (the mean error).
- MAE – Den gennemsnitlige (absolutte) afvigelse (the mean absolute error).

Afsnit 8 viser, hvilke af energilageranlæggets elektriske signaler, der er omfattet af ovenstående nøjagtighedskrav.

For at sikre en objektiv vurdering af simuleringsmodellens nøjagtighed skal følgende kvantitative krav være opfyldt for hver af de gennemførte standardtests, idet de for modellen beregnede afvigelser skal være mindre end eller lig med de i Tabel 29 angivne tilladelige afvigelser for hver af de definerede tidsperioder (pre-fault, fault og post-fault).

De i Tabel 29 angivne tilladelige afvigelser for de specificerede elektriske signaler er angivet i forhold til energilageranlæggets baseværdier i form af nominel aktiv effekt (gældende for evaluering af værdier for aktiv effekt og reaktiv effekt) samt nominel strøm (gældende for evaluering af værdier for aktiv strømkomponent og reaktiv strømkomponent).

		Synkron- og inverskomponenter											
		Aktiv effekt			Reaktiv effekt			Strøm (aktiv komponent)			Strøm (reaktiv komponent)		
		MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE
Tilladelig afvigelse	Pre-fault	0,150	±0,100	0,120	0,150	±0,100	0,120	0,150	±0,100	0,120	0,150	±0,100	0,120
	Fault	0,170	±0,150	0,170	0,170	±0,150	0,170	0,500	±0,300	0,400	0,170	±0,150	0,170
	Post-fault	0,170	±0,150	0,170	0,170	±0,150	0,170	0,170	±0,150	0,170	0,170	±0,150	0,170

Tabel 29 Nøjagtighedskrav - tilladelige afvigelse.

Nøjagtighedskravet til den påkrævede simuleringsmodel betragtes som værende opfyldt, såfremt samtlige af de definerede tolerancer i forhold til tilladelig afvigelse er opfyldte.

Simuleringsmodellen må generelt ikke vise egenskaber, der ikke kan påvises for det fysiske energilageranlæg.

10.3.2.1.2 Nøjagtighedskrav i forbindelse med ændringer af energilageranlæggets arbejds- punkt

Begrebet ændringer af energilageranlæggets arbejds punkt omfatter i denne sammenhæng manuelle ændringer af energilageranlæggets stationære arbejds punkt, f.eks. i forbindelse med en setpunktsændring for anlæggets levering og eller optag af aktiv effekt eller tilsvarende ændring af setpunktet for de øvrige påkrævede reguleringsfunktioner.

Det primære formål med disse tests er verifikation af energilageranlæggets overholdelse af de påkrævede stationære og dynamiske egenskaber i tilslutningspunktet, herunder overholdelse af de definerede krav i forhold til f.eks. reaktionstid og reguleringsgradienter, aktiveringsniveauer for regulerings- og begrænsningsfunktioner samt verifikation af energilageranlæggets arbejdsområde m.m.

Testresultaterne anvendes ved den efterfølgende verifikation af de opstillede funktionskrav til og nøjagtigheden af den påkrævede simuleringsmodel.

De til modelverifikationen anvendte standardtests skal gennemføres og dokumenteres i henhold til definitioner og beskrivelser som følge af krav jf. afsnit 4, 6 og 7.

Simuleringer med modellen skal vise, at kravene i afsnit 4.4 er overholdt. Som minimum skal følgende af simuleringsmodellens reguleringsfunktioner inkluderes i modelverifikationen:

- Aktiv effektregulering.
- Reaktiv effektregulering:
 - Effektfaktor-regulering ($\cos \phi$ -regulering).
 - Q-regulering (Mvar-regulering).
- Spændingsregulering (spændingsreferencepunkt i tilslutningspunktet).
- Frekvensregulering (påkrævede reguleringsfunktioner).
- Systemværnsindgreb (slutværdi og gradient for nedregulering af aktiv effekt), såfremt dette er pålagt.

Simuleringsmodellens nøjagtighed i forhold til de påkrævede reguleringsfunktioner skal verificeres på baggrund af beregning af afvigelsen i modellens simulerede svar i forhold til den tilsvarende målte værdi.

Afsnit 8 viser, hvilke af energilageranlæggets elektriske signaler, der er omfattet af ovenstående nøjagtighedskrav.

For at sikre en objektiv vurdering af simuleringsmodellens nøjagtighed skal følgende kvantitative krav, som er gældende for energilageranlæggets steprespons, være opfyldt for hver af de gennemførte standardtests, idet de for modellen beregnede afvigelser skal være mindre end eller lig med de i Tabel 30 angivne tilladelige afvigelser.

	Rise time	Reaction time	Settling time	Overshoot	Steady state
	$X_E = X_{sim} - X_{målt}$	$X_E = X_{sim} - X_{målt}$	$X_E = X_{sim} - X_{målt}$	$X_E = X_{sim} - X_{målt}$	$X_E = X_{sim} - X_{målt}$
Tilladelig afvigelse	< 50 ms	< 50 ms	< 100 ms	< 15 %	< 2 % af $P_{nominel}$

Tabel 30 Nøjagtighedskrav - tilladelige afvigelser.

Nøjagtighedskravet til den påkrævede simuleringsmodel betragtes som værende opfyldt, såfremt samtlige af de definerede tolerancer i forhold til tilladelige afvigelser er opfyldt.

Simuleringsmodellen må generelt ikke vise egenskaber, der ikke kan påvises for det fysiske energilageranlæg.

10.3.3 Krav til transient simuleringsmodel (EMT-model)

Følgende krav er, jf. Tabel 28, gældende for energilageranlæg type D.

Anlægsejer har til ansvar at levere en transient simuleringsmodel af energilageranlægget til den systemansvarlige virksomhed i henhold til nedenstående specifikation:

- EMT-modellen skal udvikles og leveres til PSCAD/EMTDC i softwareversionen fastsat af den systemansvarlige virksomhed.
- Hvis energilageranlægget består af flere identiske energilageranlæg, skal EMT-modellen kunne repræsentere det enkelte energilageranlæg såvel som et valgfrit antal af anlæg for modelaggregering.
- EMT-modellen må indeholde prækompilerede og krypterede dele. EMT-modellen skal være DLL-baseret og kunne benyttes med Intel Fortran fra version 12 til og med senest udgivne på datoen for kontraktunderskrivning mellem anlægsejer og producenten af energilageranlægget. Afhængighed af PSCAD-versionsopdatering accepteres, under forudsætning af at EMT-modellen benytter standardkomponenter, der er tilgængelige for brugeren.
- Simuleringstidspunkt for påbegyndelse af EMT-modellens optag og levering af aktiv og reaktiv effekt skal kunne indstilles af brugeren.
- Simuleringstidspunkt for aktivering af energilageranlæggets beskyttelsessystemer i EMT-modellen skal kunne indstilles af brugeren.
- EMT-modellen skal valideres for simuleringer ved forskellige simuleringstidskridt. Modellen skal give tilnærmelsesvis samme resultater ved transiente simuleringer med ethvert tidsskridt i det gyldige interval. Højeste mulige tidsskridt skal angives i brugervejledningen.

