



ENERGINET

Energinet
Tonne Kjærvej 65
DK-7000 Fredericia

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

Dato:
18. december 2023

Forfatter:
MYEN

Teknisk forskrift 3.3.1

TEKNISK FORSKRIFT 3.3.1 KRAV TIL ENERGILAGERANLÆG

GÆLDENDE FRA 1. JANUAR 2024

TEKNISK FORSKRIFT 3.3.1

KRAV TIL ENERGILAGERANLÆG

OVERSIGT/INDHOLDSFORTEGNELSE

Kapitel 1 <i>Anvendelsesområde og definitioner</i>	3
Kapitel 2 <i>Energilageranlæg af type A</i>	5
Kapitel 3 <i>Energilageranlæg af type B</i>	16
Kapitel 4 <i>Energilageranlæg af type C</i>	21
Kapitel 5 <i>Energilageranlæg af type D</i>	27
Kapitel 6 <i>Transmissionstilsluttet energilageranlæg</i>	28
Kapitel 7 <i>Synkront energilageranlæg af type A</i>	33
Kapitel 8 <i>Synkront energilageranlæg af type B</i>	34
Kapitel 9 <i>Synkront energilageranlæg af type C</i>	39
Kapitel 10 <i>Synkront energilageranlæg af type D</i>	40
Kapitel 11 <i>Transmissionstilsluttet synkront energilageranlæg</i>	43
Kapitel 12 <i>ikke-synkront energilageranlæg af type A</i>	47
Kapitel 13 <i>Ikke-synkront energilageranlæg af type B</i>	48
Kapitel 14 <i>Ikke-synkront energilageranlæg af type C</i>	54
Kapitel 15 <i>Ikke-synkront energilageranlæg af type D</i>	56
Kapitel 16 <i>Transmissionstilsluttet ikke-synkront energilageranlæg</i> ...	59
Kapitel 17 <i>Overholdelse af krav</i>	66
Kapitel 18 <i>Overensstemmelsestest og overensstemmelsessimulering</i>	67
Kapitel 19 <i>Procedure for nettilslutning og overholdelse af krav</i>	77
Kapitel 20 <i>Dispensationer</i>	80
Kapitel 21 <i>Håndhævelse og sanktioner</i>	80
Kapitel 22 <i>Klage m.v.</i>	80
Kapitel 23 <i>Ikrafttrædelse</i>	81
Bilag 1 <i>Terminologi og definitioner</i>	82

TEKNISK FORSKRIFT 3.3.1

KRAV TIL ENERGILAGERANLÆG

I medfør af § 26, stk. 2 og 3 i lov om elforsyning, jf. lovbekendtgørelse nr. 1248 af 24. oktober 2023, samt efter bemyndigelse i § 7, stk. 1, nr. 1 og 2 i bekendtgørelse nr. 1358 af 24. november 2023 om systemansvarlig virksomhed og anvendelse af eltransmissionsnettet m.v., fastsættes følgende:

Kapitel 1

Anvendelsesområde og definitioner

§ 1. Denne forskrift fastsætter krav til energilageranlæg, som tilsluttes elforsyningssystemet efter denne forskrifts ikrafttrædelse. Forskriften gælder for energilageranlægget, hvis energilageranlægget tilsluttes selvstændigt eller tilsluttes sammen med andre elektriske anlæg. Kravene i forskriften gælder både, når energilageranlægget er i produktionstilstand og i forbrugstilstand, medmindre andet fremgår af det enkelte krav. Overholdelse af kravene er afhængig af den aktuelle tilgængelighed af energilageranlæggets energikilde. Energilageranlæg, der er underlagt kravene i denne forskrift, er fastsat i stk. 2, og omfatter, men er ikke begrænset til, anlæg, som tilsluttes distributionssystemet eller transmissionssystemet, og som:

- a) lagrer elektrisk energi reversibelt og drives ved, at frekvensen af den genererede spænding, generatorens omdrejningshastighed og frekvensen i elforsyningssystemet er i et fast forhold og derfor er synkrone (synkrone energilageranlæg)
- b) lagrer elektrisk energi reversibelt og enten er ikke-synkront tilsluttet elforsyningssystemet eller tilsluttet ved hjælp af effektelektronik (ikke-synkrone energilageranlæg)
- c) lagrer elektrisk energi reversibelt i elfartøjer, herunder elbiler og elfærger, hvor alle følgende er opfyldt:
 - i. lagring sker via en ladestander og et elfartøj, som har funktionalitet til tovejsladning (V2G),
 - ii. lagring af energien sker i elfartøjet,
 - iii. den elektriske energi anvendes primært til fremdrift af elfartøjet,
 - iv. konvertering sker enten som en del af ladestanderen eller i elfartøjet,
 - v. elfartøjet er påkrævet registreringsattest ved den relevante registreringsmyndighed, og
 - vi. elfartøjet anvendes til person- og/eller godstransport.

Ved tilslutning af elfartøjer i henhold til dette litra c) skal kravene i denne forskrift efterleveres af henholdsvis ejeren af ladestanderen eller af elfartøjet, afhængigt af hvor konverteringen sker.

Stk. 2. Energilageranlæg omfattet af denne forskrift er anlæg, der opfylder alle følgende krav:

- a) Anlæggets opbygning eller karakteristika gør, at der kan ske elektrisk, reversibel energilagring i en fast installation, og energilagringen er:
 - i. en udsættelse af den endelige anvendelse af elektricitet til et senere tidspunkt end det, hvor elektriciteten blev produceret, og
 - ii. en konvertering af elektrisk energi til en energiform, der kan lagres, og lagring af sådan energi og den efterfølgende rekonvertering af sådan energi til elektrisk energi.
- b) Anlægget er ikke omfattet af kravene i Kommissionens forordning (EU) 2016/631 af 14. april 2016 om fastsættelse af netregler om krav til nettilslutning for produktionsanlæg (NC RfG), Kommissionens forordning (EU) 2016/1388 af 17. august 2016 om

fastsættelse af netregler om nettilslutning af forbrugs- og distributionssystemer (NC DC) og/eller Kommissionens forordning (EU) 2016/1447 af 26. august 2016 om fastsættelse af netregler om tilslutning af transmissionssystemer med højspændingsjævnstrøm og jævnstrømsforbundne elproducerende anlæg (NC HVDC).

- c) Anlægget er ikke installeret med henblik på levering af nødforsyning og kører parallelt med elforsyningssystemet i mindre end fem minutter pr. kalendermåned, når systemet kører i normalt tilstand. Paralleldrif i forbindelse med vedligeholdelse eller idriftsættelsesprøvnig af det pågældende anlæg indgår ikke i de fem minutter.

Stk. 3. Følgende anlæg er ikke omfattet af denne forskrift (ikke udtømmende):

- a) Elfartøjer, hvor energilageranlægget alene har funktionalitet til opladning,
 b) Regenerative forbrugsanlæg, som er forbrugsanlæg, der i kraft af sit anlægsdesign og driftsmønster leverer en uspecificeret energimængde tilbage til tilslutningspunktet.

Stk. 4. Eksisterende energilageranlæg er ikke omfattet af kravene i denne forskrift, undtagen i følgende tilfælde:

- a) Et distributionstilsluttet energilageranlæg af type C eller D ændres i et sådant omfang, at dets elektriske og netdynamiske interaktion er væsentligt ændret. Før en sådan ændring må foretages skal anlægsejer følge nedenstående procedure:
- i. Anlægsejere, som ønsker at ændre energilageranlægget eller udskifte udstyr, som påvirker de elektriske karakteristika af energilageranlægget, skal underrette DSO'en på forhånd.
 - ii. Hvis DSO'en vurderer, at ændringen eller udskiftningen af udstyret er væsentlig, underretter DSO'en Energinet om ændringen.
 - iii. Energinet afgør, hvilke krav i denne forskrift der skal finde anvendelse på det væsentligt ændrede anlæg.
- b) Et transmissionstilsluttet energilageranlæg ændres i et sådant omfang, at dets elektriske og netdynamiske interaktion er væsentligt ændret. Før ændringen foretages gælder følgende procedure:
- i. Anlægsejere, som ønsker at ændre energilageranlægget eller udskifte udstyr, som påvirker de elektriske karakteristika af energilageranlægget, skal underrette Energinet på forhånd.
 - ii. Hvis Energinet vurderer, at ændringen eller udskiftningen af udstyret er væsentlig, afgør Energinet, hvilke krav i denne forskrift der skal finde anvendelse på det væsentligt ændrede anlæg.

Stk. 5. Et energilageranlæg anses som eksisterende i henhold til denne forskrift, hvis:

- a) anlægget allerede er tilsluttet til elforsyningssystemet og er tildelt ION af den relevante systemoperatør på tidspunktet for ikrafttrædelse af denne forskrift, eller
 b) anlægsejer har indgået en endelig og bindende aftale om køb af en væsentlig del af energilageranlægget og har underrettet og sendt aftalen til Energinet senest 6 måneder efter ikrafttrædelse af forskriften. Energinet træffer herefter afgørelse om, hvilke krav i denne forskrift der skal finde anvendelse.

Stk. 6. Omkostninger i forbindelse med overholdelse af bestemmelserne i denne forskrift påhviler den enkelte aktør.

Stk. 7. Hvor forhold i denne forskrift skal aftales mellem anlægsejeren og den relevante systemoperatør, skal aftale søges indgået senest 6 måneder efter anmodning fra anlægsejeren.

Stk. 8. Oversigt over definitioner findes i bilag 1.

§ 2. Kravene i denne forskrift er opdelt i følgende anlægstyper på baggrund af energilageranlæggets P_n :

- a) Type A er energilageranlæg op til 125 kW
 b) Type B er energilageranlæg fra og med 125 kW til 3 MW

- c) Type C er energilageranlæg fra og med 3 MW til 25 MW
- d) Type D er energilageranlæg fra og med 25 MW eller energilageranlæg, som er tilsluttet over 110 kV.

Stk. 2. Hvis energilageranlæggets P_{nl} og P_{no} ikke medfører samme anlægstype efter stk. 1, fastsættes anlægstypen efter stk. 1 ud fra energilageranlæggets P_{nl} .

Stk. 3. Alle krav skal vurderes i forhold til energilageranlæggets P_n . Alle krav er gældende i tilslutningspunktet, medmindre andet fremgår af det enkelte krav.

Kapitel 2 Energilageranlæg af type A

Oplysning af anlægsinformationer

§ 3. Ejere af energilageranlæg skal levere følgende anlægsinformationer til den relevante systemoperatør:

- a) Energilageranlæggets P_{no} og P_{nl}
- b) Den udnytbare energilagerkapacitet (kWh) for det anvendte lagermedie
- c) Fabrikatet af det anvendte lagermedie eller hvis dette ikke er muligt, en beskrivelse af lagermediet
- d) Modelnummeret for det anvendte lagermedie eller hvis dette ikke er muligt, en beskrivelse af lagermediet og
- e) CE-overensstemmelseserklæring.

Stk. 2. Ejere af energilageranlæg omfattende af § 1, stk. 1, litra c) skal i stedet for informationer i stk. 1, levere følgende anlægsinformationer til den relevante systemoperatør:

- a) Ladestanderens P_n , eller hvis P_{no} og P_{nl} er asymmetrisk, ladestanderens P_{no} P_{nl}
- b) Fabrikatet af ladestanderen
- c) Modelnummeret på ladestanderen
- d) Om energikonverteringen sker i ladestanderen eller i elfartøjet
- e) CE-overensstemmelseserklæring på ladestanderen.

Stk. 3. Energinet kan fastsætte, at DSO'er skal sende informationen angivet i stk. 1 til Energinet i et format mv., som angives af Energinet.

En- eller flerfaset tilslutning

§ 4. Energilageranlæg skal have en tilslutning på flere faser, når enten P_{no} eller P_{nl} overstiger 3,68 kW \approx 16 A.

Stk. 2. Hvis fasestrømmen for energilageranlægget overstiger 16 A, skal der være en ligelig fordeling af den samlede effekt på to eller tre faser, jf. dog § 14.

Normaldriftsområde for frekvenser og spændinger – under 0,8 kW – tilsluttet til og med 1 kV

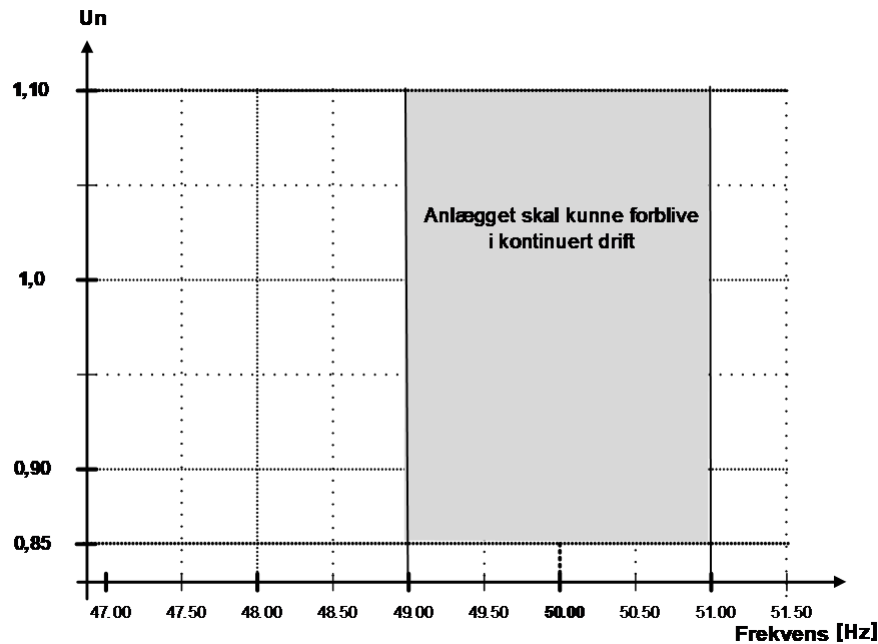
§ 5. Energilageranlæg under 0,8 kW tilsluttet til og med 1 kV skal kontinuerligt kunne drives ved spændinger mellem 0,85 – 1,1 af U_n inden for frekvens-, spændings- og tidsintervallerne angivet i Tabel 1, Tabel 2 og Figur 1.

Frekvensinterval [Hz]	Tid [minutter]
49,0 – 51,0	Ubegrænset

Tabel 1 Normaldriftsområde for frekvenser – under 0,8 kW – tilsluttet til og med 1 kV.

Spændingsinterval [U_n]	Tid [minutter]
0,85 – 1,1	Ubegrænset

Tabel 2 Normaldriftsområde for spændinger – under 0,8 kW – tilsluttet til og med 1 kV.



Figur 1 Normaldriftsområde for frekvenser og spændinger – under 0,8 kW – tilsluttet til og med 1 kV.

Normaldriftsområde for frekvenser og spændinger – fra og med 0,8 kW – tilsluttet til og med 1 kV

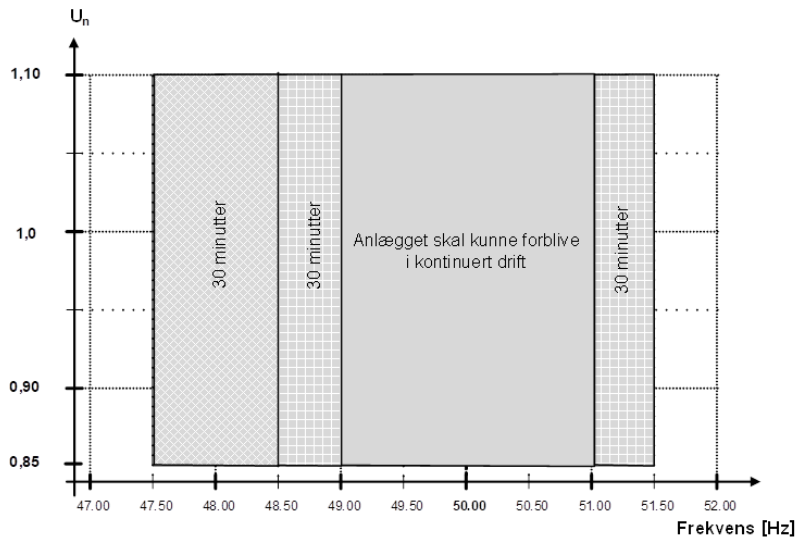
§ 6. Energilageranlæg fra og med 0,8 kW tilsluttet til og med 1 kV skal kontinuerligt kunne drives ved spændinger mellem 0,85 – 1,1 af U_n inden for frekvens-, spændings- og tidsinterval-erne angivet i Tabel 3, Tabel 4 og Figur 2. Den samlede drift under 49,0 Hz kan dog ikke overstige 60 minutter.

Frekvensinterval [Hz]	Tid [minutter]
47,5 – 48,5	30
48,5 – 49,0	30
49,0 – 51,0	Ubegrænset
51,0 – 51,5	30

Tabel 3 Normaldriftsområde for frekvenser – fra og med 0,8 kW – tilsluttet til og med 1 kV.

Spændingsinterval [U_n]	Tid [minutter]
0,85 – 1,1	Ubegrænset

Tabel 4 Normaldriftsområde for spændinger – fra og med 0,8 kW – tilsluttet til og med 1 kV.



Figur 2 Normaldriftsområde for frekvenser og spændinger – fra og med 0,8 kW
- tilsluttet til og med 1 kV.

Automatisk indkobling eller genindkobling inden for FSM-bånd – fra og med 0,8 kW

§ 7. Energilageranlæg fra og med 0,8 kW må tidligst automatisk indkoble 3 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 (Frequency Sensitive Mode, FSM) i Tabel 5 (FSM-båndet).

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

Tabel 5 Automatisk indkobling og genindkobling inden for FSM-bånd
– fra og med 0,8 kW.

Stk. 2. Energilageranlæg fra og med 0,8 kW må tidligst automatisk genindkoble 3 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 i Tabel 5.

Stk. 3. Energilageranlæg omfattet af § 1, stk. 1, litra c), er ikke omfattet af tidskravet på 3 minutter til automatisk indkobling efter stk. 1.

Gradient for aktiv effekt ved automatisk ind- og genkobling – fra og med 0,8 kW

§ 8. Energilageranlæg fra og med 0,8 kW skal ved automatisk indkobling eller genindkobling, indstille gradienten for den aktive effekt til 20 % af P_n pr. min, dog maksimalt 1 MW pr. sekund.

Stk. 2. Gradienten for aktiv effekt ved automatisk ind- og genkobling efter stk. 1 skal indstilles med:

- a) en opløsning for angivelse af setpunkt for aktiv effekt på mindst 1 % af P_{n1} og P_{n0} eller bedre.

Stk. 3. Kravet til rampehastighed efter stk. 1 gælder ikke ved levering af systemydelser eller ved aktivering af en påkrævet teknisk egenskab i energilageranlægget, herunder LFSM-U og LFSM-O.

Absolut effektbegrænserfunktion – fra og med 0,8 kW

§ 9. Energilageranlæg fra og med 0,8 kW skal være udstyret med absolut effektbegrænserfunktion til begrænsning af aktiv effekt, som sikrer stabil drift efter et valgt driftspunkt.

Stk. 2. Den absolutte effektbegrænserfunktion efter stk. 1 skal kunne indstilles, så:

- a) anvendelse af nyt setpunkt er implementeret senest 10 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt.

Stk. 3. Den absolutte effektbegrænserfunktion efter stk. 1 skal indstilles med:

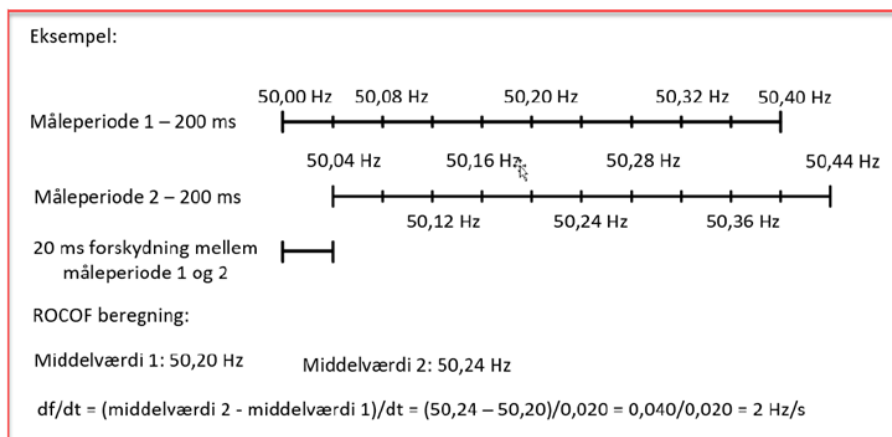
- a) en nøjagtighed for en fuldført eller en kontinuerlig regulering, der maksimalt afviger 2 % af P_n , målt over en periode på 1 minut
- b) en opløsning for angivelse af setpunkt for aktiv effekt på mindst 1 % af P_{nl} og P_{no} eller bedre.

Spændingsfasespring – fra og med 0,8 kW

§ 10. Energilageranlæg fra og med 0,8 kW skal, uden udkobling fra tilslutningspunktet og uden driftsstop, kunne tolerere et momentant spændingsfasespring på op til 20° i tilslutningspunktet.

Rate of Change of Frequency (RoCoF) – fra og med 0,8 kW

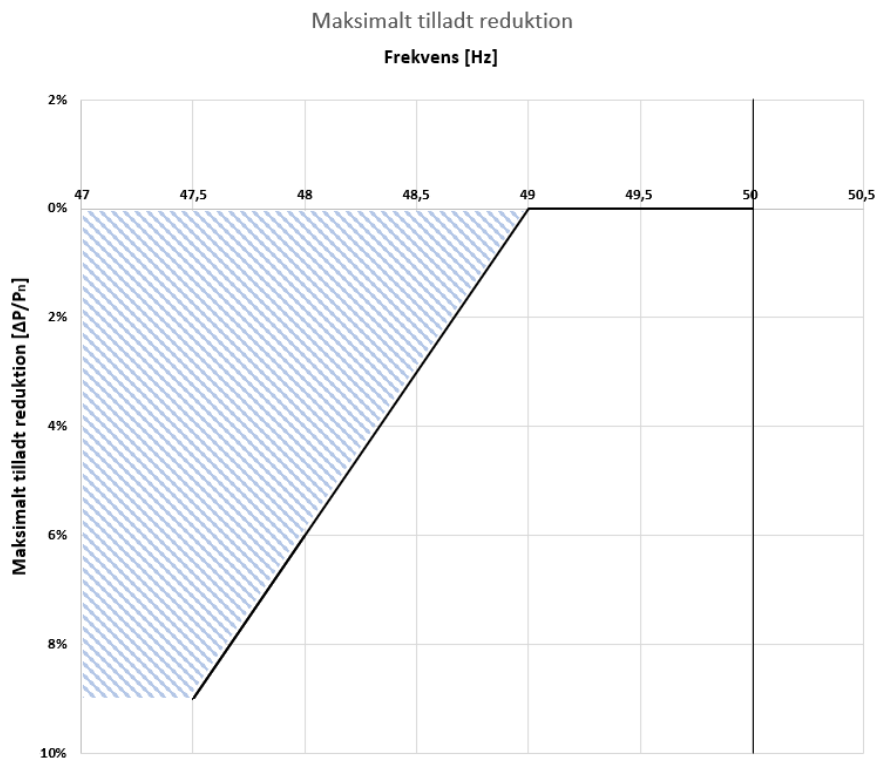
§ 11. Energilageranlæg fra og med 0,8 kW skal, uden udkobling fra tilslutningspunktet og uden driftsstop, kunne tolerere transiente frekvensgradienter (RoCoF), beregnet efter metoden angivet i Figur 3, på op til og med ± 2 Hz/s i tilslutningspunktet.



Figur 3 Metode til beregning af overholdelse af kravet til RoCoF – fra og med 0,8 kW.

Tilladt reduktion af aktiv effekt ved underfrekvens – fra og med 0,8 kW

§ 12. Energilageranlæg fra og med 0,8 kW skal ved underfrekvens fastholde den aktive effekt, men må, ved fald i frekvens fra og med 49 Hz, maksimalt reducere den aktive effekt til en lineær funktion med 6 % af P_n pr. 1 Hz, som angivet med det skraverede område i Figur 4.



Figur 4 Tilladt reduktion af aktiv effekt ved underfrekvens – fra og med 0,8 kW.

Elkvalitet

§ 13. Energilageranlæg tilsluttet distributionssystemet skal overholde kravene til elkvalitet i §§ 14-18. Energilageranlæg tilsluttet distributionssystemet over 50 kW skal i tillæg til kravene i §§ 14-18 overholde kravene i §§ 19-20.

Stk. 2. Kravene til elkvalitet i §§ 16-18 anses for overholdt, hvis de respektive energilagerenheder i et energilageranlæg til og med 50 kW overholder kravene specificeret i litra a) til c) herunder:

- a) de relevante produktstandarder, og/eller
- b) for anlæg op til 11 kW: DS/EN 61000-3-2 og DS/EN 61000-3-3, og/eller
- c) for anlæg fra og med 11 kW: DS/EN 61000-3-11 og DS/EN 61000-3-12.

§ 14. Energilageranlæg tilsluttet distributionssystemet skal begrænse injektion af DC-strømme i distributionssystemet til en værdi under 0,5 % af energilageranlæggets nominelle strøm.

Stk. 2. Hvis energilageranlægget er tilsluttet gennem en anlægstransformer, betragtes kravet efter stk. 1 for opfyldt.

§ 15. Energilageranlæg tilsluttet til og med 1 kV og med P_n til og med 11 kW må højst have 16 A i strømubalance indbyrdes mellem de tre faser. Energilageranlæg tilsluttet til og med 1 kV og med P_n over 11 kW skal være balanceret i forhold til strøm på alle tre faser.

§ 16. Energilageranlæg tilsluttet distributionssystemet må ikke forårsage hurtige spændingsændringer større end grænseværdien angivet i Tabel 6.

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

Tabel 6 Grænseværdi for hurtige spændingsændringer i procent af U_n .

§ 17. Energilageranlæg tilsluttet distributionssystemet må ikke forårsage flickerbidrag, der er højere end grænseværdierne for kort- og langtidsflicker angivet i Tabel 7.

	Korttidsflicker (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 og/eller produktionsanlæg under samme transformerstation.

Tabel 7 Grænseværdi for kort- og langtidsflicker.

§ 18. Energilageranlæg tilsluttet distributionssystemet må ikke emitte harmoniske strømme (I_h) højere end grænseværdierne i Tabel 8 for de enkelte harmoniske overtoner, som er angivet i procent af energilageranlæggets nominelle strøm (I_n), dvs. I_h/I_n (%). Grænseværdierne afhænger af kortslutningsforholdet (SCR) mellem energilageranlæggets S_n og kortslutningseffekten (S_k) i energilageranlæggets tilslutningspunkt.

	SCR	Ulige harmoniske 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 8 Grænseværdier for harmoniske strømme I_h/I_n (% af I_n).

Stk. 2. Udover grænseværdierne for de enkelte harmoniske overtoner er der også grænseværdier for de samlede harmoniske overtoner. Grænseværdierne for den samlede harmoniske forvrængning, THD_i (Total Harmonic Distortion) og den partielt vægtede harmoniske forvrængning, PWH_D_i (Partial Weighted Harmonic Distortion) er angivet i Tabel 9.

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

§ 19. Energilageranlæg tilsluttet distributionssystemet skal overholde grænseværdierne angivet i strømme for alle interharmoniske overtoner i Tabel 10.

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

Stk. 2. Hvis de harmoniske overtoner er målt med "grouping" aktiveret (se målemetode), stilles ikke særskilte krav til interharmoniske overtoner, da disse i så fald er medtaget under harmoniske overtoner.

§ 20. Energilageranlæg tilsluttet distributionssystemet må ikke overskride en grænseværdi, angivet i strøm, på 0,2 % af I_n for alle 200 Hz frekvensgrupper mellem 2 kHz og 9 kHz.

§ 21. DSO'en skal til anlægsejer oplyse størrelsen af den 3-fasede kortslutningseffekt, S_k, elkvalitet = $\frac{S_{k,max} + S_{k,min}}{2}$ og den tilhørende impedansvinkel (ψ_k) i tilslutningspunktet, som anlægsejer skal anvende til beregning af elkvalitet.