- EMT-modellen skal kunne optræde funktionelt flere gange i samme PSCAD simuleringstilstand, uden at dette leder til at væsentlige ændringer skal foretages. Derfor skal EMT-modellen kunne indgå som adskillige "definitions" eller adskillige "instances". Hvis modellen indeholder et alternativ til brug af adskillige "definition" eller "instance", skal dette beskrives i brugervejledningen.
- EMT-modellen skal understøtte brug af PSCAD/EMTDCs "snapshot"-funktion. Det påkræves, at modellen viser samme svar med og uden brug af snapshot-funktionen.
- Modellen skal kunne initialiseres på maksimalt 3 sekunders simuleringstid.
- EMT-modellen skal repræsentere alle komponenter, reguleringssystemer og beskyttelsessystemer der er relevante for EMT-analyser.
- Alle for EMT-analyser relevante funktionsindstillinger i energilageranlæggets reguleringssystem, der kan ændres enten lokalt eller ved fjernkontrol, skal være tilgængelige parametre i simuleringssmodellen. Omfanget af leverancen godkendes af den systemansvarlige virksomhed.
- Alle elektriske, regulerings- og beskyttelsessignaler relevante for EMT-analyser af det kollektive elforsyningsnet skal være tilgængelige i EMT-modellen. Omfanget af leverancen godkendes af den systemansvarlige virksomhed.
- Netkomponenter og øvrige dele, som indgår i anlægsinfrastrukturen, skal implementeres i EMT-modellen i et omfang og et detaljeringsniveau, der er gyldig for EMT-studier. Dette inkluderer opsamlingskabler, transformere, filtre m.m. Omfanget af leverancen godkendes af den systemansvarlige virksomhed.
- For energilageranlæg med en nettilsluttet konverter skal denne modelleres på transistor niveau for korrekt repræsentation ved transiente studier.
- EMT-modellen skal repræsentere energilageranlæggets FRT-egenskaber, jf. afsnit 4.4.
- Hvis energilageranlægget har særlige funktioner, som eksempel et reguleringsregime for særligt svagt net, skal disse funktioner inkluderes i EMT-modellen. En relevant modelteknisk beskrivelse af de særlige funktioner og disses begrænsninger skal inkluderes i EMT-modellens brugervejledning.
- Modellen skal være gyldig for stationære driftsforhold.
- EMT-modellen skal være anvendelig for EMT-simuleringer af balancerede samt ubalancerede fejl og afbrydelse af energilageranlæggets forbindelse til det kollektive elforsyningsnet.

10.3.3.1 Modelleverance

EMT-modellen skal ved levering bestå af følgende:

- PSCAD/EMTDC simuleringssmodel – version efter aftale med den systemansvarlige virksomhed.
- Brugervejledning med beskrivelse af modelbegrænsninger.
- Verifikationsrapport for EMT-modellen.
- En funktionel PSCAD simuleringssmodel skal leveres for energilageranlægget forbundet til en simpel modelrepræsentation af det kollektive elforsyningsnet, f.eks. en Thévenin-ækvivalent model.
- Brugervejledningen skal beskrive modelantagelser og anvendelse af EMT-modellen.
- En detaljeret beskrivelse af modelbegrænsninger skal leveres, med beskrivelse af alle de af energilageranlæggets funktioner, der ikke er inkluderet i EMT-modellen, som ville kunne antages at have betydning for energilageranlæggets elektromagnetiske transiente egenskaber og performance.

- Verifikationsrapporten for EMT-modellen skal indeholde sammenligning af PSCAD/EMTDC modellens stationære og dynamiske respons med målinger foretaget på det fysiske energilageranlæg.
- Der stilles ikke krav til EMT-modellens gyldighed for stationære harmoniske forhold. Der henvises til afsnit 10.3.4.

10.3.3.2 Nøjagtighedskrav

Nøjagtigheden af den påkrævede transiente simuleringsmodel fastlægges på samme måde som for den dynamiske simuleringsmodel (RMS-model), jf. afsnit 10.3.2. Nøjagtighedskravet og den anvendte evalueringsmetode er dermed identisk med den påkrævede dynamiske simuleringsmodel.

Der anvendelse af passende filtrering til beregning af grundtonekomponenten af målte og simulerede værdier. Metoden anvendt til filtrering aftales mellem anlægsejer og den systemansvarlige virksomhed.

10.3.4 Krav til harmonisk simuleringsmodel

Følgende krav er, jf. Tabel 28, gældende for energilageranlæg type C og D.

Simuleringsmodellen for energilageranlægget skal repræsentere anlæggets emission af harmoniske overtoner og passive harmoniske respons (harmoniske impedans) i tilslutningspunktet, gældende for det definerede normaldriftsområde og under alle relevante stationære netforhold, hvor energilageranlægget skal kunne drives.

Enkeltanlægsmodel skal leveres som en Thévenin-ækvivalent repræsentativ for energilageranlæggets emission af heltals-harmoniske, angivet som RMS-spændinger, samt anlæggets passive respons i frekvensområdet 50 Hz til 2500 Hz. Modellen skal indeholde de relevante synkron-, invers- og nul-sekvensimpedanser i det specificerede frekvensområde med frekvensopløsningen på 1 Hz.

Hvis anlægget består af flere energilageranlæg, skal der foruden enkeltanlægsmodellen leveres en aggregeret simuleringsmodel repræsentativ for den samlede emission samt det samlede passive harmoniske respons i tilslutningspunktet. Krav til frekvensområde og opløsning er identisk med enkeltanlægsmodellen.

Hvis energilageranlæggets emission eller harmoniske impedans er afhængige af anlæggets arbejds punkt, skal modellen leveres ved tre effektområder ved nominel spænding og nul reaktiv effekt; $P = 0,0$ p.u., $P = 0,5$ p.u. og $P = 1,0$ p.u. Derudover skal det beskrives, hvorledes reaktiv effekt påvirker den harmoniske emission og impedans. Desuden skal anlægsejeren levere en model opsat med højeste emission pr. harmoniske, hvor dette er gældende både for den aggregerede samt enkeltanlægsmodellen. Det er anlægsejerens ansvar at dokumentere afhængighed af arbejds punkt samt at sikre korrekt implementering i modellerne.

Det er anlægsejerens ansvar at specificere en metode for summering af emission fra flere energilageranlæg. Dette kan enten gøres ved at specificere krav til fastsættelse af vinklen på Thévenin-spændingen for hver harmonisk frekvens givet specifikt for hvert energilageranlæg. Alternativt benyttes en summeringslov som eksempelvis angivet i IEC TR 61000-3-6:2008 [6]. Benyttes en summeringslov, skal α -koefficienterne fastsættes af anlægsejeren. Der skal redegøres for valg af α -koefficienterne for alle harmoniske. Det er for begge metoder anlægseje-

rens ansvar at redegøre for, at den anvendte metode giver et korrekt respons for energilageranlæggets samlede emission.

Data for netkomponenter og øvrige dele, som indgår i anlægsinfrastrukturen, skal have et omfang og et detaljeringsniveau, som muliggør opbygning af en komplet frekvensafhængig simuleringsmodel i frekvensområdet 50 Hz til 2500 Hz. Dette inkluderer opsamlingskabler, transformere, filtre mm. Omfanget af leverancen godkendes af den systemansvarlige virksomhed.

10.3.4.1 Nøjagtighedskrav

Metoden anvendt til opstilling af modellen for det enkelte energilageranlæg skal specificeres og godkendes af den systemansvarlige virksomhed. Bestemmes modelparametre ved måling, skal en målerapport vedlægges som dokumentation. Desuden skal der redegøres for, hvordan modelparametre fastsættes ud fra målerapportens resultater. Fastsættes modelparametre ved beregning eller simulering, skal metoden anvendt specificeres samt eksempler på resultatbehandling for udledning af modelparametre gives.

10.4 Verificering af simuleringsmodel

Simuleringsmodellen for det samlede anlæg omfattende samtlige reguleringsformer skal verificeres af anlægsejer, som følge af krav jf. afsnit 4, 6 og 7.

Anlægsejer er ansvarlig for al udførelse af test til verificering, herunder fremskaffelse af nødvendigt måleudstyr, dataloggere og personel. Anlægsejer er desuden ansvarlig for gennemførelse og dokumentation af den påkrævede modelverifikation, herunder dokumentation af overholdelse af de definerede nøjagtighedskrav til simuleringsmodellerne.

Den praktiske udførelse af test til verificering skal senest tre måneder inden endelig idriftsættelse af anlægget fastlægges i samarbejde med Energinet Elsystemansvar A/S, efter oplæg fra anlægsejer.

Anlægsejer skal dokumentere målingerne anvendt til verifikation af simuleringsmodellen for energilageranlægget i form af en rapport indeholdende beskrivelser af hvert datasæt, herunder det anvendte måleudstyr og den efterfølgende databehandling, samt randbetingelser for de gennemførte overensstemmelsesprøvnings og årsag til eventuelle afvigelser i forhold til de specificerede randbetingelser.

Måleresultater sammenholdes med de tilsvarende simulerede resultater og simuleringsmodellens nøjagtighed dokumenteres i form af en verifikationsrapport. Modelverifikationsproceduren betragtes først som afsluttet, når den systemansvarlige virksomhed har godkendt den af anlægsejer fremsendte modelverifikationsrapport.

Tidsseriemålingerne anvendt til verifikation af simuleringsmodellen skal vedlægges verifikationsrapporten i CSV-format (comma-separated values).

10.4.1 Signaler omfattet af modelverifikationskravet

Signaler omfattet af modelverifikationskravet:

- Aktiv effekt – målt i tilslutningspunktet (eller ved primærsiden af maskintransformer ved typetest).
- Reaktiv effekt – målt i tilslutningspunktet (eller ved primærsiden af maskintransformer ved typetest).
- Fasestrømme (aktiv komponent) – målt i tilslutningspunktet (eller ved primærsiden af maskintransformer ved typetest).
- Fasestrømme (reaktiv komponent) – målt i tilslutningspunktet (eller ved primærsiden af maskintransformer ved typetest).

HISTORISK

11. Referencer

- [1] IEC 60050-415:1999 International Electrotechnical Vocabulary - Part 415: Wind turbine generator systems, International Electrotechnical Commission, 1999.
- [2] DS/EN 61000-4-15:2011 Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) - Del 4-15: Prøvnings- og måleteknikker - Flickermeter - Funktions- og designspecifikationer, Dansk Standard, 2011.
- [3] DS/EN 61850-8-1:2011 Kommunikationsnetværk og -systemer til elforsyningsautomation - Del 8-1: Specifik mapping af kommunikationssystem (SCSM) - Mapping til MMS (ISO 9506-1 og ISO 9506-2) og til ISO/IEC 8802-3, International Electrotechnical Commission, 2011.
- [4] IEEE 1459:2010 Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities Under Sinusoidal, Nonsinusoidal, Balanced, or Unbalanced Conditions, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2010.
- [5] DS/EN 61000-3-12:2012 Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) - Del 3-12: Grænseværdier - Grænseværdier for harmoniske strømme produceret af udstyr forbundet til offentlige lavspændingsforsyningsnet og med mærkestrøm $> 16 \text{ A}$ og $\leq 75 \text{ A}$ per fase, Dansk Standard, 2012.
- [6] IEC TR 61000-3-6:2008 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-6: Limits - Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems, International Electrotechnical Commission, 2008.
- [7] Energinet, »National gennemførselsforanstaltning, Informationsudveksling: Kravdokument nr. 1 - produktion og forbrug (afventer godkendelse af Forsyningstilsynet),« Energinet (www.energinet.dk), Erritsø, 2019.
- [8] Energinet, »- National gennemførselsforanstaltning, Informationsudveksling: Kravdokument nr. 3 - standarder, protokoller mv. (afventer godkendelse af Forsyningstilsynet),« Energinet (www.energinet.dk), Erritsø, 2019.
- [9] »Teknisk forskrift 5.9.1 Systemtjenester, rev. 1.1,« Energinet, 06 07 2012. [Online]. Available: <https://energinet.dk/El/Rammer-og-regler/Forskrifter-for-systemdrift>.
- [10] »Forskrift D1 Afregningsmåling og afregningsgrundlag, v. 4.12,« Energinet, 06 07 2018. [Online]. Available: <https://energinet.dk/El/Rammer-og-regler/Markedsforskrifter>.
- [11] »Forskrift D2 Tekniske krav til elmåling, rev. 1,« Energinet, 05 2007. [Online]. Available: <https://energinet.dk/El/Rammer-og-regler/Markedsforskrifter>.
- [12] »Teknisk forskrift 3.3.1 for batterianlæg,« Energinet, [Online]. Available: <https://energinet.dk/El/Rammer-og-regler/Forskrifter-for-nettilslutning>.
- [13] DS/EN 50160:2010 Karakteristika for spændingen i offentlige elektricitetsforsyningsnet; Corr. 2010:2011; A1:2015, Dansk Standard, 2010.
- [14] DS/EN 60038:2011 IEC/CENELEC-standardspændinger, Dansk Standard, 2011.
- [15] EU-Kommissionen, »Kommissionens forordning (EU) 2016/631 af 14. april 2016 om fastsættelse af netregler om krav til nettilslutning for produktionsanlæg,« EU-Kommissionen, 14 April 2016. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=CELEX:32016R0631>.