§ 22. Verifikation af overholdelse af kravene til elkvalitet kan ske ved måling eller beregning.

Stk. 2. Måling af elkvalitetsparametre skal udføres i henhold til den europæiske norm DS/EN 61000-4-30 (klasse A).

Stk. 3. 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.

Stk. 4. Måling af interharmonisk forvrængning op til 2 kHz skal foretages som defineret i

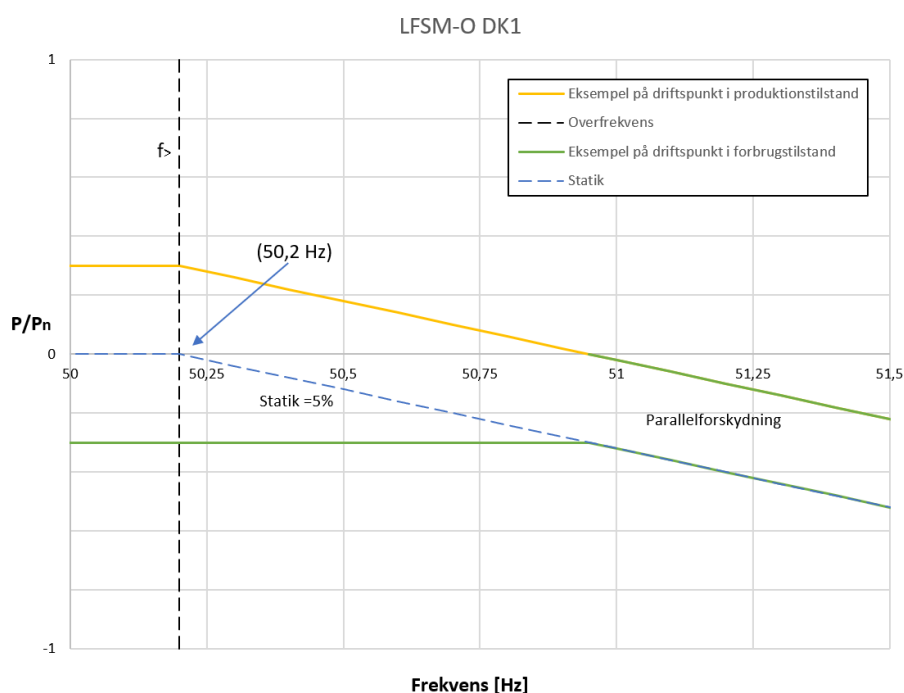
IEC 61000-4-7 Annex A og skal måles som interharmoniske grupper (interharmonic subgroup).

Stk. 5. 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.

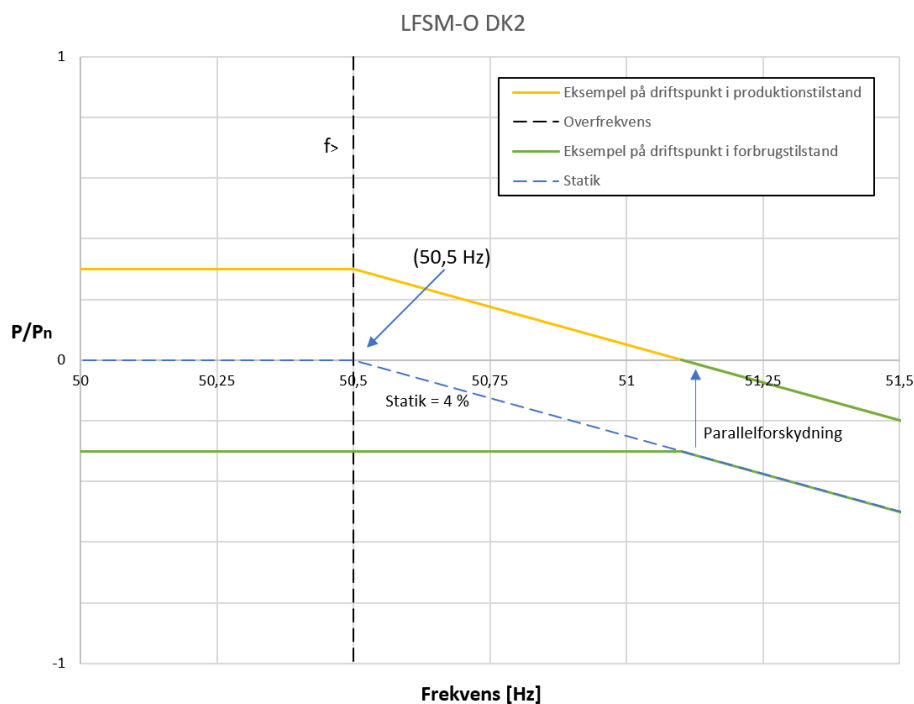
Stk. 6. Måling af forstyrrelser i området 2-9 kHz skal foretages jævnfør IEC 61000-4-7 Anneks B og skal måles i 200 Hz-vinduer med centerfrekvenser fra 2100 Hz til 8900 Hz.

Limited Frequency Sensitive Mode – Overfrequency (LFSM-O) – fra og med 0,8 kW

§ 23. Energilageranlæg skal kunne levere frekvensrespons ved overfrekvens (Limited Frequency Sensitive Mode – Overfrequency, LFSM-O) ved at følge statikken angivet i Figur 5 (DK1) og Figur 6 (DK2). Stabiliseres og falder frekvensen efterfølgende, skal statikken stadig følges, indtil systemfrekvensen igen er lavere end knæpunktet for LFSM-O.



Figur 5 Krav til LFSM-O for DK1 – fra og med 0,8 kW.



Figur 6 Krav til LFSM-O for DK2 – fra og med 0,8 kW.

Stk. 2. LFSM-O-funktionen efter stk. 1 skal:

- kunne indstilles til enhver værdi i området 47,50 Hz til 51,50 Hz med en opløsning på maksimalt 10 mHz
- indstilles til 50,20 Hz for DK1 og 50,50 Hz for DK2, medmindre andet er fastsat af Energinet
- indstilles med en statik på 5 % for DK1 og 4 % for DK2
- have en opløsning for statikken på 1 procentpoint, hvor statikken skal kunne indstilles i intervallet fra og med 2 % til og med 12 %
- have en nøjagtighed på reguleringen på maksimalt 5 % af P_n , hvor nøjagtigheden måles over en periode over 1 minut
- have en nøjagtighed på frekvensmålinger på 10 mHz eller mindre
- have en følsomhed på reguleringsfunktionen på 10 mHz eller mindre
- være påbegyndt senest 2 sekunder efter, at frekvensændringen er konstateret. Hvis den indledende aktivering af frekvensresponsen for aktiv effekt er længere end 2 sekunder, skal der fremlægges teknisk dokumentation for, hvorfor der er behov for længere tid
- skal være fuldt udreguleret inden for 30 sekunder.

Stk. 3. Distributionstilsluttede energilageranlæg må ikke påbegynde nedregulering af den aktive effekt, før der er gået 500 ms, af hensyn til detektering af \emptyset -drift.

Stk. 4. I tilfælde af overfrekvens skal energilageranlægget fastholde det aktuelle driftspunkt, indtil den stigende frekvens påvirker energilageranlæggets driftspunkt, hvorefter reguleringen skal følge statikken for LFSM-O, hvormed statikken parallelforskydes til aktuelt driftspunkt. Ved stabilisering af frekvensen skal reguleringen følge statikken tilbage til det oprindelige driftspunkt. Hvis frekvensændringen resulterer i, at energilageranlægget skifter effektretning, skal energilageranlægget følge statikken i den modsatte effektretning.

Beskyttelse

§ 24. Energilageranlæg skal være udstyret med beskyttelse for at beskytte energilageranlægget og sikre stabilitet i elforsyningssystemet.

Stk. 2. Beskyttelsen efter stk. 1 skal overholde følgende krav:

- a) Energilageranlæg, der er udkoblet på grund af en fejl i elforsyningssystemet, må tidligst indkoble automatisk 3 minutter efter, at spænding og frekvens igen er inden for energilageranlæggets normaldriftsområde for frekvenser og spændinger.
- b) Energilageranlæg, der forud for en fejl i elforsyningssystemet var udkoblet af et eksternt signal, må ikke indkobles, før det eksterne signal er fjernet, og spænding og frekvens igen er inden for energilageranlæggets normaldriftsområde for frekvenser og spændinger.
- c) Energilageranlæg skal, udover relæbeskyttelser, have etableret beskyttelse specielt rettet mod interne fejl i energilageranlægget eller installationen, herunder kortslutninger mv. Beskyttelsen må ikke udkoble energilageranlægget ved kortslutninger eller omlægninger i elforsyningssystemet.
- d) Energilageranlæggs beskyttelse skal ved interne fejl i energilageranlægget være selektiv med netbeskyttelsen. Kortslutninger i distributionstilsluttede energilageranlæg skal være udkoblet inden for 100 millisekunder.

Stk. 3. DSO'en eller Energinet kan kræve ændring af indstillingsværdierne for beskyttelsesfunktioner, efter energilageranlægget er idriftsat. Ændringen må ikke overskride energilageranlæggets designmæssige krav.

Stk. 4. DSO'en eller Energinet skal på anfordring fra anlægsejer oplyse den største og mindste kortslutningsstrøm, der kan forventes i tilslutningspunktet, samt andre oplysninger om elforsyningssystemet, som er nødvendige for at fastlægge energilageranlæggets beskyttelsesfunktioner.

§ 25. Energilageranlæg skal overholde følgende krav til beskyttelsesfunktioner og tilhørende indstillinger:

- a) Energilageranlæggs beskyttelse med tilhørende indstillinger og funktionstid er specificeret i Tabel 11 (angivet som RMS-værdier):

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

Tabel 11 Krav til beskyttelsesfunktioner og tilhørende indstillinger.

- b) Energilageranlægget kan implementere funktionerne til både underspænding (trin 2) og frekvensændring, men skal som minimum have implementeret én af funktionerne.
- c) Overholdelse af kravet til RoCoF i henhold til § 11 har forrang over kravet til frekvensændringsbeskyttelse (df/dt , $\pm 2,5$ Hz/s, 80 ms). Overholdelse af kravet til frekvensændringsbeskyttelse beregnes efter metoden i § 11.
- d) Den oplyste funktionstid er den måletid, hvor udløsebetingelsen konstant skal være opfyldt, før beskyttelsesfunktionen må afgive udløsesignal.
- e) Anvendelsen af vektorspringsrelæer som beskyttelsesfunktion mod \emptyset -drift/netudfald er ikke tilladt.

- f) Måles spændingen på højspændingssiden, skal indstillingsværdien bestemmes ved at omregne den nominelle spænding på lavspændingssiden til anlægstransformerens højspændingsside.
- g) Spænding og frekvens skal måles på alle tre faser som yderspænding på flerfasede anlæg. Hvis målepunktet er placeret på lavspændingssiden af anlægstransformeren, kan spændingen alternativt måles mellem de tre faser og nul. Frekvens skal måles samtidigt på alle faser.
- h) For enfasede tilslutninger måles spændingen mellem fase og nul. Frekvensen måles på den anvendte fase.
- i) Den relevante systemoperatør skal godkende de fastlagte relæindstillinger.

Stk. 2. DSO'en og/eller Energinet kan tillade, at der anvendes indstillinger, der afviger fra indstillingsværdierne angivet i Tabel 11.

Prioritering af beskyttelses- og reguleringsfunktioner

§ 26. Energilageranlæg skal prioritere beskyttelse og reguleringsfunktioner i følgende rækkefølge:

- a) beskyttelse af net og energilageranlæg
- b) syntetisk inert, hvor det er relevant
- c) frekvensregulering (tilpasning af aktiv effekt)
- d) effektbegrænsning og
- e) effektgradientbegrænsere.

Informationsudveksling

§ 27. Energilageranlæg fra og med 0,8 kW skal etableres til at udveksle signaler i PCOM angivet i Tabel 12:

Stopsignal
Holdesignal

Tabel 12 Signalliste – fra og med 0,8 kW.

Stk. 2. Energilageranlægget skal være udstyret med en logisk grænseflade (inputport) med henblik på at kunne reagere på en kommando modtaget ved inputporten. Den relevante systemoperatør har ret til at fastsætte krav til udstyret, så denne funktion kan fjernstyres.

Stk. 3. Den relevante systemoperatør fastsætter placeringen af PCOM, og informationsudvekslingen skal være til rådighed for den relevante systemoperatør i PCOM.

§ 28. Energilageranlæg skal, indtil forskrift 5.8.10 og 5.8.12 er godkendt, og kravene erstattes med disse, overholde kravene til informationsudveksling i denne forskrift.

§ 29. Anlægssejer skal, hvis energilageranlægget er etableret og tilsluttet med onlinekommunikation i PCOM, og hvis kommunikationsudstyret udskiftes, etablere kommunikationsudstyr til udveksling af realtidsdata efter IEC 61850-standarden.

Stk. 2. Anlægssejer kan, hvis relevante sikkerhedskrav overholdes, stille det samme PCOM til rådighed for både DSO, Energinet, den balanceansvarlige og andre for anlægssejer relevante parter.

Kapitel 3

Energilageranlæg af type B

§ 30. Energilageranlæg af type B skal opfylde kravene i kapitel 2 og dette kapitel 3 med undtagelse af kravene til:

- indstilling af beskyttelsesindstillinger og funktionstider i § 25, stk. 1, litra a) og b)
- kravene til kommunikationsgrænseflade i § 27, stk. 2.

Normaldriftsområde for frekvenser og spændinger ved distributionstilslutning over 1 kV

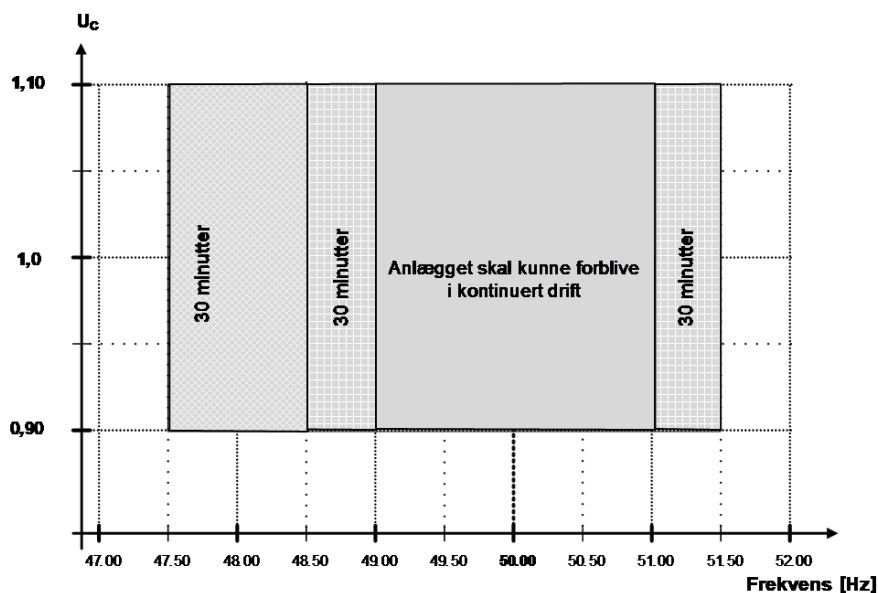
§ 31. Energilageranlæg tilsluttet over 1 kV i distributionssystemet skal kontinuerligt kunne drives ved spændinger mellem 0,9 – 1,1 af U_c inden for frekvens-, spændings- og tidsintervallerne angivet i Tabel 13, Tabel 14 og Figur 7. Den samlede drift under 49,0 Hz kan dog ikke overstige 60 minutter.

Frekvensinterval [Hz]	Tid [minutter]
47,5 – 48,5	30
48,5 – 49,0	30
49,0 – 51,0	Ubegrænset
51,0 – 51,5	30

Tabel 13 Normaldriftsområde for frekvenser – tilsluttet over 1 kV.

Spændingsinterval [U_c]	Tid [minutter]
0,9 – 1,1	Ubegrænset

Tabel 14 Normaldriftsområde for spændinger – tilsluttet over 1 kV.



Figur 7 Normaldriftsområde for frekvenser og spændinger – tilsluttet over 1 kV.

Gradient-effektbegrænserfunktion

§ 32. Energilageranlægget skal være udstyret med gradient-effektbegrænserfunktion, som skal kunne anvendes ved både op- og nedregulering af aktiv effekt og skal kunne indstilles til en vilkårlig værdi inden for intervallerne for rampehastighed angivet i Tabel 15.

Minimum [%/min]	1
Maksimum [%/min]	20
Maksimum [MW/s]	1

Tabel 15 Gradient-effektbegrænser (rampehastighed)

Stk. 2. Energilageranlægget skal som udgangspunkt anvende den maksimale gradient efter stk. 1, medmindre den relevante systemoperatør fastsætter en lavere gradient.

Stk. 3. Kravet til rampehastighed efter stk. 1 gælder ikke ved levering af systemydelse eller ved aktivering af en påkrævet teknisk egenskab i energilageranlægget.

Overvoltage Fault-Ride-Through (OV-FRT)

§ 33. Energilageranlæg tilsluttet distributionssystemet skal i tilslutningspunktet kunne tolerere en spændingsstigning uden udkobling (OV-FRT), som anført i Tabel 16:

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

Tabel 16 Krav til OV-FRT.

Udveksling og regulering af reaktiv effekt

§ 34. Energilageranlægget skal kunne udveksle reaktiv effekt med elforsyningssystemet. Den relevante systemoperatør fastsætter hvilken af reguleringsfunktionerne i denne forskrift, som skal være aktiveret, og fastsætter de specifikke indstillingsværdier for den aktiverede reguleringsfunktion.

Q-regulering

§ 35. Energilageranlæg skal kunne udveksle en fast reaktiv effekt med elforsyningssystemet (Q-regulering).

Stk. 2. Q-reguleringen efter stk. 1 skal kunne regulere således, at:

- anvendelse af nyt setpunkt er mulig senest 2 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt
- regulering til et nyt setpunkt er påbegyndt senest 2 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt
- regulering til et nyt setpunkt er udført inden for 30 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt.

Stk. 3. Q-reguleringen efter stk. 1 skal indstilles med:

- en unøjagtighed på maksimalt ± 2 % af energilageranlæggets S_n , hvor nøjagtigheden måles over en periode over 1 minut, og
- en opløsning på 1 % af energilageranlæggets S_n eller bedre.

Stk. 4. Hvis produktionen af aktiv effekt er under 10 % af energilageranlæggets S_n , må unøjagtigheden af reguleringen efter stk. 3, litra a) være uden for ± 2 % af energilageranlæggets S_n . Udvekslingen af ukontrolleret reaktiv effekt må dog i dette tilfælde ikke være større end 10 % af energilageranlæggets S_n .

Effektfaktorregulering

§ 36. Energilageranlæg skal kunne regulere aktiv og reaktiv effekt med elforsyningssystemet med en fast effektfaktor (effektfaktorregulering).

Stk. 2. Effektfaktorreguleringen efter stk. 1 skal kunne regulere således, at:

- a) anvendelse af nyt setpunkt er mulig senest 2 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt
- b) regulering til et nyt setpunkt er påbegyndt senest 2 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt
- c) regulering til et nyt setpunkt er udført inden for 30 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt.

Stk. 3. Q-reguleringen efter stk. 1 skal indstilles med:

- a) en unøjagtighed på maksimalt $\pm 2\%$ af energilageranlæggets S_n , hvor nøjagtigheden måles over en periode over 1 minut, og
- b) en opløsning på 0,01 eller bedre.

Stk. 4. Hvis produktionen af aktiv effekt er under 10 % af energilageranlæggets S_n , må unøjagtigheden af reguleringen efter stk. 3, litra a), være uden for $\pm 2\%$ af energilageranlæggets S_n . Udvekslingen af ukontrolleret reaktiv effekt må dog i dette tilfælde ikke være større end 10 % af energilageranlæggets S_n .

Automatisk effektfaktorregulering (produktionstilstand)

§ 37. Energilageranlægget skal i produktionstilstand automatisk kunne aktivere og deaktivere Q-reguleringsfunktionen og effektfaktorreguleringsfunktionen ved spændingsniveauer i spændingsreferencepunktet som fastsat af den relevante systemoperatør. Reguleringen af den reaktive effekt skal være færdig inden for 10 sekunder efter, at den aktive effekt har stabiliseret sig.

Stk. 2. Medmindre den relevante systemoperatør har fastsat andet, anvendes standardindstillingerne for automatisk effektfaktorregulering angivet i Tabel 17 med følgende indstillingsniveauer:

- a) Energilageranlæg tilsluttet til og med 1 kV indstilles med et aktiveringsniveau for funktionen på 105 % af U_n og et deaktiveringsniveau på 100 % af U_n .
- b) Energilageranlæg tilsluttet over 1 kV indstilles med et aktiveringsniveau for funktionen på 105 % af U_c og et deaktiveringsniveau på 100 % af U_c .

Punkt	P/P _{n1}	Effektfaktor
1	0,0	1,0
2	0,5	1,0
3	1	0,9 ind

Tabel 17 Standardindstilling for automatisk effektfaktorregulering

Levering af reaktiv effekt ved enheder ude til service eller ved havari

§ 38. Hvis en eller flere enheder i et energilageranlæg er ude til service eller ved havari, accepteres det, at energilageranlæggets levering af reaktiv effekt reduceres pro rata i forhold til det antal enheder, som er ude af drift.

Beskyttelse

§ 39. Krav til energilageranlæggs beskyttelse med tilhørende indstillinger og funktionstid er specificeret i Tabel 18 ved tilslutning til og med 1 kV og Tabel 19 ved tilslutning over 1 kV (angivet som RMS-værdier):

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

*Tabel 18 Krav til beskyttelsesfunktioner og tilhørende indstillinger
- tilsluttet til og med 1 kV.*

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

*Tabel 19 Krav til beskyttelsesfunktioner og tilhørende indstillinger
- tilsluttet over 1 kV.*

Stk. 2. DSO'en og/eller Energinet kan tillade, at der anvendes indstillinger, der afviger fra indstillingsværdierne angivet i Tabel 18 og Tabel 19.

Elkvalitet

§ 40. Energilageranlæg tilsluttet over 1 kV skal være balanceret 3-faset, så energilageranlægget ikke giver anledning til spændingsubalance.

Styring og regulering – fra og med 1 MW

§ 41. Energilageranlæg fra og med 1 MW skal registrere alle ændringer af setpunkter samt ordredsteder. Registreringen skal opbevares for minimum de seneste 100 ændringer og i mindst 3 måneder. Den relevante systemoperatør skal på forlangende have adgang til loggede og relevante registrerede informationer i COMTRADE-format.

§ 42. Energilageranlæg fra og med 1 MW skal tidsstemple alle ændringer af setpunkter eller ordrer om ændring af drift med en nøjagtighed på maksimalt 10 ms og med reference til UTC.

Informationsudveksling

§ 43. Energilageranlæg fra og med 1 MW skal, udover signalerne i § 27, stk. 1, etableres til at udveksle følgende signaler i PCOM:

Nettilslutningsafbryder / switchgear-status i anlæggets tilslutningspunkt
Energilagerafbryder (switchgear-status i energilagerets tilslutningspunkt – den relevante systemoperatør afgør, om signalet skal udveksles).
Aktiv effekt kW (målt i tilslutningspunktet)
Aktiv effekt-regulering (absolutbegrænser)
Aktiv effekt-regulering (ønsket maks. aktiv effekt i produktionstilstand)
Aktiv effekt-regulering (ønsket maks. aktiv effekt i forbrugstilstand)
Aktiv effekt-regulering (strøm målt i tilslutningspunktet)
Reaktiv effekt-regulering (MVAR målt i tilslutningspunktet)
Reaktiv effekt-regulering (aktiveret / ikkeaktiveret)
Reaktiv effekt-regulering (ønsket MVAR i tilslutningspunktet)
Effektfaktorregulering (cos(phi) målt i tilslutningspunktet)
Effektfaktorregulering (aktiveret / ikkeaktiveret)
Effektfaktorregulering (ønsket cos(phi) i tilslutningspunktet)

Tabel 20 Signalliste – fra og med 1 MW.

Stk. 2. Energilageranlæg fra og med 1 MW skal være etableret til at have egenskaber til onlinekommunikation og således kunne udveksle informationer med den relevante systemoperatør og/eller Energinet i realtid eller periodisk med tidsstempling som fastsat af den relevante systemoperatør eller Energinet.

Stk. 3. Tidsstempling skal have reference til UTC med en opløsning på 10 millisekunder og en nøjagtighed på ± 1 millisekunder eller bedre.

Stk. 4. Energilageranlæg skal overholde følgende krav til nøjagtighed:

Målekategori	Samlet nøjagtighed	Mindste måleområde
MW	1,0 %	Muligt arbejdsområde
MVAR	2,0 %	Muligt arbejdsområde
Øvrige målinger	1,5 %	

Tabel 21 Krav til målenøjagtighed.

§ 44. Distributionstilsluttede energilageranlæg af type B fra og med 1 MW skal udveksle data med DSO'en og til Energinet via DSO'en eller midlertidigt, efter aftale med DSO'en, direkte til Energinet.

§ 45. Energilageranlæg af type B fra og med 1 MW, der påbegynder produktion eller forbrug efter den 1. januar 2026, skal etablere kommunikationsudstyr til udveksling af realtidsdata efter IEC 61850-standarden.

Stk. 2. Energinet kan fastsætte en længere frist for implementering af IEC 61850-standarden, herunder for at sikre, at fristen er i overensstemmelse med fristen i overgangsordningen i forskrift 5.8.12.

Kapitel 4

Energilageranlæg af type C

§ 46. Energilageranlæg af type C skal opfylde kravene i kapitel 2, 3 og dette kapitel 4 med undtagelse af kravene til:

- a) normaldriftsområde for frekvenser og spændinger til og med 1 kV i § 5
- b) indstilling af beskyttelsesindstillinger og funktionstider i § 25, stk. 1, litra a) og b) og § 39
- c) strømbalance i § 15
- d) flickerbidrag i § 17
- e) harmoniske overtoner i § 18
- f) interharmoniske overtoner i § 19
- g) forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz i § 20
- h) kravene til kommunikationsgrænseflade i § 27, stk. 2
- i) Q-regulering i § 35
- j) effektfaktorregulering i § 36
- k) automatisk effektfaktorregulering i § 37
- l) overgangsordning for krav til informationsudveksling i § 45.

Elkvalitet

§ 47. Energilageranlæg skal overholde de grænseværdier for flicker, som fastsættes af den relevante systemoperatør.

§ 48. Energilageranlæg skal overholde de spændingsgrænseværdier for emission af harmoniske overtoner, som fastsættes af den relevante systemoperatør.

§ 49. Energilageranlæg skal overholde de spændingsgrænseværdier for interharmoniske overtoner, som fastsættes af den relevante systemoperatør.

§ 50. Energilageranlæg skal overholde de spændingsgrænseværdier for forstyrrelser i frekvensområdet 2 kHz til 9 kHz, som fastsættes af den relevante systemoperatør.