Bilag 1 Dokumentation

Bilag 1 specificerer kravene til dokumentation for de fem anlægskategorier, jf. afsnit 1.1.4:

- A. Energilageranlæg op til 125 kW
- B. Energilageranlæg fra og med 125 kW og op til 3 MW
- C. Energilageranlæg fra og med 3 MW og til op 25 MW
- D. Energilageranlæg fra og med 25 MW eller tilsluttet over 100 kV
- SX. Energilageranlæg i kategori A eller B
- T. Temporært tilsluttede energilageranlæg

Dokumentationen, jf. specifikationer i afsnit 9, sendes elektronisk til elforsyningsvirksomheden.

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

Alle delafsnit i bilaget skal udfyldes for det pågældende anlæg.

Hvis der sker ændring af oplysninger efter idriftsættelsestidspunktet, skal der sendes opdateret dokumentation i henhold til kravene i afsnit 2.2.

Skabelon for Bilag 1 til de forskellige anlægskategorier er tilgængelig på Energinets hjemmeside www.energinet.dk

Indholdsfortegnelse Bilag 1

Dokumentation – kategori A	87
B1.1. Dokumentation for energilageranlæg i kategori A	87
B1.2. Dokumentation for energilageranlæg kategori A	90
Dokumentation – kategori B	95
B1.3. Dokumentation for energilageranlæg i kategori B (del 1)	95
B1.4. Dokumentation for energilageranlæg i kategori B (del 2)	102
Dokumentation – kategori C og D	105
B1.5. Dokumentation for energilageranlæg i kategori C og D (del 1)	105
B1.6. Dokumentation for energilageranlæg i kategori C og D (del 2)	112
Dokumentation – kategori Sx	116
B1.7. Dokumentation for energilageranlæg i kategori Sx	116
Dokumentation – kategori T	117
B1.8. Dokumentation for energilageranlæg i kategori T	117

HISTORISK

Dokumentation – kategori A

B1.1. Dokumentation for energilageranlæg i kategori A

Dokumentationen udfyldes med data for energilageranlægget og sendes til elforsyningsvirksomheden.

B1.1.1. Identifikation

Anlæg	Beskrivelse af anlægget:
GSRN-nr.	
Anlægsejer navn og adresse	
Anlægsejer telefonnr.	
Anlægsejer e-mail	
Inverter – fabrikat:	
Inverter – model:	
Inverter – nominel effekt:	
Lagermedie – fabrikat:	
Lagermedie – modelnr.:	
Lagermedie – udnyttbar energilagerkapacitet [kWh]	

B1.1.2. Positivliste

Gælder kun anlæg op til 50 kW.

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

B1.1.3. Regulering af aktiv effekt

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. Regulering af reaktiv effekt**B1.1.4.1. Effektfaktorregulering**

Er effektfaktorreguleringsfunktionen aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐
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 automatisk effektfaktorreguleringsfunktion aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐
(Må ikke aktiveres uden aftale med elforsyningsvirksomheden.)	
Hvis Ja, med hvilke setpunkter?	
Punkt 1 – P/Pn	_____ %
Punkt 1 – Effektfaktor (induktiv)	_____ $\cos\phi$
Punkt 2 – P/Pn	_____ %
Punkt 2 – Effektfaktor (induktiv)	_____ $\cos\phi$
Punkt 3 – P/Pn	_____ %
Punkt 3 – Effektfaktor (induktiv)	_____ $\cos\phi$

B1.1.4.3. Q-regulering

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

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.

B1.1.6. Underskrift

Dato for idriftsættelse:	
Installatørfirma:	
Idriftsættelsesansvarlig:	
Underskrift (idriftsættelsesansvarlig):	
Anlægsejer:	
Underskrift (anlægsejer):	

B1.2. Dokumentation for energilageranlæg kategori A

Dokumentationen udfyldes med data for energilageranlægget for at komme på positivlisten, eller hvis anlægget ikke er på positivlisten.

B1.2.1. Identifikation

Anlæg	Beskrivelse af anlægget:
Anlægsejer navn og adresse	
Anlægsejer telefonnr.	
Anlægsejer e-mail	
Inverter – fabrikat:	
Inverter – model:	
Inverter – nominel effekt:	
Lagermedie – fabrikat:	
Lagermedie – modelnr.:	
Lagermedie – udnytbar energilagerkapacitet [kWh]	

B1.2.2. Normaldrift

Inden for normaldriftsområdet kan anlægget startes og producere kontinuerligt, kun begrænset af beskyttelsesindstillingerne, jf. kravene i afsnit 7? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.2.3. Tolerance over for frekvensafvigelser

Forbliver energilageranlægget tilkoblet det kollektive elforsyningsnet ved frekvensafvigelser, som specificeret i afsnit 4? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
Forbliver anlægget tilsluttet ved frekvensændringer på 2,0 Hz/s i POC? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐

B1.2.4. Opstart og genindkobling af et energilageranlæg

Sker opstart og genindkobling efter 3 min. efter, at spænding og frekvens er inden for de områder, der er angivet i afsnit 4.3.1? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.2.5. Elkvalitet

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

B1.2.5.1. Hurtige spændingsændringer

Overholder energilageranlægget grænseværdien for hurtige spændingsændringer angivet i afsnit 5.1.1.3? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.2.5.2. DC-indhold

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

B1.2.5.3. Strømubalance

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

B1.2.5.4. Flicker

Er flickerbidraget for hele anlægget under grænseværdien angivet i afsnit 5.1.1.4? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.2.5.5. Harmoniske overtoner

Er alle de harmoniske overtoner for hele anlægget under grænseværdierne angivet i afsnit 5.1.1.5? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.2.5.6. Interharmoniske overtoner

Afsnittet skal kun udfyldes for energilageranlæg større end 50 kW.