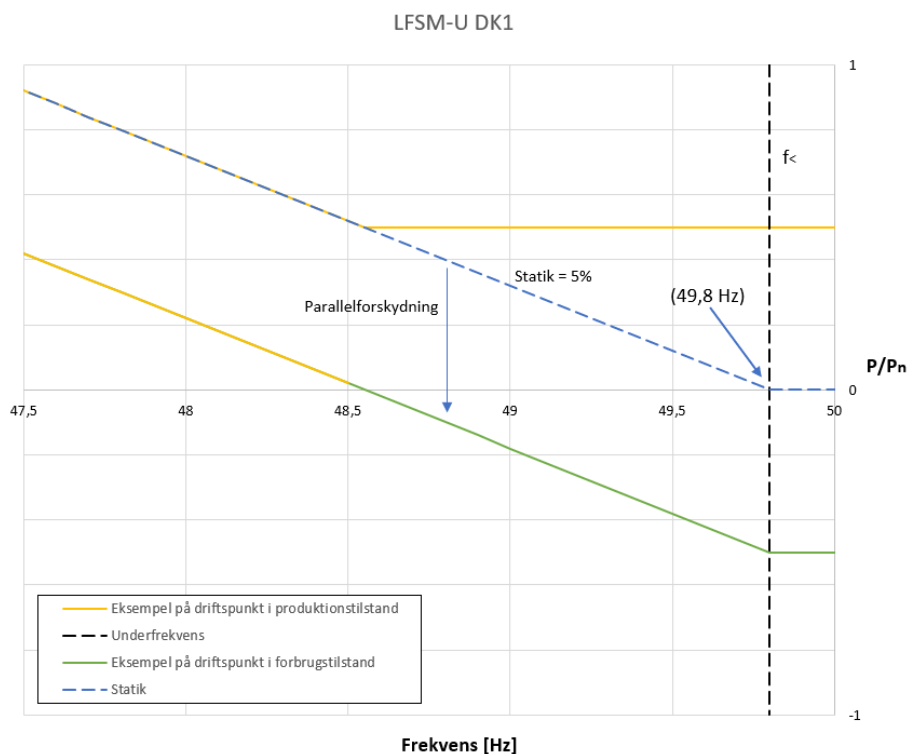
§ 51. DSO'en og Energinet skal i samarbejde vurdere, om et energilageranlæg har betydende indvirkning på elforsyningssystemet.

Stk. 2. Hvis et energilageranlæg har en betydende indvirkning på elforsyningsystemet i overensstemmelse med stk. 1:

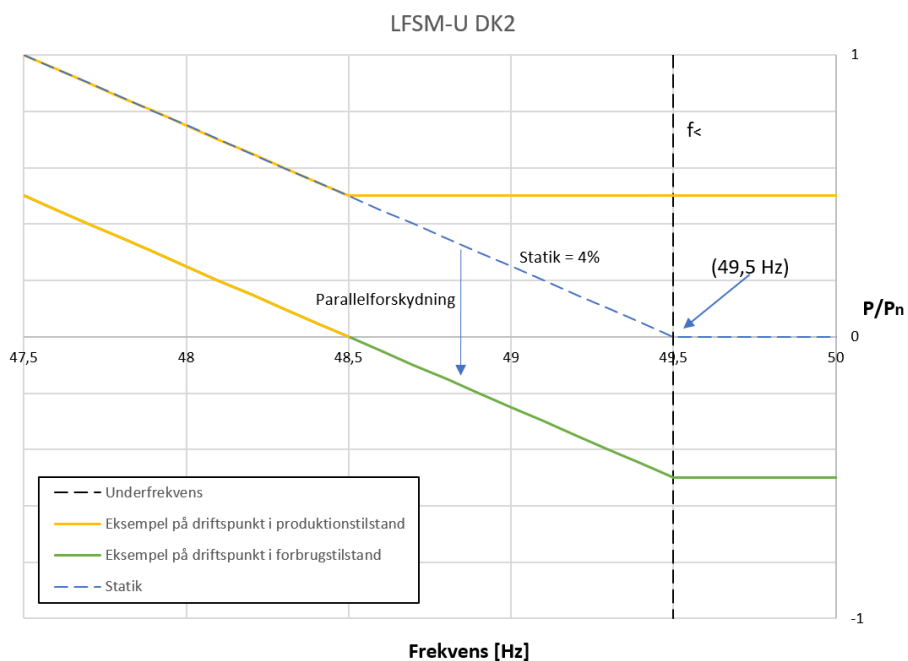
- a) leverer den relevante systemoperatør frekvensafhængige impedanskarakteristikker til beregning af elkvalitet
- b) leverer anlægsejer en harmonisk simuleringsmodel for energilageranlægget i overensstemmelse med kravene herfor i NC RfG, som skal godkendes af Energinet.

Limited Frequency Sensitive Mode – Underfrequency (LFSM-U)

§ 52. Energilageranlæg skal kunne levere frekvensrespons ved underfrekvens (Limited Frequency Sensitive Mode – Underfrequency, LFSM-U) ved at følge statikken i Figur 8 (DK1) og Figur 9 (DK2). Stabiliseres og stiger frekvensen efterfølgende, skal statikken stadig følges, indtil systemfrekvensen igen er højere end knæpunktet for LFSM-U.



Figur 8 Krav til LFSM-U for DK1.



Figur 9 Krav til LFSM-U for DK2.

Stk. 2. LFSM-U-funktionen efter stk. 1 skal:

- kunne indstilles til enhver værdi i området 47,50 Hz til 51,50 Hz med en opløsning på maksimalt 10 mHz
- indstilles til 49,80 Hz for DK1 og 49,50 Hz for DK2, medmindre andet konkret er fastsat af Energinet
- indstilles med en statik på 5 % for DK1 og 4 % for DK2
- have en opløsning for statikken på 1 procentpoint, hvor statikken skal kunne indstilles i intervallet fra og med 2 % til og med 12 %

- e) have en nøjagtighed af reguleringen på maksimalt 5 % af P_n , hvor nøjagtigheden måles over en periode på 1 minut
- f) have en nøjagtighed på frekvensmålinger på 10 mHz eller mindre
- g) have en følsomhed på reguleringsfunktionen på 10 mHz eller mindre
- h) være påbegyndt senest 2 sekunder efter, at frekvensændringen er konstateret. Hvis den indledende aktivering af frekvensresponsen for aktiv effekt er længere end 2 sekunder, skal der fremlægges teknisk dokumentation for, hvorfor der er behov for længere tid
- i) skal være fuldt udreguleret inden for 30 sekunder.

Stk. 3. Distributionstilsluttede energilageranlæg må ikke påbegynde nedregulering af den aktive effekt, før der er gået 500 ms, af hensyn til detektering af \emptyset -drift.

Stk. 4. I tilfælde af underfrekvens skal energilageranlægget fastholde det aktuelle driftspunkt, indtil den faldende frekvens påvirker energilageranlæggets driftspunkt, hvorefter reguleringen skal følge statikken for LFSM-U, hvormed statikken parallelforskydes til aktuelt driftspunkt. Ved stabilisering af frekvensen skal reguleringen følge statikken tilbage til det oprindelige driftspunkt. Hvis frekvensændringen resulterer i, at energilageranlægget skifter effektretning, skal energilageranlægget følge statikken i den modsatte effektretning.

Stk. 5. I tilfælde af underfrekvens skal energilageranlæg, som ikke kan reversere energilageranlægget tilstand fra forbrugstilstand til produktionstilstand, afkoble fra elforsyningssystemet som angivet i Tabel 22.

	DK1	DK2
Hz	49,00	48,80

Tabel 22 Frekvens for afkobling for anlæg, som ikke kan reversere tilstand.

Frequency Sensitivity Mode (FSM)

§ 53. Energilageranlæg skal ved frekvensafvigelser i elforsyningssystemet have reguleringsfunktioner, der kan bidrage med frekvensregulering til at stabilisere frekvensen (Frequency Sensitivity Mode, FSM), afhængigt af synkronområde, som angivet i Tabel 23:

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

Tabel 23 FSM-bånd.

Stk. 2. FSM-reguleringsfunktionen efter stk. 1 skal:

- a) som minimum kunne indstille intervallet for aktiv effekt fra og med 1,5 % til og med 10 %
- b) have en opløsning for statikken på et 1 procentpoint, hvor statikken skal kunne indstilles i intervallet fra og med 2 % til og med 12 %
- c) have en følsomhed på 10 mHz eller mindre.

Reaktiv effekt i anlægsinfrastruktur

§ 54. Anlægsejer skal kompensere for anlægsinfrastrukturens reaktive effekt i situationer, hvor energilageranlægget er udkoblet eller ikke producerer eller forbruger aktiv effekt.

Stk. 2. Anlægsejer kan aftale med den relevante systemoperatør, at kompenseringen for anlægsinfrastrukturens reaktive effekt efter stk. 1 sker i elforsyningssystemet.

Q-regulering

§ 55. Energilageranlæg skal kunne levere og optage en fast reaktiv effekt i tilslutningspunktet (Q-regulering).

Stk. 2. Q-reguleringen efter stk. 1 skal kunne regulere således, at:

- a) anvendelse af nyt setpunkt er mulig senest 2 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt
- b) regulering til et nyt setpunkt er påbegyndt senest 2 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt
- c) regulering til et nyt setpunkt er udført inden for 30 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt.

Stk. 3. Q-reguleringen efter stk. 1 skal indstilles med:

- a) en unøjagtighed på maksimalt ± 3 % af energilageranlæggets Q_n , hvor nøjagtigheden måles over en periode på 1 minut, og
- b) en opløsning i trin af 100 kvar eller bedre.

Effektfaktorregulering

§ 56. Energilageranlæg skal kunne levere og optage aktiv og reaktiv effekt med en fast effektfaktor i tilslutningspunktet (effektfaktorregulering).

Stk. 2. Effektfaktorreguleringen efter stk. 1 skal kunne regulere således, at:

- a) anvendelse af nyt setpunkt er mulig senest 2 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt
- b) regulering til et nyt setpunkt er påbegyndt senest 2 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt
- c) regulering til et nyt setpunkt er udført inden for 30 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt.

Stk. 3. Effektfaktorreguleringen efter stk. 1 skal indstilles med:

- a) en unøjagtighed på maksimalt ± 3 % af energilageranlæggets Q_n , hvor nøjagtigheden måles over en periode på 1 minut, og
- b) en opløsning på 0,01 eller bedre.

Spændingsregulering

§ 57. Energilageranlægget skal kunne levere og optage reaktiv effekt og derved fastholde en stabil og konstant spænding i tilslutningspunktet (spændingsregulering).

Stk. 2. Spændingsregulering efter stk. 1 skal kunne regulere således, at 90 % af setpunktsændringen er reguleret inden for 1 sekund, og de resterende 10 % op til 100 % er færdigreguleret inden for 5 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt. Spændingsreguleringen skal indstilles med

- a) en unøjagtighed på maksimalt ± 3 % af energilageranlæggets Q_n , hvor nøjagtigheden måles over en periode på 1 minut
- b) en opløsning for statikken på højst 0,5 %. Statikken skal kunne indstilles i intervallet 2 % til 7 %
- c) en trinstørrelse af dødbåndet, der kan indstilles i intervallet ± 5 % af U_{ref} med en trinstørrelse på højst 0,5 % af U_{ref} og skal være symmetrisk omkring setpunktet for spændingsreguleringen
- d) et setpunkt fastsat af den relevante systemoperatør inden for området for normaldriftsspændinger.

Systemværn

§ 58. Energilageranlæg skal være udstyret med et systemværn, der kan regulere energilageranlæggets aktive effekt til foruddefinerede setpunkter, der fastsættes af den relevante systemoperatør ved idriftsættelse.

Stk. 2. Systemværnet skal, på baggrund af en ordre modtaget fra den relevante systemoperatør, Energinet eller et autonomt signal fra et eller flere relæer installeret i elforsyningssystemet, regulere energilageranlæggets aktive effekt til et eller flere foruddefinerede setpunkter i både produktionstilstand og forbrugstilstand.

Stk. 3. Energilageranlægget skal have mulighed for minimum fem forskellige konfigurérbare reguleringstrin i både produktionstilstand og forbrugstilstand, der som udgangspunkt er indstillet med følgende reguleringstrin, medmindre andet er angivet af den relevante systemoperatør:

- a) til 70 % af nominel effekt
- b) til 50 % af nominel effekt
- c) til 40 % af nominel effekt
- d) til 10 % af nominel effekt
- e) til 0 % af nominel effekt uden at være afkoblet fra elforsyningssystemet.

Stk. 4. Reguleringen efter stk. 3:

- a) skal være påbegyndt senest efter 1 sekund og
- b) skal være fuldt udreguleret inden for 10 sekunder

Stk. 5. Nøjagtigheden af en fuldført eller en kontinuerlig regulering, må maksimalt afvige 1 % af setpunktet, målt over en periode på 1 minut.

Beskyttelse

§ 59. Krav til energilageranlæggets beskyttelse med tilhørende indstillinger og funktionstid er specificeret i Tabel 24 (angivet som RMS-værdier).

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

Tabel 24 Krav til beskyttelsesfunktioner og tilhørende indstillinger.

Stk. 2. DSO'en og/eller Energinet kan tillade, at der anvendes indstillinger, der afviger fra indstillingsværdierne angivet i Tabel 24.

Informationsudveksling

§ 60. Energilageranlæg skal, udover signalerne i §§ 26, stk. 1 og 38, etableres til at udveksle følgende signaler i PCOM:

Planlagt aktiv effekt (vise aktuelt setpunkt) i både produktionstilstand og forbrugstilstand
Spænding målt i tilslutningspunktet
Spændingsregulering (aktiveret / ikkeaktiveret)
Statik for spændingsregulering
Ønsket spænding i spændingsreferencepunkt
Systemværn

Tabel 25 Signalliste.

Stk. 4. Energilageranlæg skal, udover kravene i § 43 stk. 4, overholde følgende krav til nøjagtighed:

Målekategori	Samlet nøjagtighed	Mindste måleområde
kV	1,0 %	0 – 120 %

Tabel 26 Krav til målenøjagtighed.

§ 61. Energilageranlæg af type C, der påbegynder produktion eller forbrug efter den 1. januar 2026, skal etablere kommunikationsudstyr til udveksling af realtidsdata efter IEC 61850-standarden.

Stk. 2. Energinet kan fastsætte en længere frist for implementering af IEC 61850-standarden, herunder for at sikre, at fristen er i overensstemmelse med fristen i overgangsordningen i forskrift 5.8.12.

Registrering af fejlhændelser (Transient Fault Recorder, TFR)

§ 62. Logning skal realiseres via elektronisk udstyr, der kan opsættes til som minimum at logge relevante hændelser for nedennævnte signaler i tilslutningspunktet ved fejl i det kollektive elforsyningssystem og tilsluttet anlæg.

Stk. 2. Anlægssejer skal installere et logningsudstyr, der som minimum registrerer:

- spænding for hver fase for anlægget
- strøm for hver fase for anlægget
- aktiv effekt for anlægget (kan være beregnet størrelse)
- reaktiv effekt for anlægget (kan være beregnet størrelse)
- frekvens for anlægget (kan være beregnet størrelse og kan være rotorhastighed (synkrongenerator))
- aktivering af interne beskyttelsesfunktioner.

Stk. 3. Specifikke krav til måling, herunder initiering af logning, kan beskrives i nettilslutningsaftalen.

Stk. 4. Logningen skal udføres som sammenhængende tidsserier af måleværdier med angivet tid før (-) og efter (+) efter hændelsestidspunktet.

Stk. 5. Logning af hændelser differentieres med udgangspunkt i anlæggets nominelle effekt.

Stk. 6. Følgende logninger/filer skal på efterspørgsel leveres; dog skal fast scan kun logge spændinger og strømme:

Nominal effekt [MW]	Tidsserie [s]	Type	Sample-frekvens
$3 \leq P < 10$	-10 til +60	Slow scan	50 Hz, RMS-værdier
$10 \leq P < 25$	-10 til +60	Slow scan	50 Hz, RMS-værdier
$10 \leq P < 25$	-0,25 til +2,75	Fast scan	Minimum 1 kHz
$P \geq 25$	-10 til +60	Slow scan	50 Hz, RMS-værdier
$P \geq 25$	-3 til +60	Fast scan	Minimum 1 kHz

Tabel 27 Krav til logning.

Stk. 7. Alle målinger og data, der skal opsamles, skal logges med en tidsstempling og en nøjagtighed, som sikrer, at disse kan korreleres med hinanden og med tilsvarende registreringer i elforsyningssystemet.

Stk. 8. Tidsstempling af hændelser og data skal have reference til UTC med en nøjagtighed på 10 millisekunder eller bedre.

Stk. 9. Logning skal arkiveres i minimum tre måneder fra fejlsituationen, dog maksimalt de seneste 100 hændelser.

Stk. 10. Den relevante DSO og/eller Energinet skal på forlangende have adgang til loggede og relevante registrerede informationer. Den relevante systemoperatør og/eller Energinet specificerer hvilke målinger og eventuelle beregninger, der skal udveksles.

Kapitel 5

Energilageranlæg af type D

§ 63. Energilageranlæg af type D skal opfylde kravene i kapitel 2, 3, 4 og dette kapitel 5 med undtagelse af kravene til:

- a) normaldriftsområde for frekvenser og spændinger til og med 1 kV i § 5
- b) krav til automatisk genindkobling i § 7, stk. 2
- c) indstilling af beskyttelsesindstillinger og funktionstider i § 25, stk. 1, litra a) og b) og § 39
- d) strømubalance i § 15
- e) flickerbidrag i § 17
- f) harmoniske overtoner i § 18
- g) interharmoniske overtoner i § 19
- h) forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz i § 20
- i) kravene til kommunikationsgrænseflade i § 27, stk. 2
- j) Q-regulering i § 35
- k) effektfaktorregulering i § 36
- l) automatisk effektfaktorregulering i § 37
- m) overgangsordning for krav til informationsudveksling i §§ 45 og 61.

Tilladelse til genindkobling

§ 64. Energilageranlæg må ikke automatisk genindkoble, medmindre den relevante systemoperatør har tilladt det. Automatisk indkobling eller genindkobling kan kun ske inden for området angivet i Tabel 5. Den relevante systemoperatør fastsætter de konkrete vilkår for tilladelsen.

Informationsudveksling

§ 65. Energilageranlæg skal, udover signalerne i § 27, stk. 1 samt §§ 43 og 60, etableres til at udveksle følgende signaler i PCOM:

Mulige aktive effektreguleringsegenskaber – op
Mulige aktive effektreguleringsegenskaber – ned
Mulige reaktive effektreguleringsegenskaber – op
Mulige reaktive effektreguleringsegenskaber – ned

Tabel 28 Signalliste.

Stk. 2. Energilageranlæg skal overholde følgende krav til nøjagtighed:

Målekategori	Samlet nøjagtighed	Mindste måleområde
MW	0,5 %	Muligt arbejdsområde
MVAr	1,0 %	Muligt arbejdsområde
kV	0,5 %	0 – 120 %

Tabel 29 Krav til målenøjagtighed.

Overgangsordning for energilageranlæg af type D

§ 66. Distributionstilsluttede energilageranlæg af type D, der påbegynder produktion efter den 1. januar 2026, skal etablere kommunikationsudstyr til udveksling af realtidsdata efter IEC 61850-standarden.

Stk. 2. Energinet kan fastsætte en længere frist for implementering af IEC 61850-standarden, herunder for at sikre, at fristen er i overensstemmelse med fristen i overgangsordningen i forskrift 5.8.12.

Kapitel 6

Transmissionstilsluttet energilageranlæg

§ 67. Energilageranlæg, som er tilsluttet transmissionssystemet, skal opfylde kravene i kapitel 2, 3, 4, 5 og dette kapitel 6 med undtagelse af kravene til:

- normaldriftsområde for frekvenser og spændinger i §§ 5 og 31
- krav til automatisk genindkobling i § 7, stk. 2
- indstilling af beskyttelsesindstillinger og funktionstider i § 25, stk. 1, litra a) og b) og § 39
- kravene til elkvalitet i §§ 13-22 og 47-51
- kravene til kommunikationsgrænseflade i § 27, stk. 2
- Q-regulerings-, effektfaktorregulerings- og automatisk effektfaktorreguleringsfunktioner i §§ 35-37
- Q-regulerings-, effektfaktorregulerings- og spændingsreguleringsfunktioner i § 55-57.

Normaldriftsområde for frekvenser og spændinger ved tilslutning mellem 110-300 kV i DK1

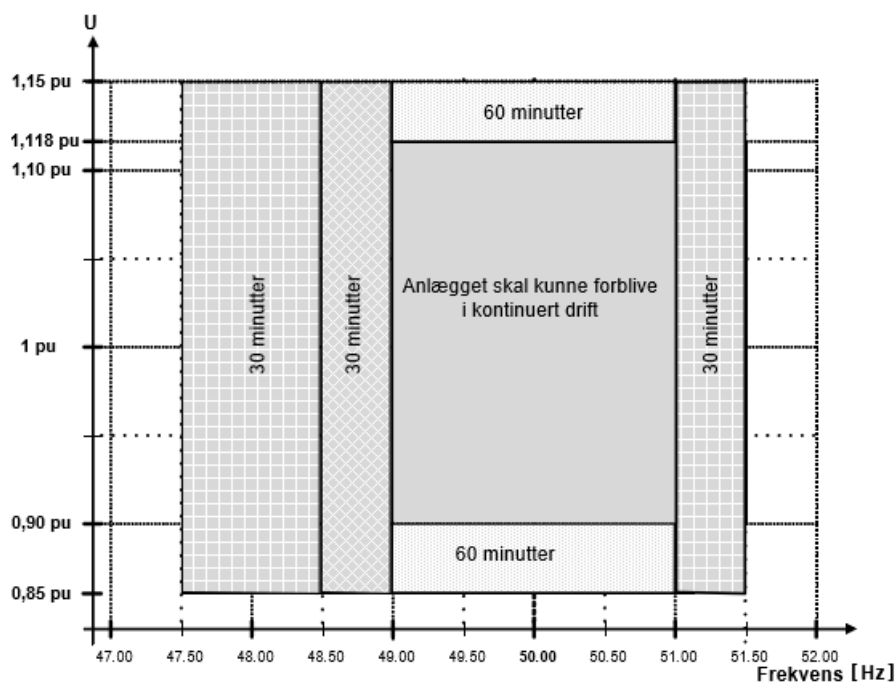
§ 68. Energilageranlæg tilsluttet mellem 110-300 kV i DK1 skal kontinuerligt kunne drives ved spændinger og frekvenser angivet i Tabel 30, Tabel 31 og Figur 10. Den samlede drift under 49,0 Hz kan dog ikke overstige 60 minutter.

Frekvensinterval [Hz]	Tid [minutter]
47,5 – 48,5	30
48,5 – 49,0	30
49,0 – 51,0	Ubegrænset
51,0 – 51,5	30

Tabel 30 Normaldriftsområde for frekvenser ved tilslutning mellem 110-300 kV i DK1.

Spændingsinterval [pu]	Tid [minutter]
0,85 – 0,9	60
0,9 – 1,118	Ubegrænset
1,118 – 1,15	60

Tabel 31 Normaldriftsområde for spændinger ved tilslutning mellem 110-300 kV i DK1.



Figur 10 Normaldriftsområde for frekvenser og spændinger ved tilslutning mellem 110-300 kV i DK1.

Normaldriftsområde for frekvenser og spændinger ved tilslutning over 300 kV i DK1

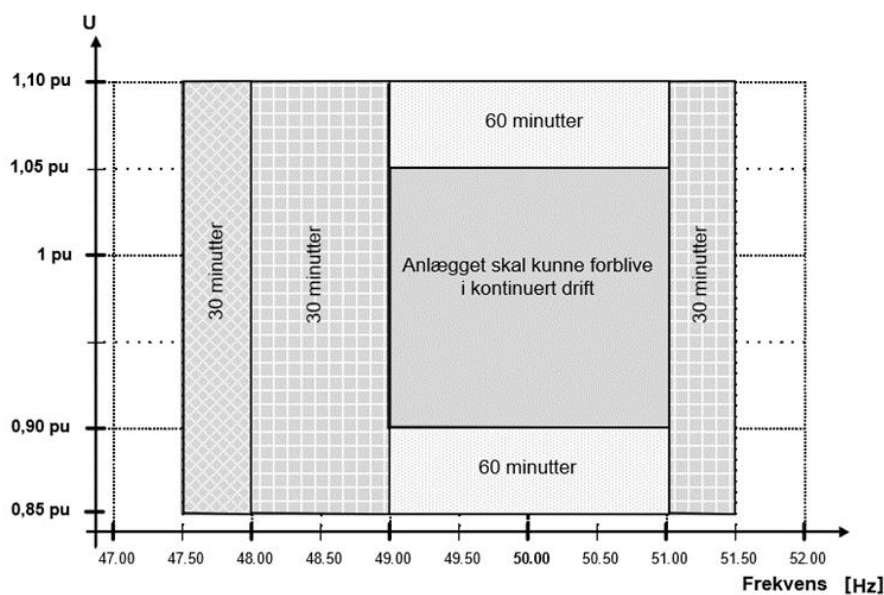
§ 69. Energilageranlæg tilsluttet over 300 kV i DK1 skal kontinuerligt kunne drives ved spændinger og frekvenserne angivet i Tabel 32, Tabel 33 og Figur 11. Den samlede drift under 49,0 Hz kan dog ikke overstige 60 minutter.

Frekvensinterval [Hz]	Tid [minutter]
47,5 – 48,0	30
48,0 – 49,0	30
49,0 – 51,0	Ubegrænset
51,0 – 51,5	30

Tabel 32 Normaldriftsområde for frekvenser ved tilslutning over 300 kV i DK1.

Spændingsinterval [pu]	Tid [minutter]
0,85 – 0,9	60
0,9 – 1,10	Ubegrænset
1,05 – 1,10	60

Tabel 33 Normaldriftsområde for spændinger ved tilslutning over 300 kV i DK1.



Figur 11 Normaldriftsområde for frekvenser og spændinger ved tilslutning over 300 kV i DK1.

Normaldriftsområde for frekvenser og spændinger ved tilslutning mellem 110-300 kV i DK2

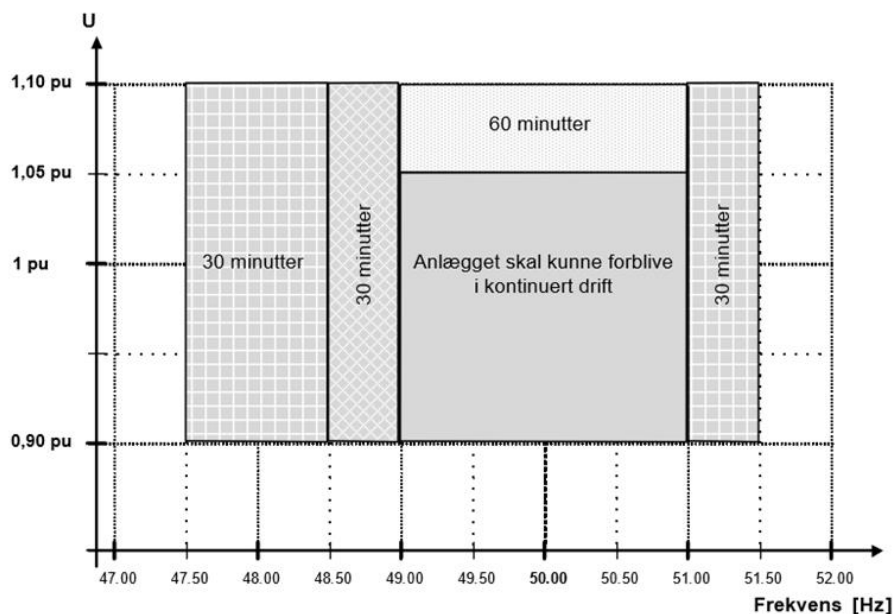
§ 70. Energilageranlæg tilsluttet mellem 110-300 kV i DK2 skal kontinuerligt kunne drives ved spændinger og frekvenserne angivet i Tabel 34, Tabel 35 og Figur 12. Den samlede drift under 49,0 Hz kan dog ikke overstige 60 minutter.

Frekvensinterval [Hz]	Tid [minutter]
47,5 – 48,0	30
48,0 – 49,0	30
49,0 – 51,0	Ubegrænset
51,0 – 51,5	30

Tabel 34 Normaldriftsområde for frekvenser ved tilslutning mellem 110-300 kV i DK2.

Spændingsinterval [pu]	Tid [minutter]
0,9 – 1,05	Ubegrænset
1,05 – 1,10	60

Tabel 35 Normaldriftsområde for spændinger ved tilslutning mellem 110-300 kV i DK2.



Figur 12 Normaldriftsområde for frekvenser og spændinger ved tilslutning mellem 110-300 kV i DK2.

Normaldriftsområde for frekvenser og spændinger ved tilslutning over 300 kV i DK2

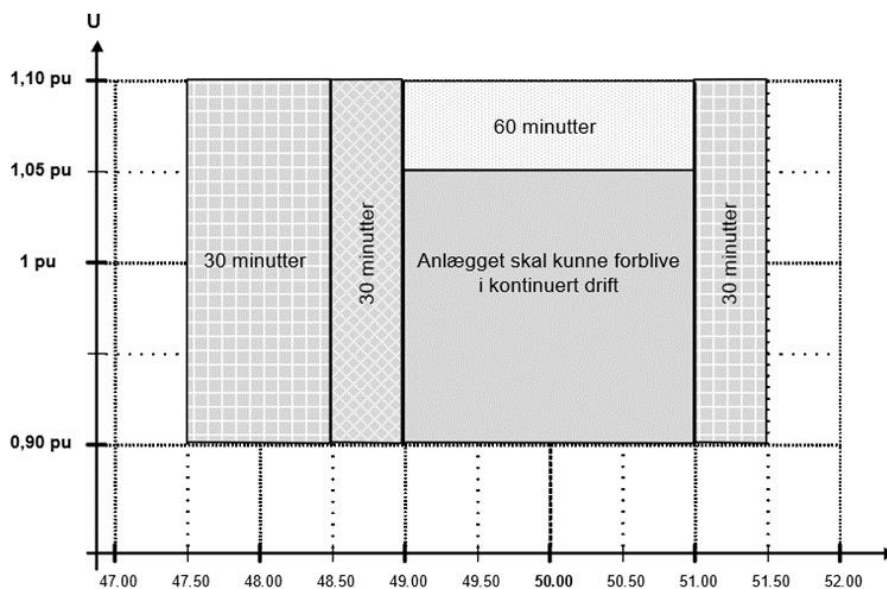
§ 71. Energilageranlæg tilsluttet over 300 kV i DK2 skal kontinuerligt kunne drives ved spændinger og frekvenserne angivet i Tabel 36, Tabel 37 og Figur 13. Den samlede drift under 49,0 Hz kan dog ikke overstige 60 minutter.

Frekvensinterval [Hz]	Tid [minutter]
47,5 – 48,0	30
48,0 – 49,0	30
49,0 – 51,0	Ubegrænset
51,0 – 51,5	30

Tabel 36 Normaldriftsområde for frekvenser ved tilslutning over 300 kV i DK2.

Spændingsinterval [pu]	Tid [minutter]
0,9 – 1,05	Ubegrænset
1,05 – 1,10	60

Tabel 37 Normaldriftsområde for spændinger ved tilslutning over 300 kV i DK2.



Figur 13 Normaldriftsområde for frekvenser og spændinger ved tilslutning over 300 kV i DK2.

Overvoltage Fault-Ride-Through (OV-FRT)

§ 72. Energilageranlæg skal i tilslutningspunktet kunne tolerere en spændingsstigning uden udkobling (OV-FRT), som anført i Tabel 38:

Spænding	Varighed [s]
1,30 pu	0,1
1,20 pu	30

Tabel 38 Krav til OV-FRT.

Elkvalitet

§ 73. Energilageranlæg skal overholde Energinets krav til elkvalitet tilsvarende transmissions-tilsluttede anlæg i den til enhver tid gældende teknisk forskrift 3.2.7, Krav for spændingskvalitet for tilslutning af produktionsanlæg til transmissionsnettet, og NC DC og nationalt fastsatte krav i medfør heraf.

Manuel forbrugsaflastning

§ 74. Energilageranlæg i forbrugstilstand skal overholde Energinets krav til manuel forbrugsaflastning tilsvarende transmissionstilsluttede forbrugsanlæg i den til enhver tid gældende teknisk forskrift 3.4.2, Manuel aflastning af transmissionstilsluttede forbrugsanlæg.

Krav til begrænsning af spændingsvariationer i statisk tilstand

§ 75. Energilageranlæg skal ved spændingssætning og indkobling af energilageranlægget kunne begrænse spændingsvariationer i statisk tilstand før og efter indkobling.

Stk. 2. Egenskaberne ved spændingssætning og indkobling af energilageranlægget til at begrænse spændingsvariationer i statisk tilstand før og efter indkobling skal som minimum overholde følgende krav:

- Ved normal drift +/- 3% af den forudgående driftsspænding før koblingen
- Ved specielle events +/- 4% af den forudgående driftsspænding før koblingen.

Point on Wave

§ 76. Hvis Energinet vurderer, at der er risiko for, at energilageranlæggets transformere på grund af interaktion med transmissionssystemet kan generere temporære overspændinger, som kan medføre skade på Energinets udstyr, kan Energinet fastsætte krav om styret afbryderkobling ved transformerspændingssætning, ved at energilageranlæggets transformere udstyres med afbrydersynkronisering (point on wave) for styret indkobling. Den styrede indkobling skal indstilles til minimering af inrush-strøm. Anlægssejer skal oplyse Energinet om transformernes størrelse og type uden ugrundet ophold efter anlægssejers kendskab hertil, for at Energinet kan foretage vurderingen.

Zero-miss

§ 77. For undgåelse af introduktion af zero-miss-fænomenet i Energinets afbrydere skal anlægssejeren, hvis energilageranlægget består af udstyr som skal spændingssættes igennem Energinets afbrydere, dokumentere, at energilageranlægget ikke kan introducere zero-miss i Energinets afbrydere. Dokumentationen skal indeholde en elektroteknisk argumentation for, hvorfor zero-miss ikke kan eller vil opstå i Energinets afbrydere. Dokumentationen skal afleveres til og godkendes af Energinet, forud for at energilageranlægget kan få tildelt EON.

Simuleringsmodeller

§ 78. Anlægssejere skal udarbejde og levere simuleringsmodeller tilsvarende transmissionstilsluttede produktionsanlæg i medfør af de til enhver tid gældende krav til simuleringsmodeller i NC RfG og NC DC og nationalt fastsatte krav i medfør heraf.

Beskyttelse

§ 79. Anlægssejeren for transmissionstilsluttede energilageranlæg skal gennemføre stabilitets- og selektivitetsstudier med henblik på fastlæggelse af anlægsenhedens beskyttelse og for at sikre, at energilageranlægget lever op til beskyttelseskravene, og at beskyttelsen ikke forhindrer energilageranlægget i at leve op til øvrige krav. Energinet skal godkende relæindstillingerne.

Informationsudveksling

§ 80. Aktører og anlægssejere af transmissionstilsluttede energilageranlæg skal udveksle realtidsdata med Energinet.

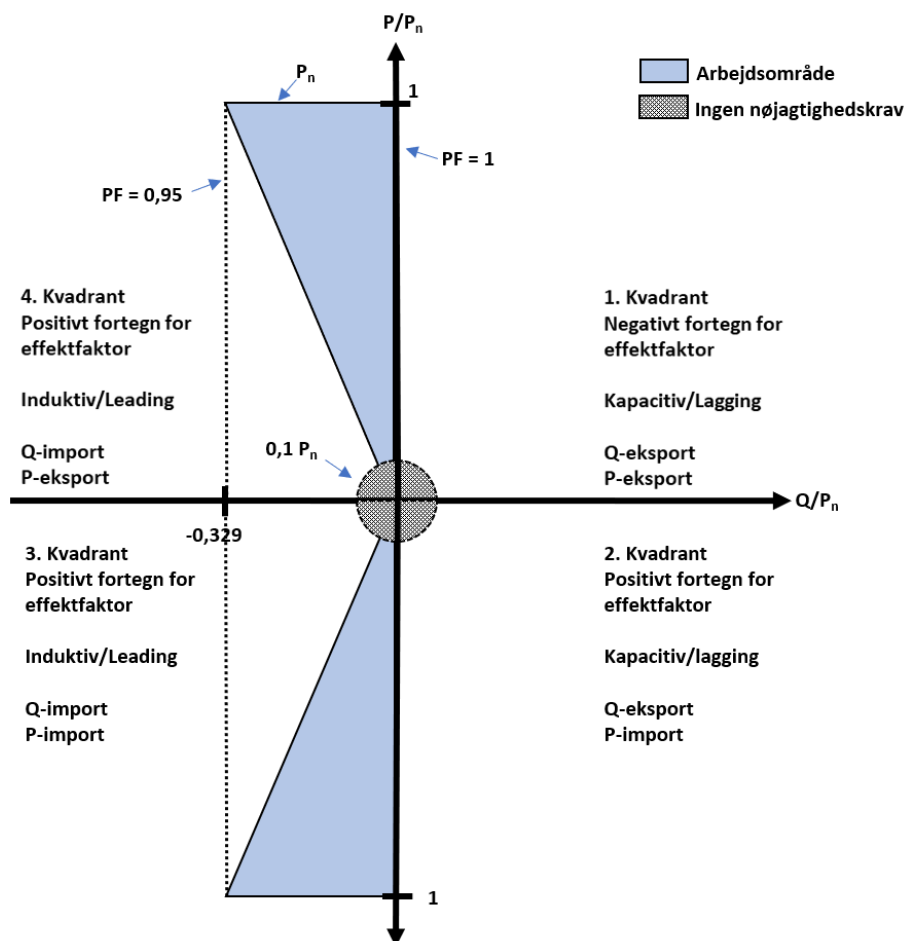
§ 81. Transmissionstilsluttede energilageranlæg, der påbegynder produktion eller forbrug efter denne forskrifts ikrafttrædelse, skal etablere kommunikationsudstyr til udveksling af realtidsdata efter IEC 61850-standarden.

Kapitel 7

Synkront energilageranlæg af type A

§ 82. Et synkront energilageranlæg af type A skal opfylde kravene i kapitel 2.

§ 83. Energilageranlægget skal være i stand til at optage reaktiv effekt i tilslutningspunktet inden for arbejdsområdet angivet i Figur 14, medmindre den relevante systemoperatør har fastsat en induktiv effektfaktor større end 0,95.



Figur 14 Krav til arbejdsområde for P/P_n .

Stk. 2. I de tilfælde, hvor P er under 10 % af P_n , er der ikke krav til præcision og nøjagtighed. Udvekslingen af ukontrolleret reaktiv effekt må dog i dette tilfælde ikke være større end 10 % af energilageranlæggets P_n .

Kapitel 8

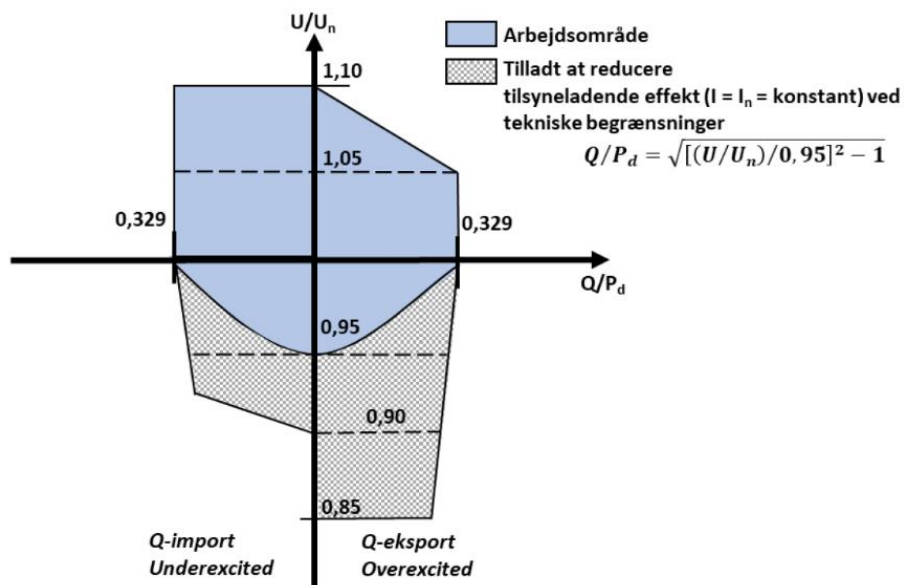
Synkront energilageranlæg af type B

§ 84. Et synkront energilageranlæg af type B skal opfylde kravene i kapitel 2, 3, 7 og dette kapitel 8, dog under hensyn til de undtagelser, som fremgår af kapitlerne, og med undtagelse af kravene til:

- a) krav til arbejdsområde for P/P_n i § 83.

Arbejdsområde for U/U_n – tilsluttet til og med 1 kV

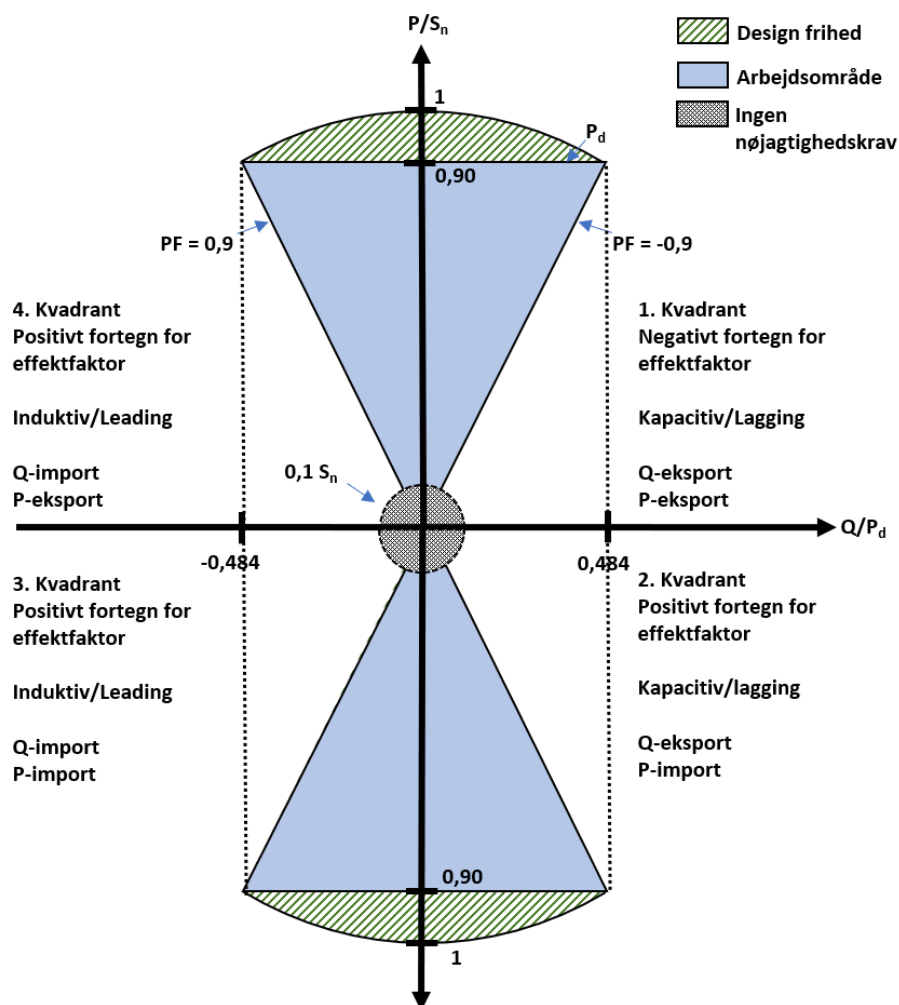
§ 85. Energilageranlæg tilsluttet til og med 1 kV skal ved maksimal produktion af aktiv effekt være i stand til at levere og optage reaktiv effekt i tilslutningspunktet inden for arbejdsområdet angivet i Figur 15.



Figur 15 Arbejdsområde for U/U_n – tilsluttet til og med 1 kV.

Arbejdsområde for P/S_n – tilsluttet til og med 1 kV

§ 86. Energilageranlæg tilsluttet til og med 1 kV skal være i stand til at levere og optage reaktiv effekt i tilslutningspunktet inden for arbejdsområdet angivet i Figur 15.

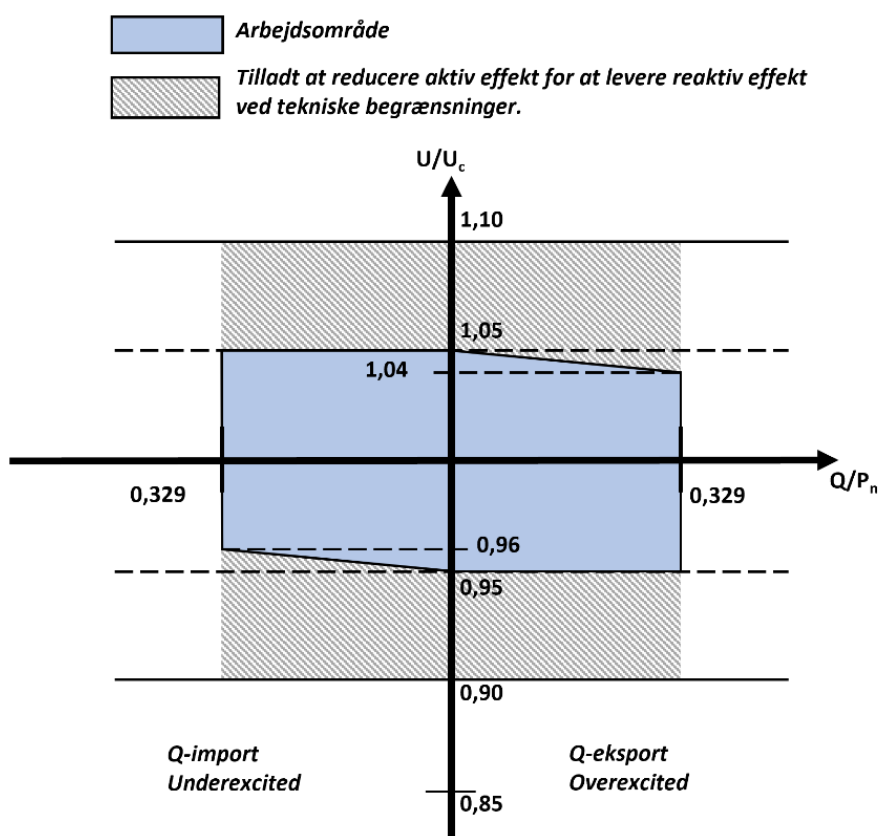


Figur 16 Arbejdsområde for P/S_n – tilsluttet til og med 1 kV.
Kvadrantnummerering følger generatorkonventionen.

Stk. 2. I de tilfælde, hvor P er under 10 % af S_n , er der ikke krav til præcision og nøjagtighed. Udvekslingen af ukontrolleret reaktiv effekt må dog i dette tilfælde ikke være større end 10 % af energilageranlæggets S_n .

Arbejdsområde for U/U_c – tilsluttet over 1 kV

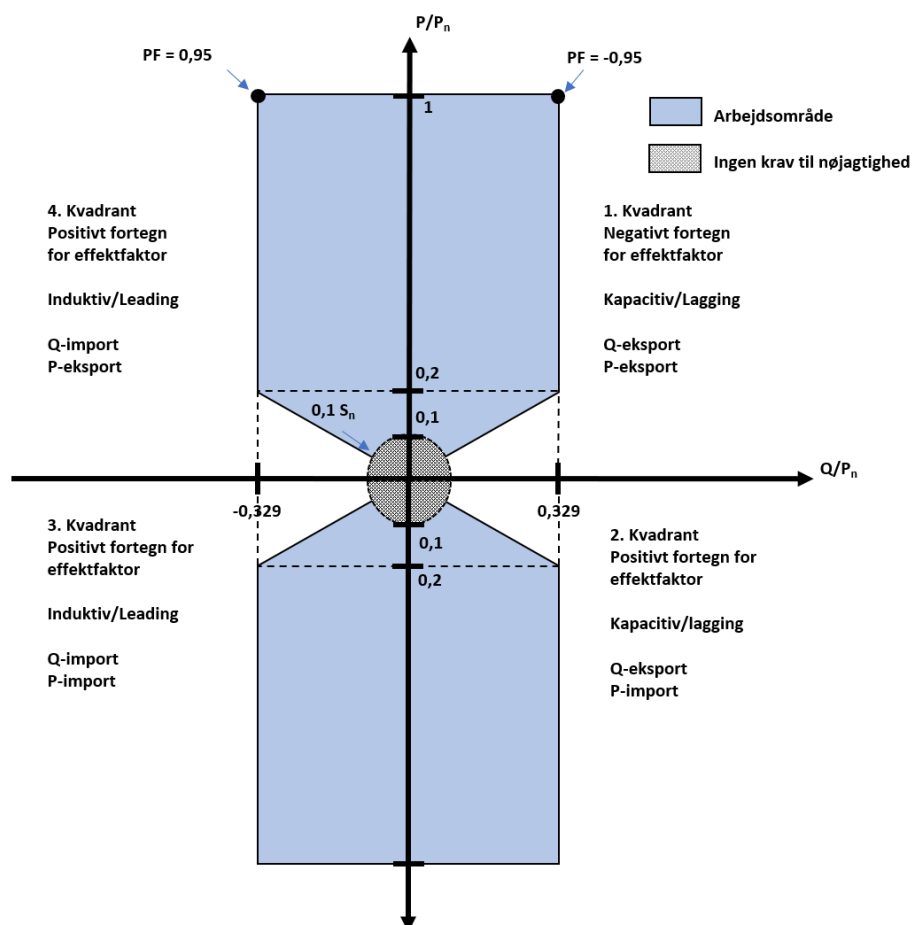
§ 87. Energilageranlæg tilsluttet over 1 kV skal ved maksimal produktion af aktiv effekt være i stand til at levere og optage reaktiv effekt i tilslutningspunktet inden for arbejdsområdet angivet i Figur 17.



Figur 17 Arbejdsområde for U/U_c – tilsluttet over 1 kV.

Arbejdsområde for P/P_n – tilsluttet over 1 kV

§ 88. Energilageranlæg tilsluttet over 1 kV skal være i stand til at levere og optage reaktiv effekt i tilslutningspunktet inden for arbejdsområdet angivet i Figur 18.



Figur 18 Arbejdsområde for P/P_n – tilsluttet over 1 kV.
Kvadrantnummerering følger generatorkonventionen.

Stk. 2. I de tilfælde, hvor P er under 10 % af P_n , er der ikke krav til præcision og nøjagtighed. Udvekslingen af ukontrolleret reaktiv effekt må dog i dette tilfælde ikke være større end 10 % af energilageranlæggets P_n .

Automatic Voltage Regulator (AVR)

§ 89. Energilageranlæg skal være udstyret med kontinuert fungerende automatisk magnetiseringssystem (Automatic Voltage Regulator, AVR), der skal kunne levere en stabil og konstant spænding i tilslutningspunktet.

Undervoltage Fault-Ride-Through (UV-FRT)

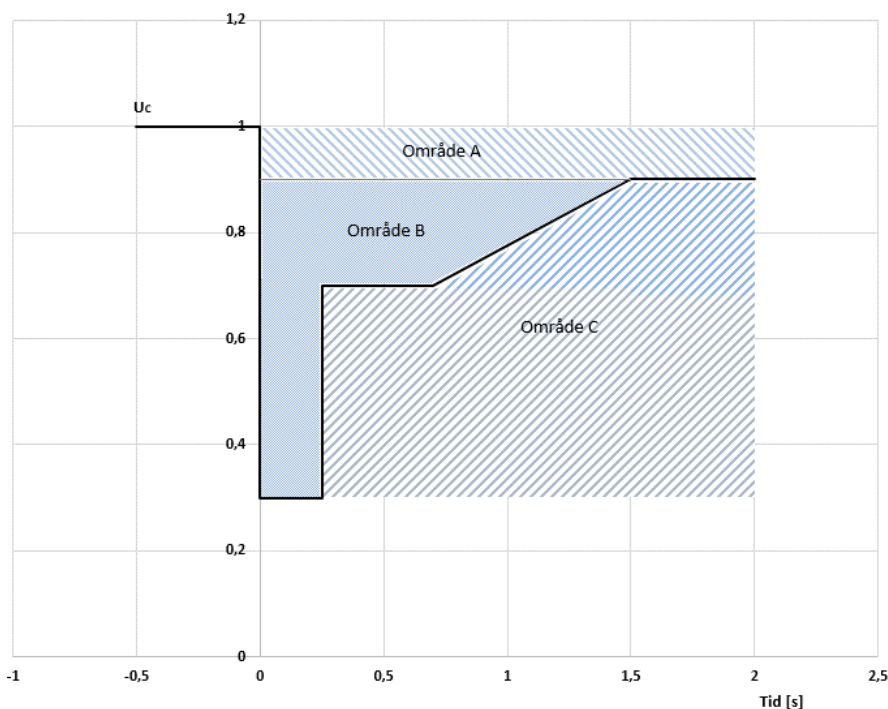
§ 90. Energilageranlæg skal i tilslutningspunktet kunne tolerere et spændingsdyk uden udkobling (UV-FRT) som anført i Tabel 39 ved tilslutninger til og med 1 kV og Tabel 40 ved tilslutninger over 1 kV og som vist i Figur 19.

	Spænding [U_n]		Varighed [s]
U_{ret}	0,3	T_{clear}	0,25
U_{clear}	0,7	T_{rec1}	0,25
U_{rec1}	0,7	T_{rec2}	0,70
U_{rec2}	0,9	T_{rec3}	1,50

Tabel 39 Krav til UV-FRT – tilsluttet til og med 1 kV.

	Spænding [U_c]		Varighed [s]
U_{ret}	0,3	T_{clear}	0,25
U_{clear}	0,7	T_{rec1}	0,25
U_{rec1}	0,7	T_{rec2}	0,70
U_{rec2}	0,9	T_{rec3}	1,50

Tabel 40 Krav til UV-FRT – tilsluttet over 1 kV.



Figur 19 Krav til UV-FRT – For tilslutning op til og med 1 kV er U_c lig med U_n .

Stk. 2. Hvis spændingen i tilslutningspunktet i forbindelse med et fejlforløb efter 1,5 sekunder er tilbage på mindst $0,9 U_n$ ved tilslutninger til og med 1 kV og $0,9 U_c$ ved tilslutninger over 1 kV, skal et eventuelt nyt spændingsdyk betragtes som en ny fejlsituation.

Stk. 3. Hvis flere på hinanden følgende fejlforløb inden for område B gør, at anlægget tidsmæssigt kommer ind i område C, er det tilladt, at anlægget udkobles.

§ 91. Energilageranlæg skal kunne genoprette den normale produktion af aktiv effekt efter en fejl hurtigst muligt efter, at spændingen og frekvensen igen er inden for normaldriftsområdet for spændinger og frekvenser. Det synkron energilageranlægs naturlige evne til at genoprette produktionen af aktiv effekt må ikke begrænses kunstigt eller unødigt.

Kapitel 9

Synkront energilageranlæg af type C

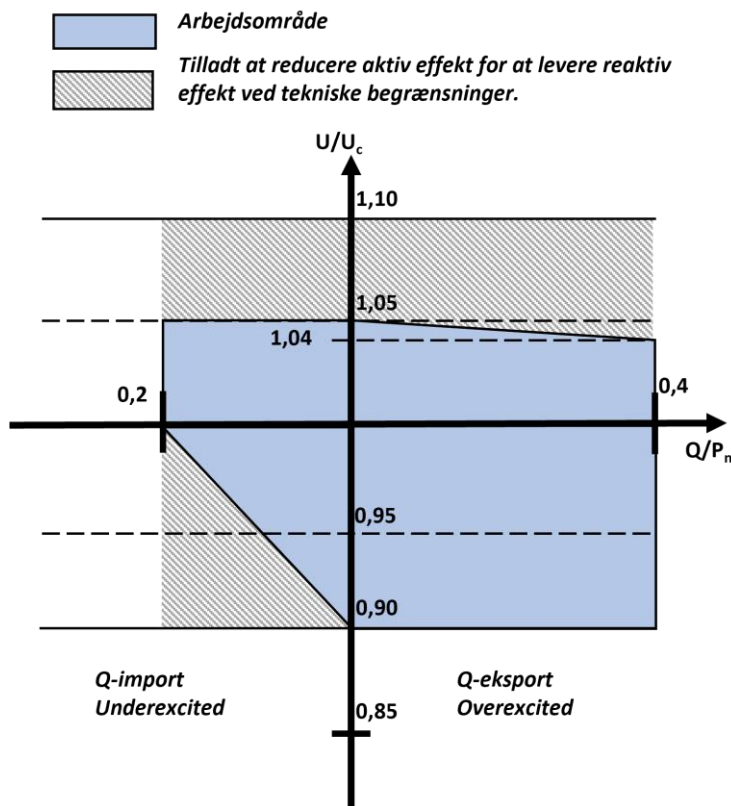
§ 92. Et synkront energilageranlæg af type C skal opfylde kravene i kapitel 2, 3, 4, 7, 8 og dette kapitel 9, dog under hensyn til de undtagelser, som fremgår af kapitlerne, og med undtagelse af kravene til:

- krav til arbejdsområde for P/P_n i § 83
- krav til arbejdsområde for U/U_n i § 85
- krav til arbejdsområde for P/S_n i § 86
- krav til arbejdsområde for U/U_c i § 87

e) krav til arbejdsområde for P/P_n i § 88.