Er alle de interharmoniske overtoner for hele energilageranlægget under grænseværdierne angivet i afsnit 5.1.1.6? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.2.5.7. Forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz

Afsnittet skal kun udfyldes for energilageranlæg større end 50 kW.

Emission af forstyrrelser med frekvenser i intervallet 2-9 kHz er mindre end 0,2 % af mærkestrømmen I_n , som krævet i afsnit 5.1.1.7?	Ja ☐ Nej ☐
Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	

B1.2.6. Styring og regulering**B1.2.6.1. Regulering af aktiv effekt****B1.2.6.1.1. Frekvensrespons ved overfrekvens**

Er energilageranlægget udstyret med en frekvensresponsfunktion ved overfrekvens?	Ja ☐ Nej ☐
--	---

B1.2.6.1.2. Absolut-effektbegrænser

Er energilageranlægget udstyret med absolut-effektbegrænserfunktion?	Ja ☐ Nej ☐
--	---

B1.2.6.1.3. Gradient-effektbegrænserfunktion

Er energilageranlægget udstyret med gradient-effektbegrænserfunktion?	Ja ☐ Nej ☐
---	---

B1.2.6.2. Regulering af reaktiv effekt**B1.2.6.2.1. Arbejdsområde**

Kan energilageranlægget levere reaktiv effekt ved P_n og varierende driftsspændinger, som specificeret i afsnit 6.3?	Ja ☐ Nej ☐
Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	
Kan energilageranlægget levere reaktiv effekt ved varierende aktiv effekt, som specificeret i afsnit 6.3?	Ja ☐ Nej ☐
Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	

B1.2.6.2.2. Effektfaktorregulering

Er energilageranlægget udstyret med en effektfaktorreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 6.3.2 og 6.3.2.1?	Ja ☐ Nej ☐
---	---

B1.2.6.2.3. Automatisk effektfaktorregulering

Er energilageranlægget udstyret med automatisk effektfaktorregulering, som specificeret i afsnit 6.3.4 og 6.3.4.1?	Ja ☐ Nej ☐
--	---

B1.2.6.2.4. Q-regulering

Er energilageranlægget udstyret med en Q-reguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 6.3.1 og 6.3.1.1?	Ja ☐ Nej ☐
---	---

B1.2.7. Beskyttelse mod fejl i elsystemet**B1.2.7.1. Relæindstillinger**

I nedenstående tabel angives standardværdierne for relæindstillingerne. Hvis standardværdierne afviger fra de i afsnit 7.2.1 angivne værdier, skal der medleveres dokumentation for, at relæindstillingerne kan indstilles til de korrekte værdier i forbindelse med idriftsættelse.

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

B1.2.8. Underskrift

Dato:	
Firma:	
Idriftsættelsesansvarlig:	
Underskrift (idriftsættelsesansvarlig):	
Anlægsejer:	
Underskrift (anlægsejer):	

Dokumentation – kategori B

B1.3. Dokumentation for energilageranlæg i kategori B (del 1)

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

B1.3.1. Identifikation

Anlæg	Beskrivelse af anlægget:
Anlægsejer navn og adresse	
Anlægsejer telefonnr.	
Anlægsejer e-mail	
Inverter – fabrikat:	
Inverter – model:	
Inverter – nominel effekt:	
Lagermedie – fabrikat:	
Lagermedie – modelnr.:	
Lagermedie – udnyttbar energilagerkapacitet [kWh]	

B1.3.2. Normaldrift

Inden for normaldriftsområdet, jf. Figur 6, kan energilageranlægget startes og producere kontinuerligt kun begrænset af netbeskyttelsesindstillingerne? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.3.3. Tolerance over for frekvensafvigelser

Forbliver energilageranlægget tilkoblet det kollektive elforsyningsnet ved frekvensafvigelser, som specificeret i afsnit 4? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
Forbliver anlægget tilsluttet ved frekvensændringer på 2,0 Hz/s i POC? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐

B1.3.4. Tolerance over for spændingsafvigelser (FRT)

Forbliver energilageranlægget tilkoblet det kollektive elforsyningsnet ved spændingsdyk, som specificeret i afsnit 4.4? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
Forbliver energilageranlægget tilkoblet det kollektive elforsyningsnet ved spændingsstigninger, som specificeret i afsnit 4.4? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
Energilageranlægget kan efter et spændingsdyk returnere til normal drift senest 5 s efter, at driftsforholdene er tilbage i normaldriftsområdet.	Ja ☐ Nej ☐

B1.3.5. Reaktiv tillægsstrøm

Leverer energilageranlægget reaktiv tillægsstrøm, som specificeret i afsnit 4.4.4? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.3.6. Opstart og genindkobling af et energilageranlæg

Sker indkobling og synkronisering som specificeret i afsnit 4.3.1? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
Er det muligt at omgå den automatiske synkronisering? Hvis Nej, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐

B1.3.7. Regulering af aktiv effekt**B1.3.7.1. Frekvensrespons - Overfrekvens**

Er energilageranlægget udstyret med en frekvensresponsfunktion for overfrekvens, som specificeret i afsnit 6.2.2.1? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.3.7.2. Absolut-effektbegrænserfunktion

Er energilageranlægget udstyret med en absolut-effektbegrænserfunktion, som specificeret i afsnit 6.2.4.1.1? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.3.7.3. Gradient-effektbegrænser

Er energilageranlægget udstyret med en gradient-effektbegrænser, som specificeret i afsnit 6.2.4.2.1? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.3.8. Regulering af reaktiv effekt**B1.3.8.1. Arbejdsområde**

Kan energilageranlægget levere reaktiv effekt ved P_n og varierende driftsspændinger, som specificeret i afsnit 6.3? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
Kan energilageranlægget levere reaktiv effekt ved varierende aktiv effekt, som specificeret i afsnit 6.3.5.2? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐

B1.3.8.2. Effektfaktorregulering

Er energilageranlægget udstyret med en effektfaktorreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 6.3.2.1? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.3.8.3. Q-regulering