Arbejdsområde for U/U_c

§ 93. Energilageranlæg skal ved maksimal produktion af aktiv effekt kunne levere og optage reaktiv effekt i tilslutningspunktet inden for arbejdsområdet angivet i Figur 20.



Figur 20 Arbejdsområde for U/U_c .

Stk. 2. Energilageranlægget må have unøjagtighed på maksimalt $\pm 2\%$ af energilageranlæggets S_n , hvor nøjagtigheden måles over en periode på 1 minut.

Stk. 3. Energilageranlægget skal i det skraverede område i Figur 20, hvor det er tilladt at reducere aktiv effekt for at levere reaktiv effekt ved tekniske begrænsninger, kunne levere en stabil reaktiv effekt i overensstemmelse med den valgte reguleringsform, der kun må være begrænset af enhedens tekniske ydeevne, herunder ved mætning eller underkompensering.

Stk. 4. Energilageranlægget skal, ved produktion af aktiv effekt under den maksimale kapacitet, være i stand til at arbejde i ethvert punkt inden for energilageranlæggets P-Q kapabilitetskurve (PQ-diagram).

Kapitel 10

Synkront energilageranlæg af type D

§ 94. Et synkront energilageranlæg af type D skal opfylde kravene i kapitel 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 og dette kapitel 10, dog under hensyn til de undtagelser, som fremgår af kapitlerne, og med undtagelse af kravene til:

- krav til arbejdsområde for P/P_n i § 83
- krav til arbejdsområde for U/U_n i § 85
- krav til arbejdsområde for P/S_n i § 86
- krav til arbejdsområde for U/U_c i § 87
- krav til arbejdsområde for P/P_n i § 88.
- krav til arbejdsområde for U/U_c i § 93.

Stk. 3. I tilfælde af netforstyrrelser, der medfører spændingsreduktion, skal generatoren i mindst 10 sekunder kunne overmagnetiseres med 1,6 gange magnetiseringsstrøm og -spænding ved nominel effekt og $t_{g\phi} = 0,4$ i tilslutningspunktet og normal driftsspænding. Hvis overmagnetiseringsegenskaben afhænger af spændingen i tilslutningspunktet, skal den nævnte egenskab være tilgængelig ved reduceret netspænding i tilslutningspunktet ned til 0,6 pu.

Stk. 4. Generatorens overmagnetiseringsbeskyttelse og anden beskyttelse skal konstrueres og indstilles, så generatorens evne til midlertidig overbelastning kan udnyttes uden at overskride generatorens termiske grænser.

Stk. 5. Magnetiseringssystemets begrænserfunktioner skal være selektive med anlæggets beskyttelsesfunktioner og derved muliggøre kortvarig udnyttelse af overbelastningsegenskaber uden udkobling af anlægget.

Stk. 6. Magnetiseringssystemets tidsrespons (målt på generatorklemmerne) under tomgang (generatoren er frakoblet nettet og drevet ved nominel omløbshastighed) ved en momentan 10 % ændring af referencespændingen skal være ikkeoscillerende, og have en stigetid ("rise-time"), som defineret i DS/CLC/TR 60034-16-3:2004, på maksimalt 0,3 sekund for et statisk magnetiseringssystem. For et roterende magnetiseringssystem ("rotating exciter") tillades et tidsrespons på maksimalt 0,5 sekund ved en positiv 10 % ændring af referencespændingen og tilsvarende maksimalt 0,8 sekund ved en negativ 10 % ændring af referencespændingen.

Stk. 7. Magnetiseringssystemets oversving ("overshoot") målt på generatorklemmerne, som defineret i DS/CLC/TR 60034-16-3:2004, ved en momentan 10 % ændring i referencespændingen må maksimalt være 15 % af ændringen.

Power System Stabiliser (PSS)

§ 98. Energilageranlægget skal være udstyret med power system stabiliser (PSS). Den relevante systemoperatør fastsætter de specifikke krav og indstillinger til PSS på baggrund af en specifik analyse.

Stk. 2. PSS-funktionen skal overholde følgende krav:

- a) PSS-funktionen skal anvende input fra både rotorhastighed/netfrekvens og aktiv effekt (dual input) til at udlede stabilitetssignalet, hvor en dæmpetilsats af typen IEEE PSS2B, jf. IEEE 421.5, er normgivende.
- b) Justering af PSS-funktionen skal være således, at der opnås en betydelig dæmpning i frekvensområdet 0,2 til 0,7 Hz.
- c) Fasen af det tilførte dæmpningssignal, som produceres af PSS-funktionen, skal i frekvensområdet 0,2 til 2 Hz være i fase med hastighedsændringen for generatorens rotor. Afvigelser på op til -30 grader (underkompenseret) kan accepteres.
- d) Dæmpning af anlæggets effektoscillationer (eksponentielt aftagende funktion) skal ved alle arbejds punkter og ved enhver forstyrrelse med PSS-funktionen aktiveret være hurtigere end 1 sekund.
- e) Energilageranlæggets naturlige dæmpning af "local mode" effektoscillationer må ikke påvirkes negativt af PSS-funktionen.
- f) Justeringen af PSS-funktionen skal være således, at ændringer af anlæggets arbejds punkt (aktiv effekt) under normal drift eller ved en fejl, herunder fejl i turbineregulator, kedelanlæg, fødevandsanlæg eller andre hjælpekræftanlæg, ikke medfører, at spændingen på højspændingssiden af anlæggets maskintransformer ændres mere end 1 %.
- g) PSS-udgangssignalet skal begrænses, så aktivering af PSS-funktionen ikke medfører en ændring af generatorspændingen større end ± 5 % af generatorens nominelle spænding. Det er tilladt, at grænserne reduceres automatisk og dynamisk af spændingsregulatoren, herunder ved aktivering af magnetiseringssystemets begrænserfunktioner.

- h) PSS-funktionen skal deaktiveres automatisk, når den producerede aktive effekt er mindre end 20 % af nominal effekt. Det skal være muligt at ind- og udkoble PSS-funktionen. Ved udkobling af PSS-funktionen skal der afgives en alarm.

Kapitel 11

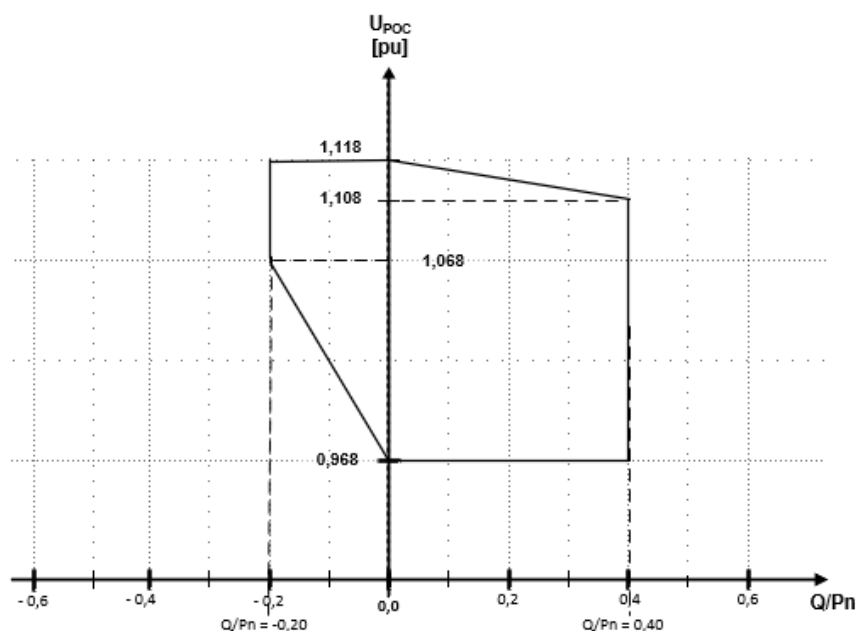
Transmissionstilsluttet synkront energilageranlæg

§ 99. Et transmissionstilsluttet synkront energilageranlæg skal opfylde kravene i kapitel 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 og dette kapitel 11, dog under hensyn til de undtagelser, som fremgår af kapitlerne, og med undtagelse af kravene til:

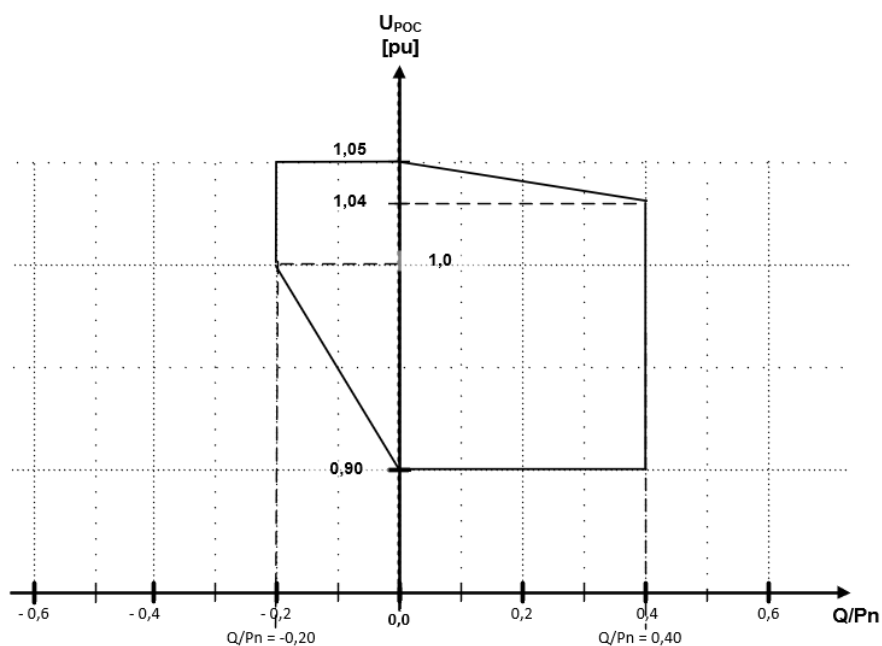
- krav til arbejdsområde for P/P_n i § 83
- krav til arbejdsområde for U/U_n i § 85
- krav til arbejdsområde for P/S_n i § 86
- krav til arbejdsområde for U/U_c i § 87
- krav til arbejdsområde for P/P_n i § 88.
- krav til UV-FRT i § 90
- krav til arbejdsområde for U/U_c i § 93.
- krav til arbejdsområde for U/U_c i § 95.

Arbejdsområde for $U-Q/P_n$

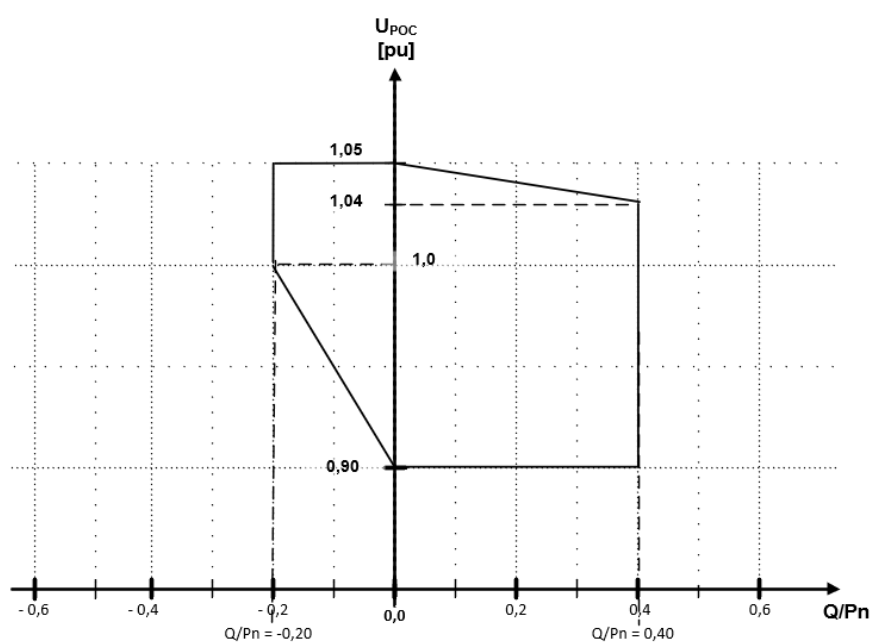
§ 100. Energilageranlæg skal ved maksimal produktion og forbrug af aktiv effekt kunne levere og optage reaktiv effekt i tilslutningspunktet som funktion af spændingen i tilslutningspunktet (U_{POC}), som for tilslutning mellem 110-300 kV er angivet i Figur 22 for DK1 og Figur 23 for DK2, og for tilslutning mellem 300-400 kV er angivet i Figur 24.



Figur 22 Arbejdsområde for $U-Q/P_n$ ved tilslutning mellem 110-300 kV i DK1.



Figur 23 Arbejdsområde for U - Q/P_n ved tilslutning mellem 110-300 kV i DK2.



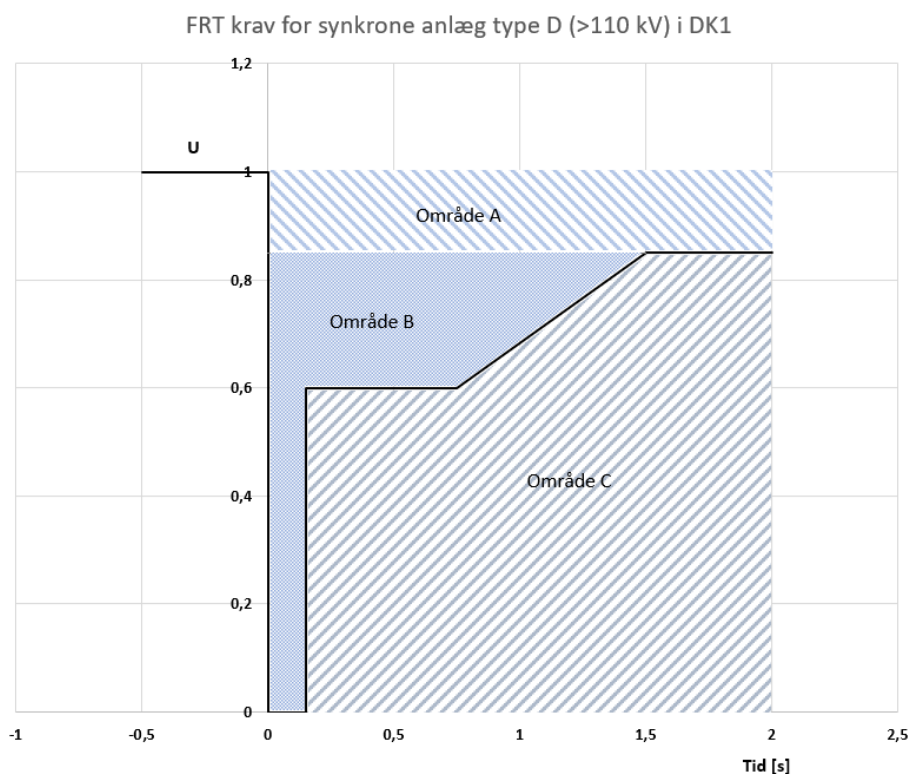
Figur 24 Arbejdsområde for U - Q/P_n ved tilslutning mellem 300-400 kV.

Undervoltage Fault-Ride-Through (UV-FRT) for DK1

§ 101. Energilageranlæg skal i tilslutningspunktet kunne tolerere et spændingsdyk uden udkobling (UV-FRT), som anført i Tabel 41 og vist i Figur 25.

	Spænding		Varighed [s]
U_{ret}	0	T_{clear}	0,15
U_{clear}	0,6	T_{rec1}	0,15
U_{rec1}	0,6	T_{rec2}	0,75
U_{rec2}	0,85	T_{rec3}	1,50

Tabel 41 Krav til UV-FRT for DK1.



Figur 25 Krav til UV-FRT for DK1.

Stk. 2. Hvis spændingen i tilslutningspunktet i forbindelse med et fejlforløb efter 1,5 sekunder er tilbage på mindst 0,85 pu, skal et eventuelt nyt spændingsdyk betragtes som en ny fejlsituation.

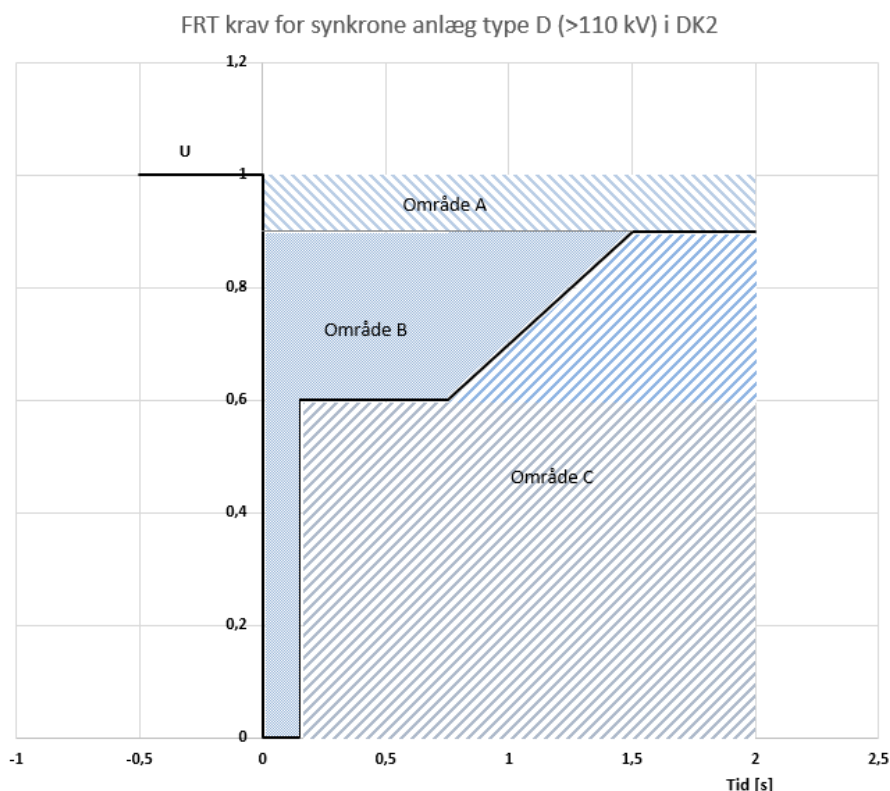
Stk. 3. Hvis flere på hinanden følgende fejlforløb inden for område B gør, at anlægget tidsmæssigt kommer ind i område C, er det tilladt, at anlægget udkobles.

Undervoltage Fault-Ride-Through (UV-FRT) for DK2

§ 102. Energilageranlæg skal i tilslutningspunktet kunne tolerere et spændingsdyk uden udkobling (UV-FRT) som anført i Tabel 42 og vist i Figur 26.

	Spænding		Varighed [s]
U_{ret}	0	T_{clear}	0,15
U_{clear}	0,6	T_{rec1}	0,15
U_{rec1}	0,6	T_{rec2}	0,75
U_{rec2}	0,9	T_{rec3}	1,50

Tabel 42 Krav til UV-FRT for DK2.



Figur 26 Krav til UV-FRT for DK2.

Stk. 2. Hvis spændingen i tilslutningspunktet i forbindelse med et fejlforløb efter 1,5 sekunder er tilbage på mindst 0,90 pu, skal et eventuelt nyt spændingsdyk betragtes som en ny fejlsituation.

Stk. 3. Hvis flere på hinanden følgende fejlforløb inden for område B gør, at anlægget tidsmæssigt kommer ind i område C, er det tilladt, at anlægget udkobles.

Q-regulering

§ 103. Energilageranlæg skal kunne levere og optage en fast reaktiv effekt i tilslutningspunktet (Q-regulering).

Stk. 2. Q-reguleringen efter stk. 1 skal kunne regulere således, at:

- anvendelse af nyt setpunkt er mulig senest 2 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt
- regulering til et nyt setpunkt er påbegyndt senest 2 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt
- regulering til et nyt setpunkt er udført inden for 30 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt.

Stk. 3. Q-reguleringen efter stk. 1 skal indstilles med:

- en nøjagtighed på maksimalt $\pm 3\%$ af energilageranlæggets Q_n , hvor nøjagtigheden måles over en periode på 1 minut, og
- en opløsning på 100 kvar eller bedre.

Effektfaktorregulering

§ 104. Energilageranlæg skal kunne levere og optage aktiv og reaktiv effekt med en fast effektfaktor i tilslutningspunktet (effektfaktorregulering).

Stk. 2. Effektfaktorreguleringen efter stk. 1 skal kunne regulere således, at:

- a) anvendelse af nyt setpunkt er mulig senest 2 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt
- b) regulering til et nyt setpunkt er påbegyndt senest 2 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt
- c) regulering til et nyt setpunkt er udført inden for 30 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt.

Stk. 3. Effektfaktorreguleringen efter stk. 1 skal indstilles med:

- a) en unøjagtighed på maksimalt ± 3 % af energilageranlæggets Q_n , hvor nøjagtigheden måles over en periode på 1 minut, og
- b) en opløsning på 0,01 eller bedre.

Spændingsregulering

§ 105. Energilageranlæg skal kunne levere og optage reaktiv effekt og derved fastholde en stabil og konstant spænding i tilslutningspunktet (spændingsregulering).

Stk. 2. Spændingsreguleringen skal indstilles med:

- a) en unøjagtighed på maksimalt 0,5 % af energilageranlæggets U_{ref} , hvor nøjagtigheden måles over en periode på 1 minut
- b) en opløsning for statikken på højst 0,1 kV. Statikken skal kunne indstilles i intervallet 2 % til 8 %
- c) en trinløstørrelse af dødbåndet, der kan indstilles i intervallet ± 5 % af U_{ref} med en trinløstørrelse på højst 0,25 % for 220/400 kV og 0,5 % for 132/150 kV og skal være symmetrisk omkring setpunktet for spændingsreguleringen
- d) et setpunkt fastsat af den relevante systemoperatør inden for området for normaldriftsspændinger.

Anvendelse af viklingskobler til reaktive reguleringsgenskaber

§ 106. Ejeren af et transmissionstilsluttet energilageranlæg kan anvende viklingskobleren på maskintransformeren til opfyldelse af krav til reaktive reguleringsgenskaber, hvis det accepteres af den relevante systemoperatør. Krav til tid og dynamiske egenskaber skal dog fortsat overholdes ved anvendelse af viklingskobleren.

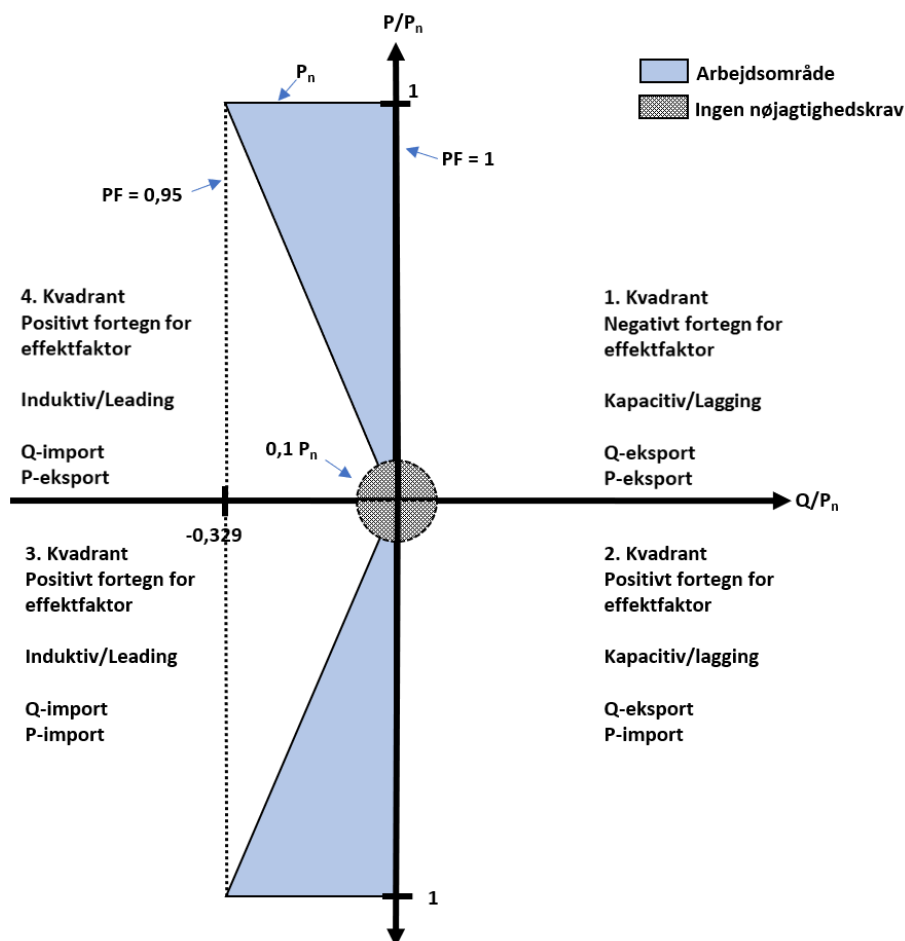
Kapitel 12

ikke-synkront energilageranlæg af type A

§ 107. Et ikke-synkront energilageranlæg af type A skal opfylde kravene i kapitel 2 og dette kapitel 12, dog under hensyn til de undtagelser, som fremgår af kapitlerne.

Arbejdsområde for P/P_n

§ 108. Energilageranlægget skal være i stand til at optage reaktiv effekt i tilslutningspunktet, som angivet i Figur 27, medmindre den relevante systemoperatør har fastsat en induktiv effektfaktor større end 0,95.



Figur 27 Krav til arbejdsområde for P/P_n .

Stk. 2. I de tilfælde, hvor P er under 10 % af P_n , er der ikke krav til præcision og nøjagtighed. Udvekslingen af ukontrolleret reaktiv effekt må dog i dette tilfælde ikke være større end 10 % af energilageranlæggets P_n .