Er energilageranlægget udstyret med en Q-reguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 6.3.1.1? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.3.8.4. Automatisk effektfaktorregulering

Er automatisk effektfaktorreguleringsfunktion aktiveret? (Må ikke aktiveres uden aftale med elforsyningsvirksomheden.) Hvis Ja, med hvilke setpunkter? Punkt 1 – P/P_n Punkt 1 – Effektfaktor (induktiv) Punkt 2 – P/P_n Punkt 2 – Effektfaktor (induktiv) Punkt 3 – P/P_n Punkt 3 – Effektfaktor (induktiv)	Ja ☐ Nej ☐ _____ % _____ $\cos\phi$ _____ % _____ $\cos\phi$ _____ % _____ $\cos\phi$
---	---

B1.3.9. Elkvalitet

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

B1.3.9.1. Hurtige spændingsændringer

Overholder energilageranlægget grænseværdien for hurtige spændingsændringer angivet i afsnit 5.1.1.3? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	---

B1.3.9.2. DC-indhold

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

B1.3.9.3. Spændingsubalance

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

B1.3.9.4. Flicker

Er flickerbidraget for hele energilageranlægget under grænseværdien angivet i afsnit 5.1.1.4?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.3.9.5. Harmoniske overtoner

Er alle de harmoniske overtoner for hele energilageranlægget under grænseværdierne angivet i afsnit 5.1.1.5?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.3.9.6. Interharmoniske overtoner

Er alle de interharmoniske overtoner for hele energilageranlægget under grænseværdierne angivet i afsnit 5.1.1.6?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.3.9.7. Forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz

Emission af forstyrrelser med frekvenser i intervallet 2-9 kHz er mindre end 0,2 % af I_{nv} som krævet i afsnit 5.1.1.7?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.3.10. Beskyttelse

Er anlægget beskyttet med de funktioner, som er krævet i afsnit 7.2.2?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.3.10.1. Ø-drift-detektering

Er anlægget beskyttet med de funktioner, som er krævet i afsnit 7.2.2?	Ja ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Nej ☐

B1.3.11. Krav til informationsudveksling

Kan anlægget udveksle information; som er krævet i afsnit 8.2?	Ja ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Nej ☐

B1.3.12. Underskrift

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

B1.4. Dokumentation for energilageranlæg i kategori B (del 2)

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

B1.4.1. Identifikation

Anlæg	Beskrivelse af anlægget:
Anlægsejer navn og adresse	
Anlægsejer telefonnr.	
Anlægsejer e-mail	
Inverter – fabrikat:	
Inverter – model:	
Inverter – nominel effekt:	
Lagermedie – fabrikat:	
Lagermedie – modelnr.:	
Lagermedie – udnyttbar energilagerkapacitet [kWh]	

B1.4.2. Regulering af aktiv effekt**B1.4.2.1. Regulering af aktiv effekt ved overfrekvens**

Er frekvensresponsfunktionen for overfrekvens aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, med hvilke indstillingsværdier?	
Frekvenstærskel (f_2):	_____ Hz
Statik:	_____ %
Tid til ø-drift-detektering (minimum responstid):	_____ ms

B1.4.2.2. Absolut-effektbegrænserfunktion

Er absolut-effektbegrænserfunktionen aktiveret?	Ja ☐
	Nej ☐
	Styres online ☐
Hvis Ja, med hvilken værdi?	_____ kW

B1.4.2.3. Gradient-effektbegrænser

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

B1.4.3. Regulering af reaktiv effekt**B1.4.3.1. Q-regulering**

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

B1.4.3.2. Effektfaktorregulering

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

B1.4.4. Beskyttelse**B1.4.4.1. 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

*Anvendes til Ø-driftsdetektering i distributionsnettet

B1.4.5. Underskrift

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

Dokumentation – kategori C og D

B1.5. Dokumentation for energilageranlæg i kategori C og D (del 1)

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

B1.5.1. Identifikation

Anlæg	Beskrivelse af anlægget:
Anlægsejer navn og adresse	
Anlægsejer telefonnr.	
Anlægsejer e-mail	
Inverter – fabrikat:	
Inverter – model:	
Inverter – nominel effekt:	
Lagermedie – fabrikat:	
Lagermedie – modelnr.:	
Lagermedie – udnyttbar energilagerkapacitet [kWh]	

B1.5.2. Normale driftsforhold

Inden for normaldriftsområdet, jf. Figur 6-Figur 10, kan energilageranlægget startes og producere kontinuerligt, kun begrænset af netbeskyttelsesindstillingerne?	Ja ☐ Nej ☐
---	---

B1.5.3. Tolerance over for frekvensafvigelser

Forbliver energilageranlægget tilkoblet det kollektive elforsyningsnet ved frekvensafvigelser, som specificeret i afsnit 4 for kategori C og D?	Ja ☐ Nej ☐
Forbliver anlægget tilsluttet ved frekvensændringer på 2,0 Hz/s i POC?	Ja ☐ Nej ☐

B1.5.4. Tolerance over for spændingsafvigelser (FRT)

Forbliver energilageranlægget tilkoblet det kollektive elforsyningsnet ved spændingsdyk, som specificeret i 4.4.4 og 4.4.5 for hhv. kategori C og kategori D?	Ja ☐ Nej ☐
Energilageranlægget kan efter et spændingsdyk returnere til normal drift senest 5 s efter at driftsforholdene er tilbage i normaldriftsområdet.	Ja ☐ Nej ☐

B1.5.4.1. Reaktiv tillægsstrøm

Leverer energilageranlægget reaktiv tillægsstrøm, som specificeret i afsnit 4.4.4 eller 4.4.5 for hhv. kategori C og D?	Ja ☐ Nej ☐
---	---

B1.5.5. Indkobling og synkronisering

Sker indkobling og synkronisering som specificeret i afsnit 4.3.1 for kategori C og D?	Ja ☐ Nej ☐
--	---

B1.5.6. Regulering af aktiv effekt**B1.5.6.1. Regulering af aktiv effekt ved overfrekvens**

Er energilageranlægget udstyret med en frekvensresponsfunktion for overfrekvens, som specificeret i afsnit 6.2.2.1 for kategori C og D?	Ja ☐ Nej ☐
---	---

B1.5.6.2. Regulering af aktiv effekt ved underfrekvens

Er energilageranlægget udstyret med en frekvensresponsfunktion for underfrekvens, som specificeret i afsnit 6.2.2.3 for kategori C og D?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.5.6.3. Frekvensregulering

Er energilageranlægget udstyret med en frekvensreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 6.2.3.2 for kategori C og D?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.5.6.4. Systemværn

Er energilageranlægget udstyret med en systemværnsfunktion, som specificeret i afsnit 6.4.2?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.5.6.5. Absolut-effektbegrænserfunktion

Er energilageranlægget udstyret med absolut-effektbegrænserfunktion, som specificeret i 6.2.4.1.1 for kategori C og D?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.5.6.6. Gradient-effektbegrænserfunktion

Er energilageranlægget udstyret med gradient-effektbegrænserfunktion, som specificeret i afsnit 6.2.4.2.1 for kategori C og D?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.5.7. Reguleringsfunktioner for reaktiv effekt**B1.5.7.1. Krav til reaktivt effektregeringsområde**

Kan anlægget levere reaktiv effekt ved P_n og varierende driftsspændinger, som specificeret i afsnit 6.3.5.3, 6.3.5.4 og 6.3.5.5 for hhv. kategori C, D og D*?	Ja ☐ Nej ☐
Kan energilageranlægget levere reaktiv effekt ved varierende aktiv effekt, som specificeret i afsnit 6.3.5.3, 6.3.5.4 og 6.3.5.5 for hhv. kategori C, D og D*?	Ja ☐ Nej ☐

B1.5.7.2. Q-regulering

Er energilageranlægget udstyret med en Q-reguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 6.3.1.1 for kategori C og D?	Ja ☐ Nej ☐
--	---

B1.5.7.3. Effektfaktorregulering

Er energilageranlægget udstyret med en effektfaktorreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 6.3.2.1 for kategori C og D?	Ja ☐ Nej ☐
--	---

B1.5.7.4. Spændingsregulering

Er energilageranlægget udstyret med en spændingsreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 6.3.3.2 for kategori C og D?	Ja ☐ Nej ☐
Hvor er spændingsreferencepunktet placeret?	

B1.5.8. Elkvalitet

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

B1.5.8.1. Hurtige spændingsændringer

Overholder energilageranlægget grænseværdien for hurtige spændingsændringer angivet i afsnit 5.2.1.3 og 5.3 for hhv. distributionstilslutninger i kategori C samt D og transmissionstilslutninger i kategori D*?	Ja ☐ Nej ☐
--	---

B1.5.8.2. DC-indhold

Overstiger DC-indholdet ved normal drift grænseværdierne sat i afsnit 5.2.1.1 og 5.3 for hhv. distributionstilslutninger i kategori C samt D og transmissionsstilslutninger i kategori D*?	Ja ☐ Nej ☐
--	---

B1.5.8.3. Spændingsubalance

Er anlægget balanceret 3-faset?	Ja ☐ Nej ☐
---------------------------------	---

B1.5.8.4. Flicker

Er flickerbidraget for energilageranlægget under grænseværdierne sat i afsnit 5.2.1.4 og 5.3 for hhv. distributionstilslutninger i kategori C samt D og transmissionstilslutninger i kategori D*?	Ja ☐ Nej ☐
---	---

B1.5.8.5. Harmoniske overtoner

Er alle de harmoniske forstyrrelser for energilageranlægget under grænseværdierne sat i afsnit 5.2.1.5 og 5.3 for hhv. distributionstilslutninger i kategori C samt D og transmissionstilslutninger i kategori D*?	Ja ☐ Nej ☐
--	---

B1.5.8.6. Interharmoniske overtoner

Er alle de interharmoniske overtoner for energilageranlægget under grænseværdierne sat i afsnit 5.2.1.6 og 5.3 for hhv. distributionstilslutninger i kategori C samt D og transmissionstilslutninger i kategori D*?	Ja ☐ Nej ☐
---	---

B1.5.8.7. Forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz

Emission af forstyrrelser med frekvenser mellem 2 og 9 kHz fastlægges af elforsyningsvirksomheden. Er kravet overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
---	---

B1.5.9. Beskyttelse

Er anlægget beskyttet med de funktioner, som er krævet i afsnit 7.2.3 og 7.2.4 for hhv. kategori C og D?	Ja ☐ Nej ☐
--	---

B1.5.9.1. Ø-drift-detektering

Er anlægget beskyttet med de funktioner, som er krævet i afsnit 6.2.3.2 for kategori C og D?	Ja ☐ Nej ☐
--	---

B1.5.10. Informationsudveksling**B1.5.10.1. Datakommunikation**

Er datakommunikationsprotokoller og datasikkerhedsforhold udført og konfigureret som specificeret i afsnit 8.2?	Ja ☐ Nej ☐
Er signalerne som specificeret i afsnit 8.2 til rådighed på PCOM-grænsefladen?	Ja ☐ Nej ☐

B1.5.10.2. Registrering af fejlhændelser**Gælder kun kategori D-anlæg**

Er der installeret logningsudstyr i POC som specificeret i afsnit 8.3 for kategori D?	Ja ☐ Nej ☐
Er det aftalt med den systemansvarlige virksomhed, hvilke hændelser der skal logges? Hvis ja, hvilke?	Ja ☐ Nej ☐

B1.5.11. Krav til simuleringsmodel**Gælder kun anlæg over 10 MW**

Foreligger der en simuleringsmodel som specificeret i afsnit 10.1 for kategori C og D? Hvis Ja, henvisning til dokumentation og model:	Ja ☐ Nej ☐
---	---

B1.5.12. Overensstemmelsesprøvning

Foreligger der en plan for overensstemmelsesprøvning som specificeret i afsnit 9.2.11 for kategori C og D?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	

B1.5.13. Underskrift

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

HISTORISK

B1.6. Dokumentation for energilageranlæg i kategori C og D (del 2)

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

B1.6.1. Identifikation

Anlæg	Beskrivelse af anlægget:
GSRN-nr.	
Anlægsejer navn og adresse	
Anlægsejer telefonnr.	
Anlægsejer e-mail	
Inverter – fabrikat:	
Inverter – model:	
Inverter – nominel effekt:	
Lagermedie – fabrikat:	
Lagermedie – modelnr.:	
Lagermedie – udnyttbar energilagerkapacitet [kWh]	

B1.6.2. Regulering af aktiv effekt**B1.6.2.1. Regulering af aktiv effekt ved overfrekvens**

Er frekvensresponsfunktionen for overfrekvens som specificeret i afsnit 6.2.2.1 for kategori C og D aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, med hvilke indstillingsværdier?	
Frekvenstærskel:	_____ Hz
Statik:	_____ %
Tid til ø-drift-detektering (minimum responstid):	_____ ms