Kapitel 13

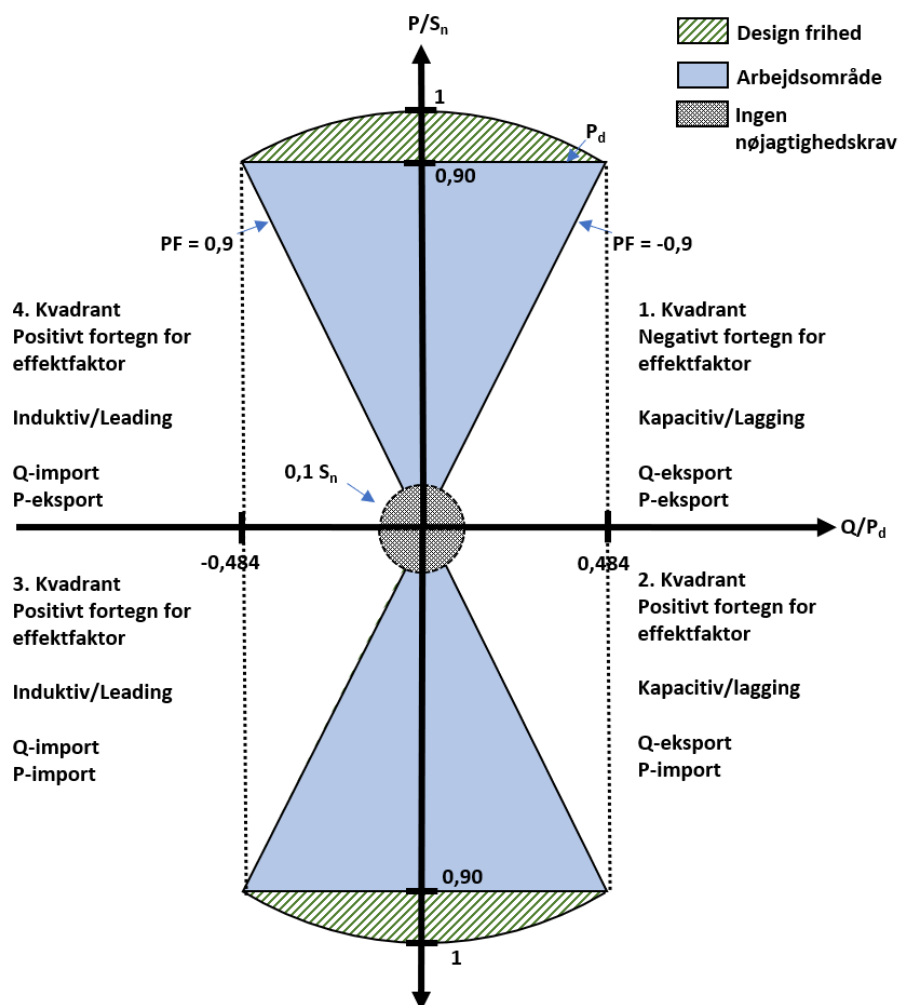
Ikke-synkront energilageranlæg af type B

§ 109. Et ikke-synkront energilageranlæg af type B skal opfylde kravene i kapitel 2, 3, 12 og dette kapitel 13, dog under hensyn til de undtagelser, som fremgår af kapitlerne, og med undtagelse af kravene til:

- a) arbejdsområde for P/P_n i § 108.

Arbejdsområde som funktion af P/S_n tilsluttet til og med 1 kV

§ 110. Energilageranlæg tilsluttet til og med 1 kV skal være i stand til at levere og optage reaktiv effekt i tilslutningspunktet inden for arbejdsområdet angivet i Figur 28.

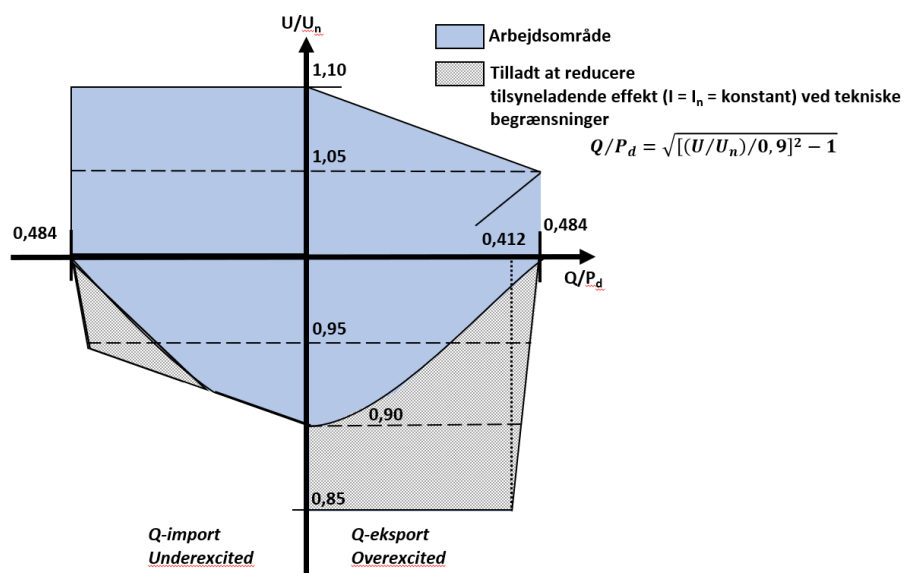


Figur 28 Arbejdsområde for P/S_n – tilsluttet til og med 1 kV.
Kvadrantnummerering følger generatorkonventionen.

Stk. 2. I de tilfælde, hvor P er under 10 % af S_n , er der ikke krav til præcision og nøjagtighed. Udvekslingen af ukontrolleret reaktiv effekt må dog i dette tilfælde ikke være større end 10 % af energilageranlæggets S_n .

Arbejdsområde for U/U_n – tilsluttet til og med 1 kV

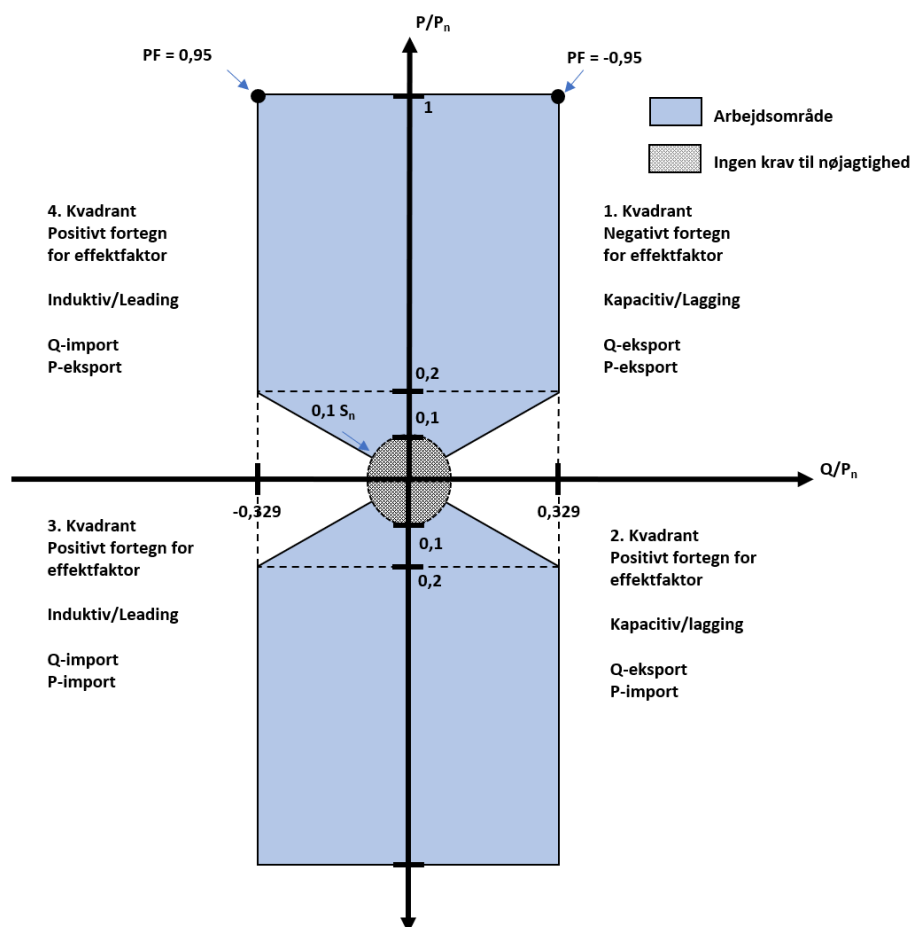
§ 111. Energilageranlæg tilsluttet under 1 kV skal ved maksimal produktion (P_d) af aktiv effekt kunne levere og optage reaktiv effekt i tilslutningspunktet inden for arbejdsområdet angivet i Figur 29.



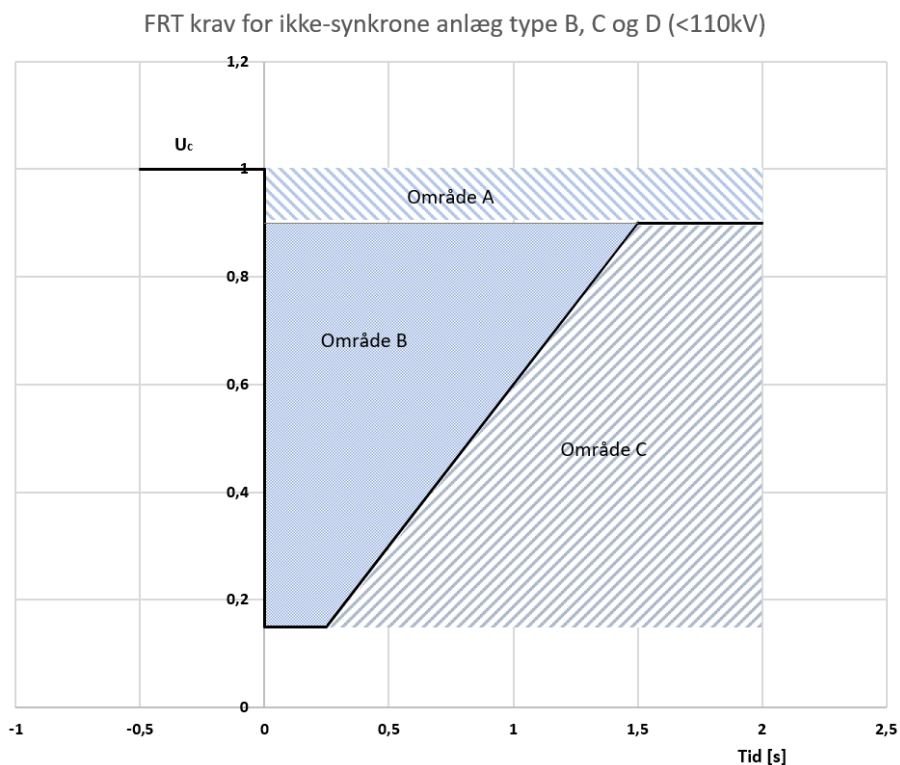
Figur 29 Arbejdsområde for U/U_n – tilsluttet til og med 1 kV.

Arbejdsområde for P/P_n – tilsluttet over 1 kV

§ 112. Energilageranlæg tilsluttet over 1 kV skal være i stand til at levere og optage reaktiv effekt i tilslutningspunktet inden for arbejdsområdet angivet i Figur 30.



Figur 30 Arbejdsområde for P/P_n - tilsluttet over 1 kV.
Kvadrantnummerering følger generatorkonventionen.



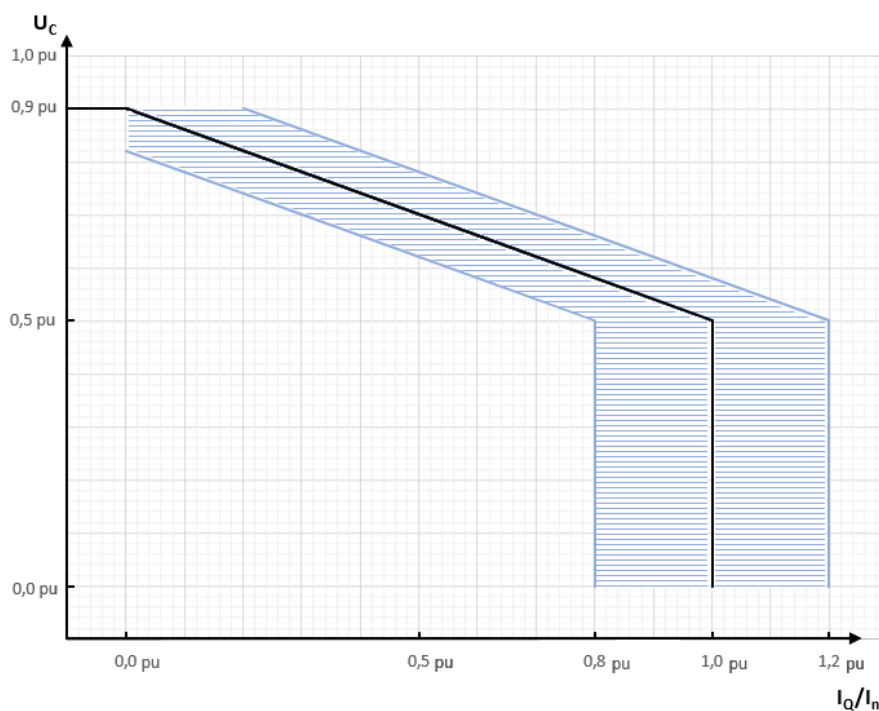
Figur 32 Krav til UV-FRT – For tilslutning op til og med 1 kV er U_c lig med U_n .

Stk. 2. Hvis spændingen i tilslutningspunktet i forbindelse med et fejlforløb efter 1,5 sekunder er tilbage på mindst $0,9 U_n$ ved tilslutninger til og med 1 kV og $0,9 U_c$ ved tilslutninger over 1 kV, skal et eventuelt nyt spændingsdyk betragtes som en ny fejlsituation.

Stk. 3. Hvis flere på hinanden følgende fejlforløb inden for område B gør, at anlægget tidsmæssigt kommer ind i område C, er det tilladt, at anlægget udkobles.

Fast Fault Current (FFC)

§ 115. Energilageranlæg skal have en reguleringsfunktion, som kan regulere den positive sekvens af den reaktive strøm under et fejlforløb (Fast Fault Current, FFC), som angivet i Figur 33.



Figur 33 Krav til FFC.

Stk. 2. Reguleringen efter stk. 1 skal:

- være påbegyndt senest 100 ms efter spændingsdykket, og
- følge karakteristikken startende fra $0,9 U_n$ til $0,5 U_n$ af ved tilslutninger til og med 1 kV og $0,9 U_c$ til $0,5 U_c$ ved tilslutninger over 1 kV, i Figur 33 med en tolerance på $\pm 20\%$ af I_n .

Funktion til forsinket exit af FRT-tilstand

§ 116. Med henblik på at forhindre togglings mellem aktivering af FFC og PFAPR skal energilageranlægget have funktion til forsinket exit af FRT-tilstand, så reguleringsfunktionen for FFC forbliver aktiv i en begrænset tidsperiode efter, at driftsforholdene i tilslutningspunktet er tilbage i normaldriftsområdet for frekvens og spænding.

Stk. 2. Egenskaben til forsinket exit af FRT-tilstand efter stk. 1 skal overholde følgende krav:

- Funktionen skal kunne indstilles til mellem 100 – 500 ms.
- Funktionen skal kunne deaktiveres.
- Distributionstilsluttede energilageranlæg skal have funktionaliteten aktiveret og indstillet til 250 ms, medmindre andet fastsættes af Energinet.
- For transmissionstilsluttede energilageranlæg fastsætter Energinet de konkrete krav og indstillingsværdier.

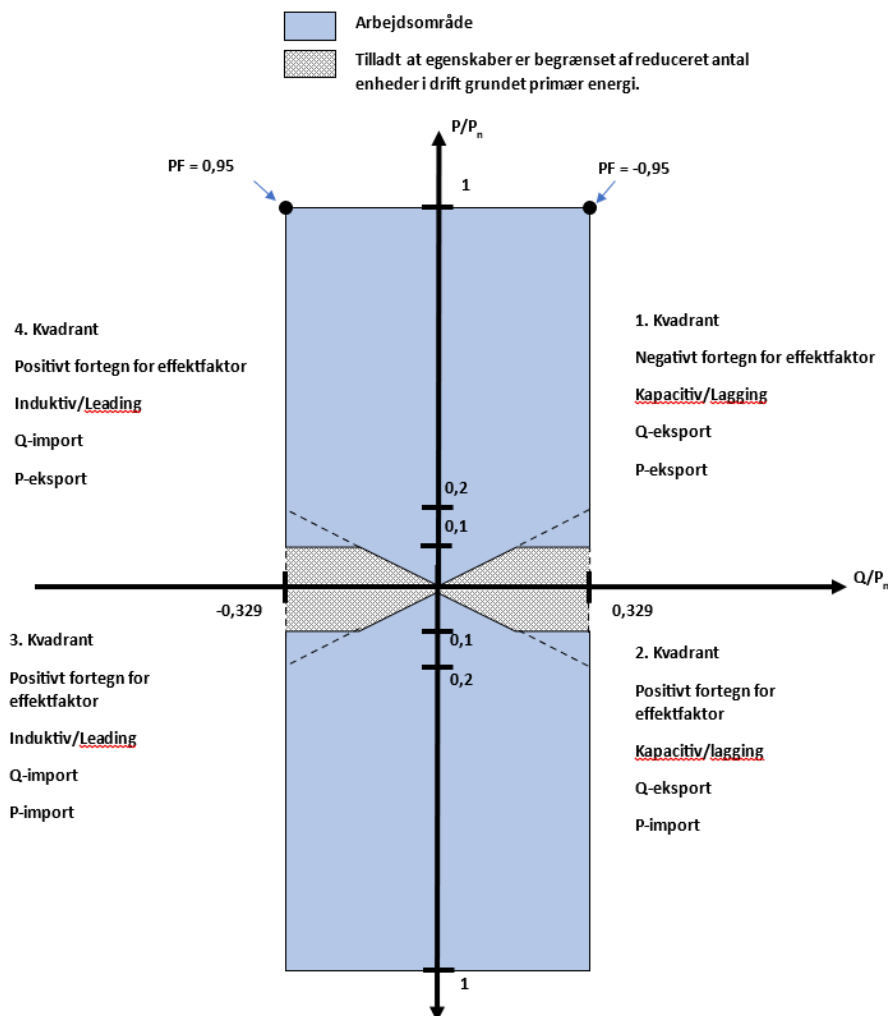
Post Fault Active Power Recovery (PFAPR)

§ 117. Energilageranlæg skal efter et spændingsdyk i elforsyningssystemet kunne returnere til normaldrift efter at driftsforholdene i tilslutningspunktet er tilbage i området normalt driftsområde (Post Fault Active Power Recovery, PFAPR), som vist i Figur 34. **Fejl! Hensivningskilde ikke fundet..**

e) krav til arbejdsområde for U/U_c i § 113.

Arbejdsområde for P/P_n

§ 119. Energilageranlæg skal være i stand til at levere og optage reaktiv effekt i tilslutningspunktet inden for arbejdsområdet angivet i Figur 35.

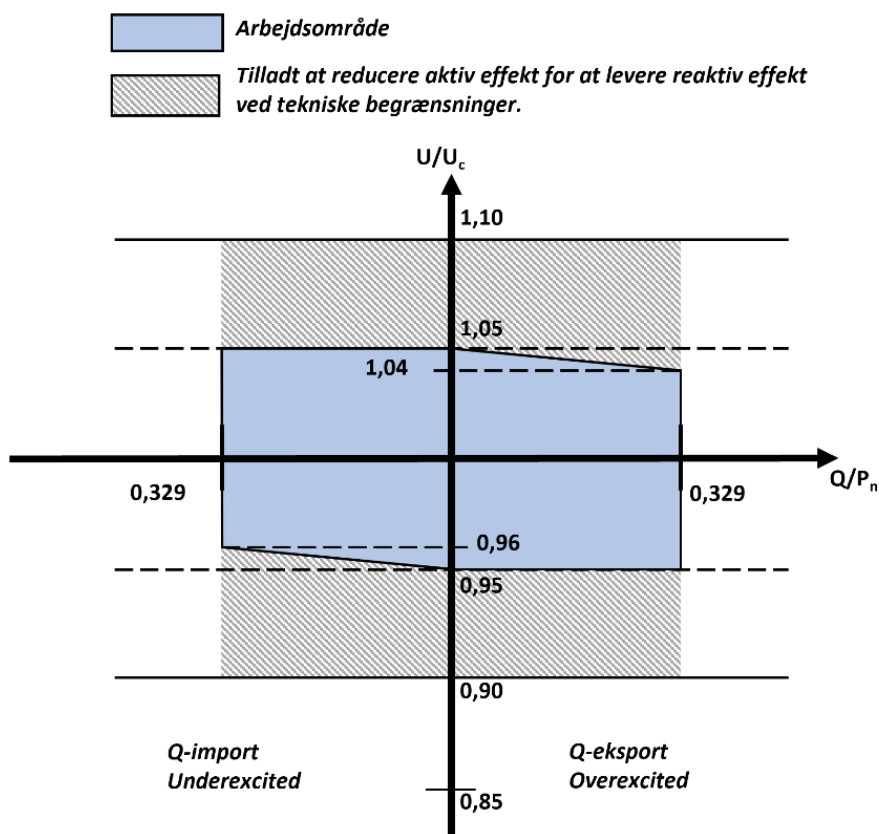


Figur 35 Arbejdsområde for P/P_n .

Kvadrantnummerering følger generatorkonventionen.

Arbejdsområde for U/U_c

§ 120. Energilageranlæg skal ved maksimal produktion af aktiv effekt kunne levere og optage reaktiv effekt i tilslutningspunktet inden for arbejdsområdet angivet i Figur 36.



Figur 36 Arbejdsområde for U/U_c .

Power Oscillation Damping (POD)

§ 121. Energilageranlæg skal kunne dæmpe effektsvingninger (Power Oscillation Damping, POD).

Stk. 2. Egenskaben til POD efter stk. 1 skal overholde følgende krav:

- a) Aktiv effekt-oscillationer genereret af energilageranlægget, med frekvenser lig med og over 0,1 Hz og op til og med 50,0 Hz, må ikke overstige den mindst restriktive af:
 - i. $\pm 0,5\%$ af den aktuelle effektproduktion eller effektforbrug
 - ii. $\pm 0,25\%$ af P_n .
- b) Effekt-oscillationer, som overskrider grænsen efter litra a), skal dæmpes til at være inden for grænseværdierne inden for 180 sekunder efter overskridelsen.
- c) Egenskab for dæmpning af effekt-oscillationer gælder for alle spændinger inden for normaldriftsområdet for spændinger og frekvens og inden for det tidsbegrænsede driftsspændingsområde.
- d) Kravet gælder og eftervises ved normale, stabile forhold i tilslutningspunktet og efter enkelte hændelser uden for energilageranlægget. Ved gentagne hændelser i elforsyningssystemet skal anlæggets effekt-oscillationer være dæmpet til at være inden for grænseværdierne senest 180 sekunder efter den seneste hændelse i elforsyningssystemet.

Kapitel 15

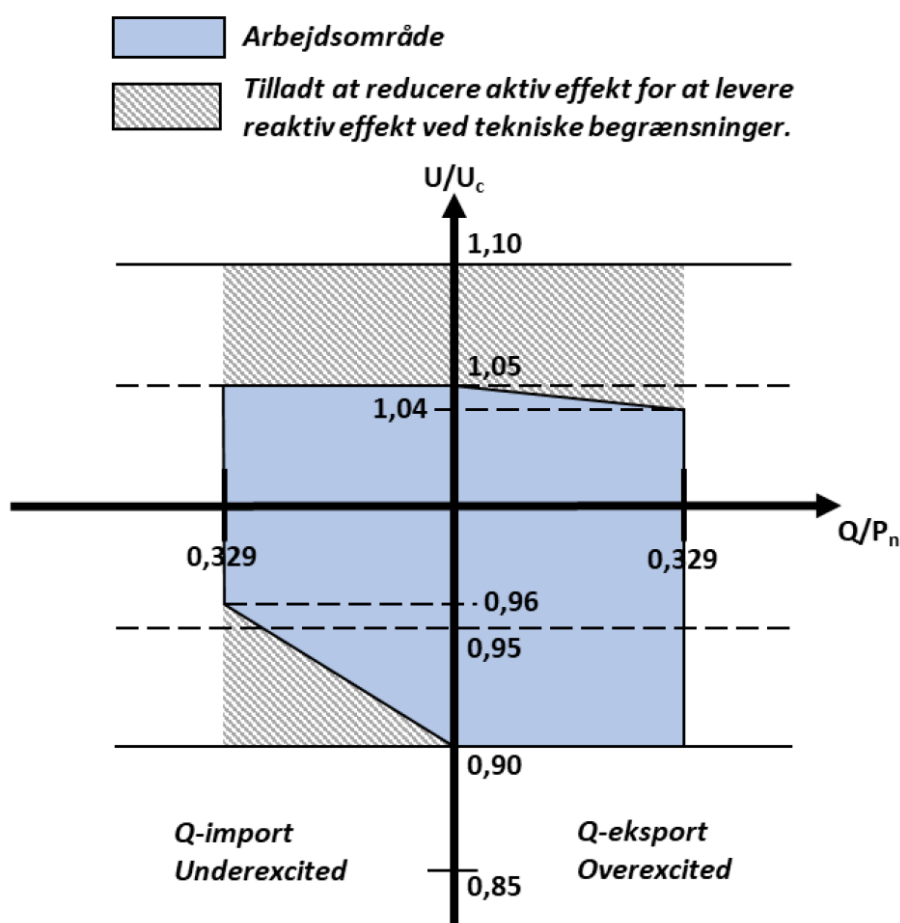
Ikke-synkront energilageranlæg af type D

§ 122. Et ikke-synkront energilageranlæg af type D skal opfylde kravene i kapitel 2, 3, 4, 5, 12, 13, 14 og dette kapitel 15, dog under hensyn til de undtagelser, som fremgår af kapitlerne, og med undtagelse af kravene til:

- a) krav til arbejdsområde for P/P_n i § 108
- b) krav til arbejdsområde for P/S_n i § 110
- c) krav til arbejdsområde for U/U_n i § 111
- d) krav til arbejdsområde for P/P_n i § 112
- e) krav til arbejdsområde for U/U_c i § 113
- f) krav til arbejdsområde for U/U_c i § 120.

Arbejdsområde for U/U_c

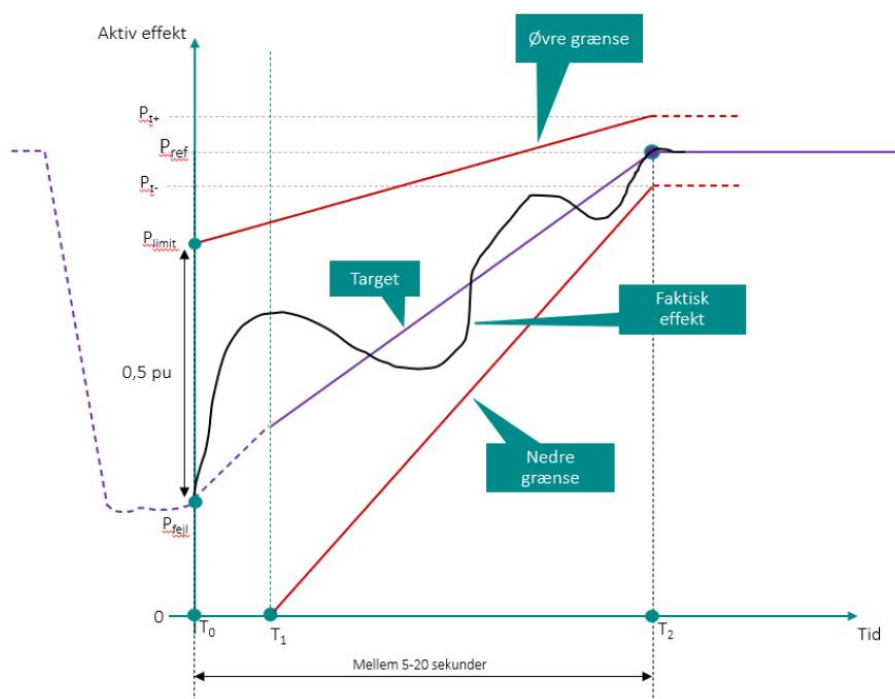
§ 123. Energilageranlæg skal ved maksimal produktion af aktiv effekt kunne levere og optage reaktiv effekt i tilslutningspunktet inden for arbejdsområdet angivet i Figur 37.



Figur 37 Arbejdsområde for U/U_c .

Udvidet Post Fault Active Power Recovery (udvidet PFAPR)

§ 124. Energilageranlæg skal efter et spændingsdyk i elforsyningssystemet kunne returnere til normaldrift i et udvidet forløb efter, at driftsforholdene i tilslutningspunktet er tilbage i normaldriftsområdet for frekvenser og spændinger (udvidet PFAPR), som vist i Figur 38.



Figur 38 Krav til udvidet PFAPR. Lilla linje (target) og sort linje (faktisk effekt) er et illustrativt eksempel.

Stk. 2. Egenskaben til udvidet PFAPR efter stk. 1 skal overholde følgende krav:

- a) Energilageranlægget skal efter et indsvingningsforløb genoptage driftspunktet før fejlen senest 20 sekunder efter, at driftsforholdene i tilslutningspunktet er tilbage i normaldriftsområdet for frekvens og spænding.
- b) Tidspunktet T_2 , hvor den aktive effekt er tilbage til driftspunktet før fejlen, skal kunne indstilles til mellem 5 og 20 sekunder med en opløsning på 1 sekund.
- c) Den aktive effekt skal ligge inden for den øvre og nedre grænse angivet i Figur 38. Den øvre grænse er linjen fra P_{limit} ved T_0 og til P_{t+} ved T_2 , hvor P_{limit} er $P_{fejl} + 0,5 pu$, og P_{fejl} er den aktive effekt til tidspunkt T_0 . Den nedre grænse er linjen fra $P = 0$ ved T_1 og til P_{t-} ved T_2 .
- d) Den maksimale gradient under reguleringen (mellem T_0 og T_2) må ikke overstige 25 % af P_n pr. sekund og skal ligge inden for området angivet i Figur 38, hvor:
 - i. T_0 er tidspunktet, hvor driftsforholdene er tilbage i normaldriftsområdet for frekvenser og spændinger
 - ii. T_0 til T_1 er mellem 100 – 500 millisekunder og angiver, når energilageranlægget forlader FRT-tilstand, når funktionen til forsinket exit af FRT-tilstand anvendes, jf. § 117. Hvis funktionen til forsinket exit af FRT-tilstand ikke anvendes, er $T_0 = T_1$
 - iii. T_2 er tidspunktet, hvor energilageranlægget har genoptaget driftspunktet før fejlen (op til 20 sekunder efter T_0)
 - iv. P_{ref} er energilageranlæggets driftspunkt før fejl
 - v. P_{t+} og P_{t-} er $P_{ref} \pm 5\%$ af P_n .
- e) Nøjagtighed for en fuldført regulering skal være $\pm 5\%$ af P_n , med forbehold for ændring i tilgængeligheden af primær energikilde.

Stk. 3. Den relevante systemoperatør fastsætter, om henholdsvis funktionen til PFAPR eller udvidet PFAPR skal være aktiv.

Kapitel 16

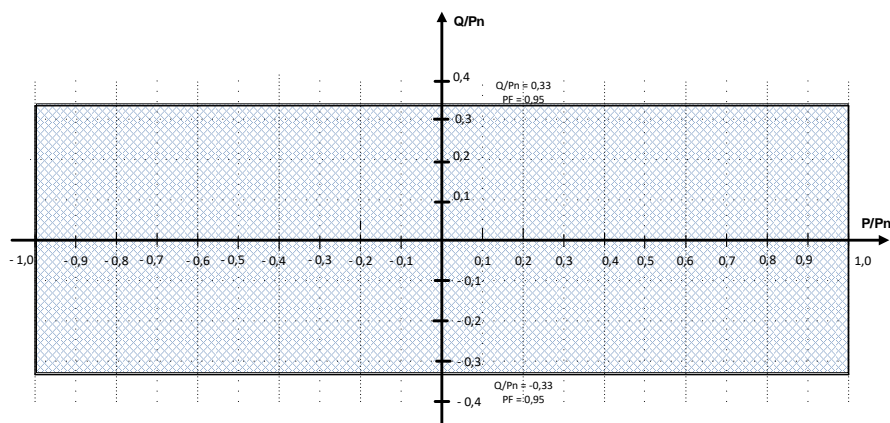
Transmissionstilsluttet ikke-synkront energilageranlæg

§ 125. Et transmissionstilsluttet ikke-synkront energilageranlæg skal opfylde kravene i kapitel 2, 3, 4, 5, 6, 12, 13, 14, 15 og dette kapitel 16, dog under hensyn til de undtagelser, som fremgår af kapitlerne, og med undtagelse af kravene til:

- a) krav til arbejdsområde for P/P_n i § 108
- b) krav til arbejdsområde for P/S_n i § 110
- c) krav til arbejdsområde for U/U_n i § 111
- d) krav til arbejdsområde for P/P_n i § 112
- e) krav til arbejdsområde for U/U_c i § 113
- f) krav til UV-FRT i § 114
- g) krav til FFC i § 115
- h) krav til arbejdsområde for P/P_n i § 119
- i) krav til arbejdsområde for U/U_c i § 120
- j) krav til arbejdsområde for U/U_c i § 123.

Arbejdsområde for P/P_n

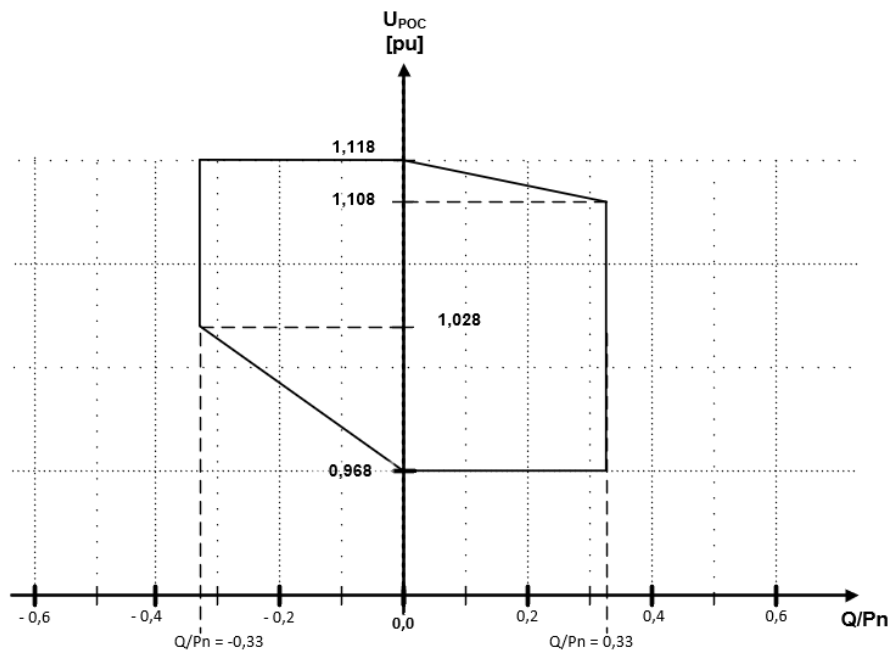
§ 126. Energilageranlæg skal være i stand til at levere og optage reaktiv effekt i tilslutningspunktet inden for arbejdsområdet angivet i Figur 39.



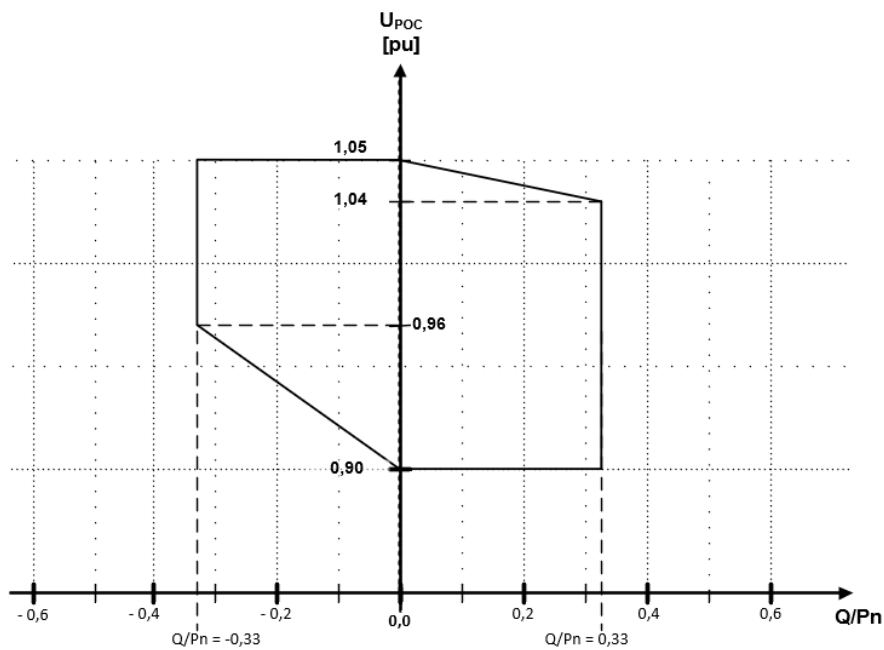
Figur 39 Arbejdsområde for P/P_n .

Arbejdsområde for $U-Q/P_n$

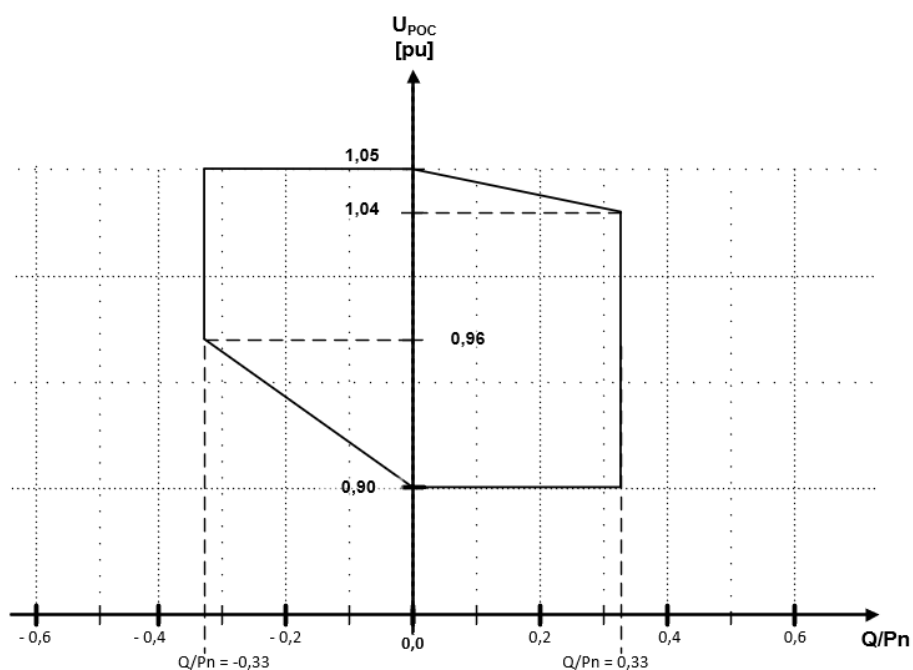
§ 127. Energilageranlæg skal ved maksimal produktion og forbrug af aktiv effekt kunne levere og optage reaktiv effekt i tilslutningspunktet inden for arbejdsområdet, som for tilslutning mellem 110-300 kV er angivet i Figur 40 for DK1 og Figur 41 for DK2, og for tilslutning mellem 300-400 kV er angivet i Figur 42.



Figur 40 Arbejdsområde for U - Q/P_n ved tilslutning mellem 110-300 kV i DK1.



Figur 41 Arbejdsområde for U - Q/P_n ved tilslutning mellem 110-300 kV i DK2.



Figur 42 Arbejdsområde for U - Q/P_n ved tilslutning mellem 300-400 kV.

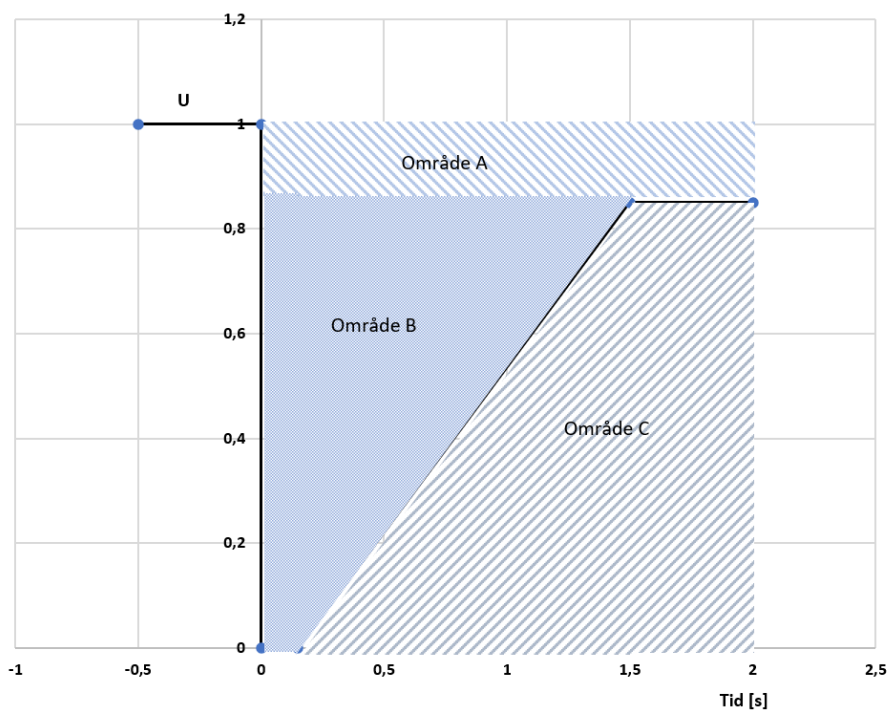
Undervoltage Fault-Ride-Through (UV-FRT) i DK1

§ 128. Energilageranlæg tilsluttet i DK1 skal i tilslutningspunktet kunne tolerere et spændingsdyk uden udkobling (UV-FRT), som anført i Tabel 45 og vist i Figur 43.

	Spænding		Varighed [s]
U_{ret}	0	T_{clear}	0,15
U_{clear}	0	T_{rec1}	0,15
U_{rec1}	0	T_{rec2}	0,15
U_{rec2}	0,85	T_{rec3}	1,50

Tabel 45 Krav til UV-FRT.

FRT krav for ikke-synkron anlæg type D (>110kV) i DK1



Figur 43 Krav til UV-FRT i DK1.

Stk. 2. Hvis spændingen i tilslutningspunktet i forbindelse med et fejlforløb efter 1,5 sekunder er tilbage på mindst 0,85 pu, skal et eventuelt nyt spændingsdyk betragtes som en ny fejlsituation.

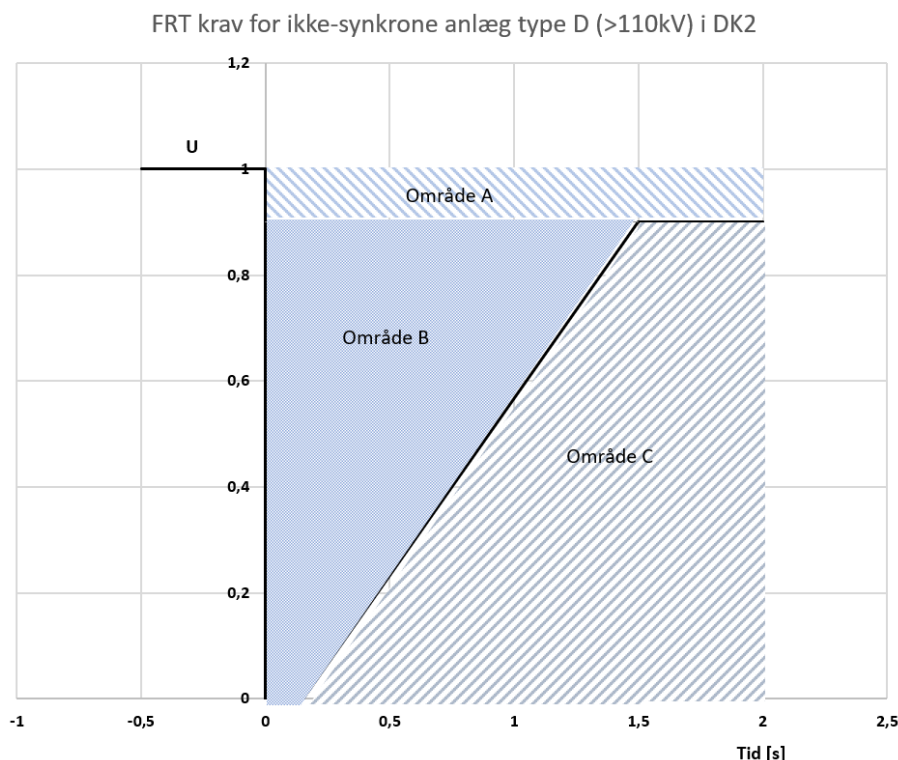
Stk. 3. Hvis flere på hinanden følgende fejlforløb inden for område B gør, at anlægget tidsmæssigt kommer ind i område C, er det tilladt, at anlægget udkobles.

Undervoltage Fault-Ride-Through (UV-FRT) i DK2

§ 129. Energilageranlæg tilsluttet i DK2 skal i tilslutningspunktet kunne tolerere et spændingsdyk uden udkobling (UV-FRT), som anført i Tabel 46 og vist i Figur 44.

	Spænding		Varighed [s]
U_{ret}	0	T_{clear}	0,15
U_{clear}	0	T_{rec1}	0,15
U_{rec1}	0	T_{rec2}	0,15
U_{rec2}	0,90	T_{rec3}	1,50

Tabel 46 Krav til UV-FRT.



Figur 44 Krav til UV-FRT i DK2.

Stk. 2. Hvis spændingen i tilslutningspunktet i forbindelse med et fejlforløb efter 1,5 sekunder er tilbage på mindst 0,90 pu, skal et eventuelt nyt spændingsdyk betragtes som en ny fejlsituation.

Stk. 3. Hvis flere på hinanden følgende fejlforløb inden for område B gør, at anlægget tidsmæssigt kommer ind i område C, er det tilladt, at anlægget udkobles.

Q-regulering

§ 130. Energilageranlæg skal kunne levere og optage en fast reaktiv effekt i tilslutningspunktet (Q-regulering).

Stk. 2. Q-reguleringen efter stk. 1 skal kunne regulere således, at:

- a) anvendelse af nyt setpunkt er mulig senest 2 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt
- b) regulering til et nyt setpunkt er påbegyndt senest 2 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt
- c) regulering til et nyt setpunkt er udført inden for 30 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt.

Stk. 3. Q-reguleringen efter stk. 1 skal indstilles med:

- a) en unøjagtighed på maksimalt 5 MVar eller 5 % af Q_n (den mindste heraf), hvor nøjagtigheden måles over en periode på 1 minut, og
- b) en opløsning på maksimalt 5 MVar eller 5 % af Q_n (den mindste heraf).

Effektfaktorregulering

§ 131. Energilageranlæg skal kunne levere og optage aktiv og reaktiv effekt med en fast effektfaktor i tilslutningspunktet (effektfaktorregulering).

Stk. 2. Effektfaktorreguleringen efter stk. 1 skal kunne regulere således, at:

- a) anvendelse af nyt setpunkt er mulig senest 2 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt

- b) regulering til et nyt setpunkt er påbegyndt senest 2 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt
- c) regulering til et nyt setpunkt er udført inden for 30 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt.

Stk. 3. Effektfaktorreguleringen efter stk. 1 skal indstilles med:

- a) en unøjagtighed på maksimalt ± 2 % af energilageranlæggets Q_n , hvor nøjagtigheden måles over en periode på 1 minut, og
- b) en opløsning på 0,01 eller bedre.

Spændingsregulering

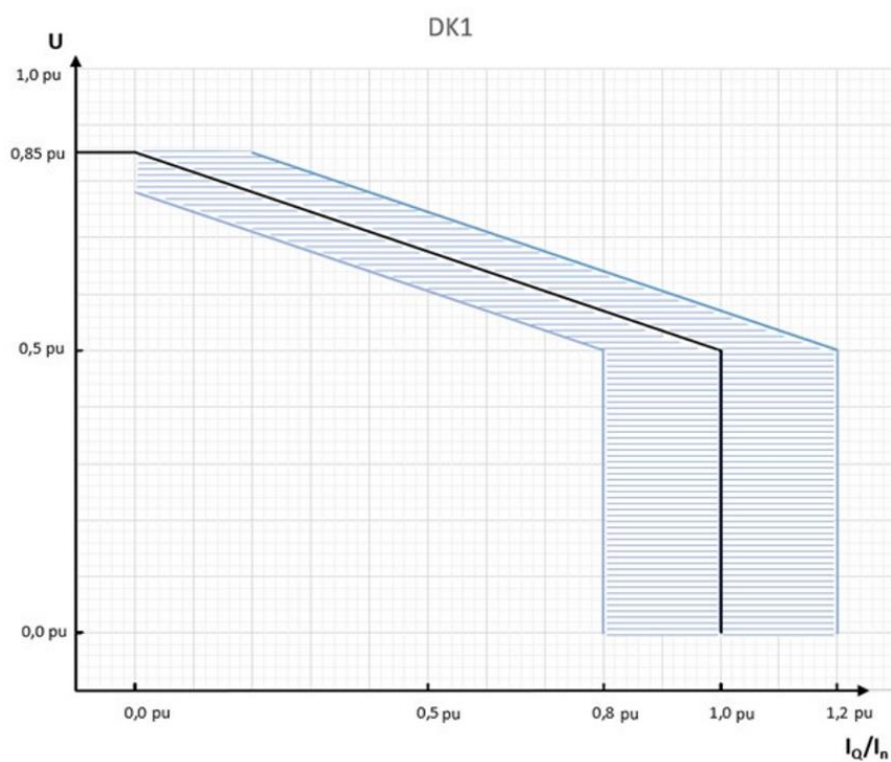
§ 132. Energilageranlæg skal kunne levere og optage reaktiv effekt og derved fastholde en stabil og konstant spænding i tilslutningspunktet (spændingsregulering).

Stk. 2. Spændingsregulering efter stk. 1 skal kunne regulere således, at 90 % af setpunktsændringen er reguleret inden for 1 sekund, og de resterende 10 %, op til 100 %, er færdigreguleret inden for 5 sekunder fra modtagelse af ordre om ændring af setpunkt. Spændingsreguleringen skal indstilles med:

- a) en unøjagtighed på maksimalt ± 5 % af energilageranlæggets Q_n , hvor nøjagtigheden måles over en periode på 1 minut
- b) en opløsning for statikken på højst 0,5 %. Statikken skal kunne indstilles i intervallet 2 % til 7 %
- c) en trinstørrelse af dødbåndet, der kan indstilles i intervallet ± 5 % af U_{ref} med en trin-størrelse på højst 0,25 % for 220/400 kV og 0,5 % for 132/150 kV og skal være symmetrisk omkring setpunktet for spændingsreguleringen
- d) et setpunkt fastsat af den relevante systemoperatør inden for området for normaldriftsspændinger.

Fast Fault Current (FFC) for DK1

§ 133. Energilageranlæg skal have en reguleringsfunktion, som kan regulere den positive sekvens af den reaktive strøm under et fejlforløb (Fast Fault Current, FFC), som angivet i Figur 45.



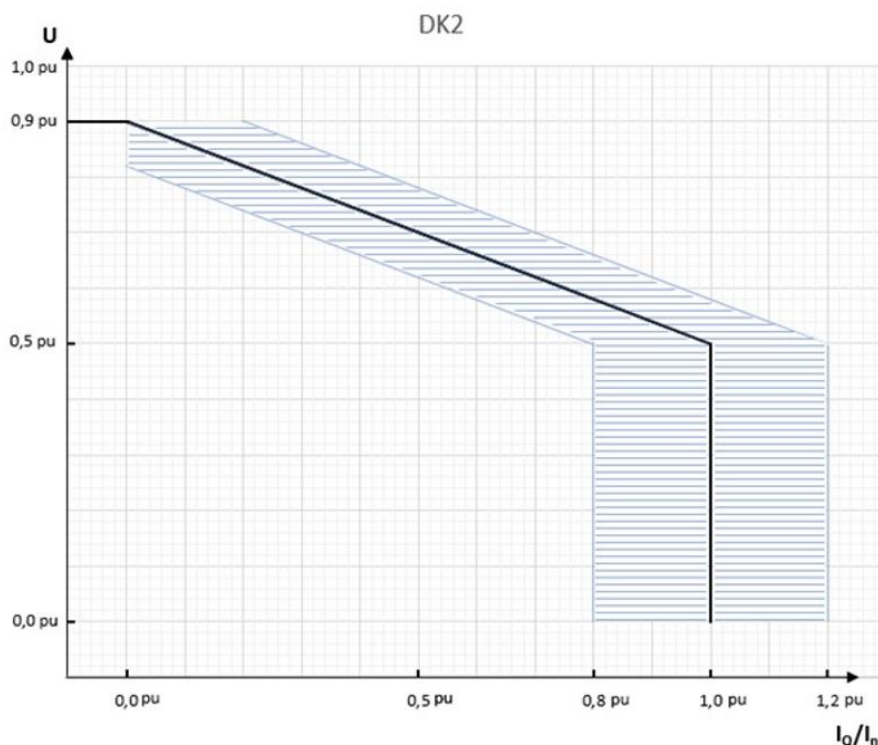
Figur 45 Krav til FFC i DK1.

Stk. 2. Regleringen efter stk. 1 skal:

- a) være påbegyndt senest 100 ms efter spændingsdykket, og
- b) følge karakteristikken startende fra 0,9 pu til 0,5 pu i Figur 45 med en tolerance på $\pm 20\%$ af I_n .

Fast Fault Current (FFC) for DK2

§ 134. Energilageranlæg tilsluttet transmissionssystemet skal have en reguleringsfunktion, som kan regulere den positive sekvens af den reaktive strøm under et fejlforløb (Fast Fault Current, FFC), som angivet i Figur 46.



Figur 46 Krav til FCC i DK2.

Stk. 2. Reguleringen efter stk. 1 skal:

- a) være påbegyndt senest 100 ms efter spændingsdykket, og
- b) følge karakteristikken startende fra 0,9 pu til 0,5 pu i Figur 46 med en tolerance på $\pm 20\%$ af I_n .

Kapitel 17

Overholdelse af krav

Anlægsejers ansvar

§ 135. Anlægsejeren sikrer, at energilageranlægget opfylder kravene i denne forskrift i hele anlæggets levetid.

Stk. 2. Anlægsejeren underretter den relevante systemoperatør om enhver planlagt ændring af energilagersanlæggets tekniske egenskaber, der kan have betydning for opfyldelsen af kravene i denne forskrift, inden ændringen foretages.

Stk. 3. Anlægsejeren underretter den relevante systemoperatør om enhver hændelse vedrørende drift af eller fejl på energilageranlægget, der har indvirkning på opfyldelsen af kravene i denne forskrift, umiddelbart efter, at sådanne hændelser finder sted.

Stk. 4. Anlægsejeren underretter i god tid inden iværksættelse den relevante systemoperatør om planlagte testprogrammer og -procedurer, der skal følges i forbindelse med verificering af energilageranlæggets opfyldelse af kravene i denne forskrift. Den relevante systemoperatør forhåndsgodkender de planlagte testprogrammer og -procedurer. Den relevante systemoperatørs godkendelse gives i rimelig tid og må ikke forsinkes uden rimelig grund.

Stk. 5. Den relevante systemoperatør skal have mulighed for at deltage i tests og registrere energilageranlæggets ydeevne.

Den relevante systemoperatørs opgaver

§ 136. Den relevante systemoperatør vurderer et energilageranlægs opfyldelse af kravene i denne forskrift i hele energilageranlæggets levetid. Anlægsejeren meddeles resultatet af denne vurdering.

Stk. 2. Den relevante systemoperatør har ret til at anmode anlægsejeren om at udføre overensstemmelsesprøvninger og simuleringer i henhold til en gentagelsesplan eller en generel ordning eller umiddelbart efter en fejl, ændring eller udskiftning af udstyr, der kan have indvirkning på energilageranlæggets opfyldelse af kravene i denne forskrift. Anlægsejeren meddeles resultatet af disse overensstemmelsesprøvninger og simuleringer.

Stk. 3. Den relevante systemoperatør offentliggør en liste med oplysninger og dokumenter, som anlægsejeren skal indgive, samt de krav, der skal opfyldes, i forbindelse med overensstemmelsesprocessen. Denne liste skal som minimum indeholde følgende oplysninger, dokumenter og krav:

- a) dokumentation og certifikater, som anlægsejeren skal indgive
- b) nærmere detaljer om de tekniske oplysninger om energilageranlægget, der har relevans for nettilslutningen
- c) kravene til de modeller, der skal anvendes ved undersøgelse af systemer i statisk og dynamisk tilstand
- d) en tidsplan for fremsendelse af systemdata til brug for undersøgelserne
- e) undersøgelser, der skal gennemføres af anlægsejeren med henblik på at påvise den forventede ydeevne i statisk og dynamisk tilstand i overensstemmelse med kravene i kapitel 18
- f) de betingelser og procedurer, herunder omfang, der gælder for registrering af produktcertifikater, og
- g) de betingelser og procedurer, der gælder for anlægsejerens anvendelse af relevante produktcertifikater udstedt af et godkendt certificeringsorgan.