B1.6.2.2. Regulering af aktiv effekt ved underfrekvens

Er frekvensresponsfunktionen for underfrekvens, som specificeret i afsnit 6.2.2.3 for kategori C og D aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, med hvilke indstillingsværdier?	
Frekvenstærske:	_____ Hz
Statik:	_____ %
Tid til ø-drift-detektering (minimum responstid):	_____ ms

B1.6.2.3. Frekvensregulering

Er frekvensreguleringsfunktionen som specificeret i afsnit 6.2.3.2 for kategori C og D aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐
Hvis Ja, med hvilke indstillingsværdier?	
Frekvenstærske -Lav (f_{RU}):	_____ Hz
Frekvenstærske -Høj (f_{RO}):	_____ Hz
Statik:	_____ %
Ønsket frekvens:	_____ Hz
ΔP :	_____ kW

B1.6.2.4. Absolut-effektbegrænserfunktion

Er absolut-effektbegrænserfunktionen som specificeret i afsnit 6.2.4.1.1 for kategori C og D aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐
Hvis Ja, med hvilken værdi?	_____ kW

B1.6.2.5. Gradient-effektbegrænserfunktion

Er energilageranlæggets gradient-effektbegrænserfunktion som specificeret i afsnit 6.2.4.2.1 for kategori C og D aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐
Hvis Ja, med hvilken værdi?	_____ % P_n /min

B1.6.3. Regulering af reaktiv effekt**B1.6.3.1. Q-regulering**

Er Q-reguleringsfunktionen, som specificeret i afsnit 6.3.1.1 for kategori C og D, aktiveret? Hvis Ja, med hvilket setpunkt? (Værdi forskellig fra 0 kVAr skal aftales med elforsyningsvirksomheden.)	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐ _____ kVAr
---	--

B1.6.3.2. Effektfaktorregulering

Er effektfaktorreguleringsfunktionen, som specificeret i afsnit 6.3.2.1 for kategori C og D, aktiveret? Hvis Ja, med hvilket setpunkt? (Værdi forskellig fra $\cos\phi$ 1.0 skal aftales med elforsyningsvirksomheden.)	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐ _____ $\cos\phi$ Induktiv ☐ Kapacitiv ☐
--	--

B1.6.3.3. Spændingsregulering

Er spændingsreguleringsfunktion, som specificeret i afsnit 6.3.3.2 for kategori C og D, aktiveret? (Må ikke aktiveres uden aftale med elforsyningsvirksomheden.) Hvis Ja, med hvilket setpunkt?	Ja ☐ Nej ☐ Styres online ☐ _____ kV
---	--

B1.6.4. Beskyttelse

Er der vedlagt en liste over beskyttelsesfunktioner og -indstillinger på idriftsættelsestidspunktet? Hvis Ja, henvisning til dokumentation	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.6.5. Overensstemmelsesprøvning

Er der vedlagt dokumentation for overensstemmelsesprøvning?	Ja ☐ Nej ☐
---	---

B1.6.6. Verificering af simuleringsmodel**Gælder kun anlæg over 10 MW**

Er der vedlagt verifikationsrapport for simuleringsmodellen?	Ja ☐ Nej ☐
--	---

B1.6.7. Underskrift

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

Dokumentation – kategori Sx

B1.7. Dokumentation for energilageranlæg i kategori Sx

Dokumentationen udfyldes med data for energilageranlægget og sendes til elforsyningsvirksomheden

B1.7.1. Identifikation

Anlæg	Beskrivelse af anlægget:
GSRN-nr.	
Anlægsejer navn og adresse	
Anlægsejer telefonnr.	
Anlægsejer e-mail	
Inverter – fabrikat:	
Inverter – model:	
Inverter – nominel effekt:	
Lagermedie – fabrikat:	
Lagermedie – modelnr.:	
Lagermedie – udnyttbar energilagerkapacitet [kWh]	

B1.7.2. Underskrift

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

Dokumentation – kategori T

B1.8. Dokumentation for energilageranlæg i kategori T

Dokumentationen udfyldes med data for energilageranlægget og sendes til elforsyningsvirksomheden

B1.8.1. Identifikation

Anlæg	Beskrivelse af anlægget:
GSRN-nr.	
Anlægsejer navn og adresse	
Anlægsejer telefonnr.	
Anlægsejer e-mail	
Inverter – fabrikat:	
Inverter – model:	
Inverter – nominel effekt:	
Lagermedie – fabrikat:	
Lagermedie – modelnr.:	
Ladestanderens nominelle aktive effekt, Pnl og Pno [kW]	

B1.8.2. Normaldrift

Inden for normaldriftsområdet, jf. Figur 5 eller Figur 6, kan energilageranlægget startes og drives kontinuerligt kun begrænset af netbeskyttelsesindstillingerne? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.8.3. Tolerance over for frekvensafvigelser

Forbliver energilageranlægget tilkoblet det kollektive elforsyningsnet ved frekvensafvigelser, som specificeret i afsnit 4.1? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
Forbliver anlægget tilsluttet ved frekvensændringer på 2,0 Hz/s i POC? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐

B1.8.4. Elkvalitet

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

B1.8.4.1. Hurtige spændingsændringer

Overholder energilageranlægget grænseværdien for hurtige spændingsændringer angivet i afsnit 5.1.1.3? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.8.4.2. DC-indhold

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

B1.8.4.3. Strømubalance

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

B1.8.4.4. Flicker

Er flickerbidraget for hele anlægget under grænseværdien angivet i afsnit 5.1.1.4? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.8.4.5. Harmoniske overtoner

Er alle de harmoniske overtoner for hele anlægget under grænseværdierne angivet i afsnit 5.1.1.5? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.8.4.6. Interharmoniske overtoner

Afsnittet skal kun udfyldes for energilageranlæg større end 50 kW.

Er alle de interharmoniske overtoner for hele energilageranlægget under grænseværdierne angivet i afsnit 5.1.1.6? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
---	--

B1.8.4.7. Forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz

Afsnittet skal kun udfyldes for energilageranlæg større end 50 kW.

Emission af forstyrrelser med frekvenser i intervallet 2-9 kHz er mindre end 0,2 % af mærkestrømmen I_n, som krævet i afsnit 5.1.1.7? Hvor findes dokumentation for, at kravene er overholdt?	Ja ☐ Nej ☐
--	--

B1.8.5. Underskrift

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

HISTORISK