Stk. 4. Den relevante systemoperatør offentliggør ansvarsfordelingen mellem anlægsejeren og systemoperatøren for så vidt angår overensstemmelsesprøvning, simuleringer og overvågning.

Stk. 5. Den relevante systemoperatør kan helt eller delvist uddelegere gennemførelse af sine overensstemmelsesovervågningsopgaver til tredjeparter. Hvis dette er tilfældet, sikrer den relevante systemoperatør fortsat overholdelse af kravene til fortrolighed.

Stk. 6. Hvis overensstemmelsesprøvninger eller simuleringer ikke kan udføres som aftalt mellem den relevante systemoperatør og anlægsejeren som følge af grunde, der kan henføres til den relevante systemoperatør, tilbageholder den relevante systemoperatør ikke ugrundet den i kapitel 18 omhandlede nettilslutningstilladelse.

Kapitel 18

Overensstemmelsestest og overensstemmelsessimulering

Fælles bestemmelser om overensstemmelsestest

§ 137. Test af et energilageranlægs ydeevne har til formål at påvise, at kravene i denne forskrift er opfyldt.

Stk. 2. Uden at det berører minimumskravene til overensstemmelsestest i denne forskrift, har den relevante systemoperatør ret til at:

- a) tillade, at anlægsejeren gennemfører alternative tests, forudsat at disse tests er effektive og tilstrækkelige til at påvise, at energilageranlægget opfylder kravene i denne forskrift

- b) kræve, at anlægsejeren gennemfører yderligere eller alternative tests i tilfælde, hvor de oplysninger, som den relevante systemoperatør modtager i forbindelse med overensstemmelsestests i henhold til kapitel 18, ikke er tilstrækkelige til at påvise, at kravene i denne forskrift opfyldes
- c) kræve, at anlægsejeren gennemfører passende tests med henblik på at påvise energilageranlæggets ydeevne ved drift baseret på alternative brændstoffer eller brændstofmiks. Den relevante systemoperatør og anlægsejeren aftaler hvilke typer brændstof, der skal prøves.

Stk. 3. Anlægsejeren er ansvarlig for at gennemføre tests i overensstemmelse med betingelserne i kapitel 18. Den relevante systemoperatør samarbejder og forsinker ikke unødigt gennemførelsen af testene.

Stk. 4. Den relevante systemoperatør skal kunne deltage i overensstemmelsestests enten på stedet eller ved hjælp af en fjernforbindelse til systemoperatørens kontrolcenter. Med henblik herpå stiller anlægsejeren det nødvendige overvågningsudstyr til registrering af alle relevante testsignaler og -målinger til rådighed og sikrer, at dennes nødvendige repræsentanter er tilgængelige på stedet i hele testperioden. Signaler fastsat af den relevante systemoperatør skal leveres, hvis systemoperatøren, for udvalgte tests, ønsker at anvende eget udstyr til at registrere ydeevne. Det er op til den relevante systemoperatør at beslutte, om denne ønsker at deltage.

Fælles bestemmelser om overensstemmelsessimulering

§ 138. Simulering af et energilageranlægs ydeevne har til formål at påvise, at kravene i denne forskrift er opfyldt.

Stk. 2. Uden at det berører minimumskravene til overensstemmelsessimulering i denne forskrift, kan den relevante systemoperatør:

- a) tillade, at anlægsejeren gennemfører alternative simuleringer, forudsat at disse simuleringer er egnet og tilstrækkelige til at påvise, at energilageranlægget opfylder kravene i denne forskrift eller i øvrige gældende krav
- b) kræve, at anlægsejeren gennemfører yderligere eller alternative simuleringer, i tilfælde hvor de oplysninger, som den relevante systemoperatør modtager i forbindelse med overensstemmelsessimuleringer i henhold til kapitel 18, ikke er tilstrækkelige til at påvise, at kravene i denne forskrift opfyldes.

Stk. 3. Med henblik på at påvise opfyldelse af kravene i denne forskrift fremlægger anlægsejeren en rapport med resultaterne af simuleringerne for energilageranlægget. Den relevante systemoperatør skal godkende anlægsejers metode til overensstemmelsessimulering.

Stk. 4. Den relevante systemoperatør har ret til at kontrollere, at energilageranlægget opfylder kravene i denne forskrift ved selv at gennemføre overensstemmelsessimuleringer på baggrund af de fremlagte simuleringsrapporter, simuleringsmodeller og overensstemmelsestestmålinger.

Stk. 5. Den relevante systemoperatør forsyner anlægsejeren med tekniske oplysninger og en simuleringsmodel for nettet i det omfang, at disse er nødvendige for at gennemføre de påkrævede simuleringer.

Overensstemmelsestest for synkrone energilageranlæg af type B

§ 139. Anlægsejere gennemfører overensstemmelsesprøvning af LFSM-O-tilstand, for så vidt angår synkrone energilageranlæg af type B. I stedet for at gennemføre de relevante tests kan anlægsejeren vælge at henholde sig til produktcertifikater, der er udstedt af et godkendt certificeringsorgan, med henblik på at påvise opfyldelse af det pågældende krav. I så fald indgives produktcertifikaterne til den relevante systemoperatør.

Stk. 2. Der gælder følgende krav til prøvning af LFSM-O-tilstand:

- a) Energilageranlæggets tekniske kapacitet til konstant modulering af aktiv effekt med henblik på at bidrage til frekvensreguleringen i tilfælde af en stor stigning i systemets frekvens skal påvises. Parametre for regulering i statisk tilstand, såsom parametre for statik (negativ hældning) og dødbånd samt dynamiske parametre, herunder respons på ændringer i frekvenstrin, skal verificeres.
- b) Testen gennemføres ved at simulere frekvenstrin og -ramper, der er store nok til at udløse en ændring i maksimaleffekten for aktiv effekt på mindst 10 % under hensyntagen til statikindstillingerne for negativ hældning og dødbånd. Om nødvendigt indgives der simulerede signaler om frekvensafvigelse simultant ved både hastighedsregulatoren og lastreguleringen i kontrolsystemet under hensyntagen til det pågældende kontrolsystems ordning.
- c) Testen betragtes som vellykket, hvis følgende betingelser er opfyldt:
 - i. Testresultaterne for såvel de dynamiske som de statiske parametre opfylder kravene til LFSM-O.
 - ii. Der forekommer ingen udæmpede svingninger efter respons på trinændring.

Overensstemmelsestest for synkrone energilageranlæg af type C

§ 140. Ud over overensstemmelsesprøvnninger for synkrone energilagersanlæg af type B gennemfører anlægsejere de overensstemmelsesprøvnninger, der er fastsat i stk. 2, 3, 4 og 6, i denne bestemmelse for så vidt angår synkrone energilageranlæg af type C. Hvis et energilageranlæg har evne til start fra dødt net, gennemfører anlægsejeren desuden de i stk. 5 omhandlede tests. I stedet for den relevante test kan anlægsejeren vælge at henholde sig til produktcertifikater, der er udstedt af et godkendt certificeringsorgan, med henblik på at påvise opfyldelse af det pågældende krav. I så fald indgives produktcertifikaterne til den relevante systemoperatør.

Stk. 2. Der gælder følgende krav til test af LFSM-U-tilstand:

- a) Energilageranlæggets tekniske kapacitet til konstant modulering af aktiv effekt ved driftspunkter under maksimaleffekt med henblik på at bidrage til frekvensreguleringen i tilfælde af et stort fald i systemets frekvens skal påvises.
- b) Testen gennemføres ved at simulere passende referencepunkter for aktiv effekt ved lave frekvenstrin og -ramper, der er store nok til at udløse en ændring på mindst 10 % af maksimaleffekten for aktiv effekt under hensyntagen til statikindstillingerne for negativ hældning og dødbånd. Om nødvendigt indgives der simulerede signaler om frekvensafvigelse simultant ved både hastighedsregulator- og lastreguleringsreferencerne.
- c) Testen betragtes som vellykket, hvis følgende betingelser er opfyldt:
 - i. Testresultaterne for såvel de dynamiske som de statiske parametre opfylder kravene til LFSM-U.
 - ii. Der forekommer ingen udæmpede svingninger efter respons på trinændring.

Stk. 3. Der gælder følgende krav til test af FSM-tilstand:

- a) Energilageranlæggets tekniske kapacitet til konstant modulering af aktiv effekt i det fulde driftsinterval mellem maksimaleffekten og den nedre grænse for regulering med henblik på at bidrage til frekvensreguleringen skal påvises. Parametre for regulering i statisk tilstand, såsom parametre for statik (negativ hældning) og dødbånd samt dynamiske parametre, herunder robusthed ved respons på afvigelser i frekvenstrin og store, hurtige ændringer i frekvens, skal verificeres
- b) Testen gennemføres ved at simulere frekvenstrin og -ramper, der er store nok til at udløse hele intervallet for frekvensrespons for aktiv effekt under hensyntagen til statikindstillingerne for negativ hældning, dødbånd og evnen til reelt at øge eller redu-

cere den aktive effekt i forhold til det pågældende driftspunkt. Om nødvendigt indgives der simulerede signaler om frekvensafvigelse simultant ved både hastighedsregulatoren og lastreguleringen i enhedens eller anlæggets kontrolsystem

- c) Testen betragtes som vellykket, hvis følgende betingelser er opfyldt:
- i. Tiden frem til fuld aktivering af frekvensresponsintervallet for aktiv effekt som et resultat af frekvenstrinændringen overstiger ikke den fastsatte tid til FSM-reguleringsfunktionen.
 - ii. Der forekommer ingen udæmpede svingninger efter respons på trinændring.
 - iii. Den indledende forsinkelse overholder bestemmelserne til FSM-reguleringsfunktionen.
 - iv. Statikindstillingerne for negativ hældning er til rådighed inden for det fastsatte interval til LFSM, og dødbåndet (tærsklen) overstiger ikke den fastsatte værdi til FSM-reguleringsfunktionen.
 - v. Frekvensresponsen for aktiv effekts ufølsomhed ved et hvilket som helst relevant driftspunkt overstiger ikke de fastsatte krav til FSM-reguleringsfunktionen.

Stk. 4. For test af frekvensgenoprettelseskontrol gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets tekniske kapacitet til at deltage i frekvensgenoprettelseskontrol skal påvises, og samarbejdet mellem FSM-tilstand og frekvensgenoprettelseskontrol skal kontrolleres.
- b) Testen betragtes som vellykket, hvis resultaterne for såvel de dynamiske som de statiske parametre opfylder kravene til LFSM.

Stk. 5. For test af evnen til start fra dødt net gælder følgende krav:

- a) Hvis et energilageranlæg har evne til start fra dødt net, skal denne evne til at starte op efter en nedlukning uden nogen form for forsyning med ekstern elektrisk energi påvises.
- b) Testen betragtes som vellykket, hvis opstartstiden holdes inden for den tidsramme, der er fastsat i udbuddet til systemgenoprettelsesreserven.

Stk. 6. For prøvning af overgang til blok-ø-drift gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets tekniske kapacitet til at overgå til og opretholde stabil drift i blok-ø-drift skal påvises.
- b) Prøvnningen gennemføres ved maksimaleffekt og energilageranlæggets Q_n inden lastfordeling.
- c) Den relevante systemoperatør skal have ret til at fastsætte yderligere betingelser under hensyntagen til kravet til (gen-)jindkobling og synkronisering.

Stk. 7. For test af evne til at levere reaktiv effekt gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets tekniske kapacitet til at levere reaktiv effekt med positiv og negativ faseforskydning i overensstemmelse arbejdsområdet for energilageranlægget, skal påvises.
- b) Testen betragtes som vellykket, hvis følgende betingelser er opfyldt:
 - i. Energilageranlægget kører ved maksimal reaktiv effekt, med både positiv og negativ faseforskydning, i mindst en time ved laveste stabile driftsniveau, maksimal effekt og et driftspunkt for aktiv effekt, der ligger mellem disse maksimums- og minimumsniveauer.
 - ii. Energilageranlæggets evne til at skifte til en hvilken som helst værdi for reaktiv effekt inden for det aftalte eller fastsatte interval for reaktiv effekt påvises.

Overensstemmelsestest for synkrone energilageranlæg af type D

§ 141. Synkrone energilageranlæg af type D skal udføre de samme overensstemmelsestests, som synkrone energilageranlæg af type B og C.

Stk. 2. I stedet for den relevante test kan anlægsejeren vælge at henholde sig til produktcertifikater, der er udstedt af et godkendt certificeringsorgan, med henblik på at påvise opfyldelse af det pågældende krav. I så fald indgives produktcertifikaterne til den relevante systemoperatør.

Overensstemmelsestest for ikke-synkrone energilageranlæg af type B

§ 142. Anlægsejere gennemfører overensstemmelsestest af LFSM-O-tilstand for så vidt angår ikke-synkrone energilageranlæg af type B. I stedet for den relevante test kan anlægsejeren vælge at henholde sig til produktcertifikater, der er udstedt af et godkendt certificeringsorgan, med henblik på at påvise opfyldelse af det pågældende krav. I så fald indgives produktcertifikaterne til den relevante systemoperatør.

Stk. 2. For energilageranlæg af type B skal testen af LFSM-O-tilstand afspejle den relevante systemoperatørs valg af kontrolordning.

Stk. 3. For test af begrænset LFSM-O-tilstand gælder følgende krav:

- a) energilageranlæggets tekniske kapacitet til konstant modulering af aktiv effekt med henblik på at bidrage til frekvensreguleringen i tilfælde af en stigning i systemets frekvens skal påvises. Parametre for regulering i statisk tilstand, såsom parametre for statik (negativ hældning) og dødbånd samt dynamiske parametre, skal verificeres
- b) testen gennemføres ved at simulere frekvenstrin og -ramper, der er store nok til at udløse en ændring i maksimaleffekten for aktiv effekt på mindst 10 % under hensyntagen til statikindstillingerne for negativ hældning og dødbånd. Til gennemførelse af denne prøvning indgives der simulerede signaler om frekvensafvigelse simultant ved kontrolsystemets referencer
- c) testen betragtes som vellykket, hvis resultaterne for såvel de dynamiske som de statiske parametre opfylder kravene til LFSM-O.

Overensstemmelsestest for ikke-synkrone energilageranlæg af type C

§ 143. Ud over overensstemmelsestests for ikke-synkrone energilageranlæg af type B gennemfører anlægsejer de overensstemmelsestests, der er fastsat i stk. 2-9, for så vidt angår ikke-synkrone energilageranlæg af type C. I stedet for den relevante test kan anlægsejeren vælge at henholde sig til produktcertifikater, der er udstedt af et godkendt certificeringsorgan, med henblik på at påvise opfyldelse af det pågældende krav. I så fald indgives produktcertifikatet til den relevante systemoperatør.

Stk. 2. For test af den aktive effekts kontrollerbarhed og reguleringsområdet gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets tekniske kapacitet til at fungere ved et lastniveau under det referencepunkt, som fastsættes af den relevante systemoperatør eller Energinet, skal påvises.
- b) Testen betragtes som vellykket, hvis følgende betingelser er opfyldt:
 - i. Energilageranlæggets lastniveau holdes under referencepunktet.
 - ii. Referencepunktet implementeres i henhold til kravene til absolut effektbegrænsersfunktion.
 - iii. Reguleringens nøjagtighed overholder kravene til absolut effektbegrænsersfunktion.

Stk. 3. For test af LFSM-U-tilstand gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets tekniske kapacitet til konstant modulering af aktiv effekt med henblik på at bidrage til frekvensreguleringen i tilfælde af et stort fald i systemets frekvens skal påvises.

- b) Testen gennemføres ved at simulere frekvenstrin og -ramper, der er store nok til at udløse en ændring i maksimaleffekten for aktiv effekt på mindst 10 % med et udgangspunkt på højst 80 % af maksimaleffekten under hensyntagen til statikindstillingerne for negativ hældning og dødbånd.
- c) Testen betragtes som vellykket, hvis følgende betingelser er opfyldt:
 - i. Testresultaterne for såvel de dynamiske som de statiske parametre opfylder kravene til LFSM-U.
 - ii. Der forekommer ingen udæmpede svingninger efter respons på trinændring.

Stk. 4. For test af FSM-tilstand gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets tekniske kapacitet til konstant modulering af aktiv effekt i det fulde driftsinterval mellem maksimaleffekten og den nedre grænse for regulering med henblik på at bidrage til frekvensreguleringen skal påvises. Parametre for regulering i statisk tilstand, såsom parametre for ufølsomhed, statik (negativ hældning), dødbånd og reguleringsinterval samt dynamiske parametre, herunder respons på ændringer i frekvenstrin, skal verificeres.
- b) Testen gennemføres ved at simulere frekvenstrin og -ramper, der er store nok til at udløse hele intervallet for frekvensrespons for aktiv effekt under hensyntagen til statikindstillingerne for negativ hældning og dødbånd. Der indgives simulerede signaler om frekvensafvigelse.
- c) Testen betragtes som vellykket, hvis følgende betingelser er opfyldt:
 - i. Tiden frem til fuld aktivering af frekvensresponsintervallet for aktiv effekt som et resultat af frekvenstrinændringen overstiger ikke den fastsatte tid i FSM-reguleringsfunktionen.
 - ii. Der forekommer ingen udæmpede svingninger efter respons på trinændring.
 - iii. Den indledende forsinkelse er i overensstemmelse med kravene til FSM-reguleringsfunktionen.
 - iv. Statikindstillingerne for negativ hældning er til rådighed inden for de fastsatte intervaller i FSM-reguleringsfunktionen, og dødbåndet (tærsklen) overstiger ikke den fastsatte værdi til FSM-reguleringsfunktionen.
 - v. Frekvensresponsen for aktiv effekts ufølsomhed overstiger ikke det fastsatte krav til FSM-reguleringsfunktionen.

Stk. 5. For test af frekvensgenoprettelseskontrol gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets tekniske kapacitet til at deltage i frekvensgenoprettelseskontrol skal påvises. Samarbejdet mellem FSM-tilstand og frekvensgenoprettelseskontrol skal kontrolleres.
- b) Testen betragtes som vellykket, hvis resultaterne for såvel de dynamiske som de statiske parametre opfylder kravene fastsat i udbuddet til systemgenoprettelsesreserven.

Stk. 6. For test af evnen til at levere reaktiv effekt gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets tekniske kapacitet til at levere reaktiv effekt med positiv og negativ faseforskydning i overensstemmelse med arbejdsområdet for energilageranlægget skal påvises.
- b) Testen gennemføres ved maksimal reaktiv effekt, med både positiv og negativ faseforskydning, og verificerer følgende parametre:
 - i. drift over 60 % af maksimaleffekten i 30 minutter eller indtil energikilden er opbrugt
 - ii. drift i intervallet 30-50 % af maksimaleffekten i 30 minutter eller indtil energikilden er opbrugt og
 - iii. drift i intervallet 10-20 % af maksimaleffekten i 60 minutter eller indtil energikilden er opbrugt.
- c) Testen betragtes som vellykket, hvis følgende betingelser er opfyldt:

- i. Energilageranlægget kører som minimum i den anmodede periode ved maksimal reaktiv effekt, med både positiv og negativ faseforskydning, i henhold til hver af de i stk. 6, litra b) fastsatte parametre.
- ii. Energilageranlæggets evne til at skifte til en hvilken som helst værdi for reaktiv effekt inden for det aftalte eller fastsatte interval for reaktiv effekt er påvist.
- iii. Der finder ingen beskyttende foranstaltning sted inden for de driftsgrænser, der er fastsat i diagrammet for reaktiv effekt.

Stk. 7. For test af spændingsreguleringstilstand gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets evne til at køre i spændingsreguleringstilstand, jf. betingelserne til spændingsregulering, skal påvises.
- b) Testen af spændingsreguleringstilstand verificerer følgende parametre:
 - i. den implementerede statik (positive hældning) og dødbånd
 - ii. reguleringens nøjagtighed
 - iii. reguleringens ufølsomhed og
 - iv. tiden frem til aktivering af reaktiv effekt.
- c) testen betragtes som vellykket, hvis følgende betingelser er opfyldt:
 - i. Reguleringsintervallet, den justerbare statik (negativ hældning) og dødbåndet overholder den aftalte eller fastsatte parameterkarakteristik.
 - ii. Kravene til spændingsreguleringen i området 0,95 til 1,05 pu er overholdt i trin af maksimalt 0,01 pu, i overensstemmelse med det fastsatte krav til spændingsregulering.
 - iii. Efter en ændring i spændingstrin er 90 % af ændringen i reaktiv effekt opnået inden for den tid og de tolerancer, der er fastsat i kravet til spændingsregulering.

Stk. 8. For test af reaktiv effektreguleringstilstand gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets evne til at køre i reaktiv effektreguleringstilstand, jf. betingelserne til Q-regulering, skal påvises.
- b) Test af reaktiv effektreguleringstilstand skal komplementere prøvningen af evnen til at levere reaktiv effekt.
- c) Test af reaktiv effektreguleringstilstand verificerer følgende parametre:
 - i. interval og stigning for den reaktive effekts referencepunkt
 - ii. reguleringens nøjagtighed og
 - iii. tiden frem til aktivering af reaktiv effekt.
- d) Testen betragtes som vellykket, hvis følgende betingelser er opfyldt:
 - i. Interval og stigning for den reaktive effekts referencepunkt sikres i overensstemmelse med kravene til Q-regulering.
 - ii. Reguleringens nøjagtighed opfylder kravene til Q-regulering.

Stk. 9. For test af effektfaktorreguleringstilstand gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets evne til at køre i effektfaktorreguleringstilstand, jf. betingelserne til effektfaktorreguleringen, skal påvises.
- b) Test af effektfaktorreguleringstilstand verificerer følgende parametre:
 - i. intervallet for effektfaktorens referencepunkt
 - ii. reguleringens nøjagtighed og
 - iii. responsen for reaktiv effekt som følge af en trinændring i den aktive effekt.
- c) Testen betragtes som vellykket, hvis følgende betingelser er kumulativt opfyldt:
 - i. Interval og stigning for effektfaktorens referencepunkt sikres i overensstemmelse med kravene til effektfaktorreguleringen.
 - ii. Tiden frem til aktivering af reaktiv effekt som følge af en trinændring i aktiv effekt overstiger ikke kravet til effektfaktorreguleringen.
 - iii. Reguleringens nøjagtighed overholder den fastsatte værdi til effektfaktorreguleringen.

Stk. 10. Med hensyn til de i stk. 7, 8 og 9 omhandlede tests kan den relevante systemoperatør kun vælge én af de tre tilstande til test.

Overensstemmelsestest for ikke-synkrone energilageranlæg af type D

§ 144. Ikke-synkrone energilageranlæg af type D skal udføre de samme overensstemmelsestests som ikke-synkrone energilageranlæg af type B og C.

Stk. 2. I stedet for den relevante test kan anlægsejeren vælge at henholde sig til produktcertifikater, der er udstedt af et godkendt certificeringsorgan, med henblik på at påvise opfyldelse af det pågældende krav. I så fald indgives produktcertifikaterne til den relevante systemoperatør.

Overensstemmelsestest for synkrone energilageranlæg af type B

§ 145. Anlægsejer gennemfører simulering af LFSM-O-tilstand for så vidt angår synkrone energilageranlæg af type B. I stedet for den relevante simulering kan anlægsejeren vælge at henholde sig til produktcertifikater, der er udstedt af et godkendt certificeringsorgan, med henblik på at påvise opfyldelse af det pågældende krav. I så fald indgives produktcertifikaterne til den relevante systemoperatør.

Stk. 2. For simulering af LFSM-O-tilstand gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets evne til at modulere den aktive effekt ved høje frekvenser, jf. kravene til LFSM-O, skal påvises ved hjælp af simulering.
- b) Simuleringen gennemføres ved at simulere høje frekvenstrin og -ramper, der når den nedre grænse for regulering under hensyntagen til statikindstillingerne for negativ hældning og dødbånd.
- c) Simuleringen betragtes som vellykket, hvis:
 - i. energilageranlæggets simuleringsmodel valideres i forhold til overensstemmelsestestene for LFSM-O-tilstand, og
 - ii. det påvises, at kravene til LFSM-O er opfyldt.

Stk. 3. For simulering af tolerancen over for spændingsfejl for synkrone energilageranlæg af type B gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets tolerance over for spændingsfejl, jf. betingelserne til UV-FRT og OV-FRT, skal påvises ved hjælp af simulering.
- b) Simuleringen betragtes som vellykket, hvis det påvises, at krav til UV-FRT og OV-FRT er opfyldt.

Stk. 4. For simulering af genoprettelse af aktiv effekt efter en fejl gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets evne til at genoprette den aktive effekt efter en fejl, jf. betingelserne til PFAPR, skal påvises.
- b) Simuleringen betragtes som vellykket, hvis det påvises, at kravet til PFAPR er opfyldt.

Overensstemmelsestest for synkrone energilageranlæg af type C

§ 146. Ud over overensstemmelsestest for synkrone energilageranlæg af type B skal synkrone energilageranlæg af type C udføre de i stk. 2-4 beskrevne overensstemmelsestest. I stedet for alle eller nogle af disse simuleringer kan anlægsejeren vælge at henholde sig til produktcertifikater, der er udstedt af et godkendt certificeringsorgan, som skal indgives til den relevante systemoperatør.

Stk. 2. For simulering af LFSM-U-tilstand gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets evne til at modulere aktiv effekt ved lave frekvenser, jf. kravene til LFSM, skal påvises.
- b) Simuleringen gennemføres ved at simulere lave frekvenstrin og -ramper, der når maksimaleffekten under hensyntagen til statikindstillingerne for negativ hældning og dødbånd.

- c) Simuleringen betragtes som vellykket, hvis:
 - i. energilageranlæggets simuleringsmodel valideres i forhold til overensstemmel-
sestestene for LFSM-U- tilstand, og
 - ii. det påvises, at kravene til LFSM er opfyldt.

Stk. 3. For simulering af FSM-tilstand gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets evne til at modulere aktiv effekt i det fulde frekvensinterval, jf. kravene til FSM-reguleringsfunktionen, skal påvises.
- b) Simuleringen gennemføres ved at simulere frekvenstrin og -ramper, der er store nok til at udløse hele intervallet for frekvensrespons for aktiv effekt under hensyntagen til statikindstillingerne for negativ hældning og dødbånd.
- c) Simuleringen betragtes som vellykket, hvis:
 - i. energilageranlæggets simuleringsmodel valideres i forhold til overensstemmel-
sestest for FSM-tilstand, og
 - ii. det påvises, at kravene til LFSM er opfyldt.

Stk. 4. For simulering af evnen til at levere reaktiv effekt gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets evne til at levere reaktiv effekt med positiv og negativ fasefor-
skydning i overensstemmelse med arbejdsområdet for energilageranlægget, skal påvi-
ses.
- b) Simuleringen betragtes som vellykket, hvis:
 - i. energilageranlæggets simuleringsmodel valideres i forhold til overensstemmel-
sestestene for reaktiv effekt, og
 - ii. det påvises, at de fastsatte krav til arbejdsområdet er opfyldt.

Overensstemmelsessimulering for synkron energilageranlæg af type D

§ 147. Ud over overensstemmelsessimuleringer for synkron energilageranlæg af type B og C, med undtagelse af simulering af tolerancen over for spændingsfejl, der gælder for synkron energilageranlægget af type B, skal synkron energilageranlæg af type D udføre de i stk. 2 og 3 beskrevne overensstemmelsessimuleringer. I stedet for alle eller nogle af disse simuleringer kan anlægsejeren vælge at henholde sig til produktcertifikater, der er udstedt af et godkendt certificeringsorgan, som skal indgives til den relevante systemoperatør.

Stk. 2. For simulering af dæmpning af effektsvingninger gælder følgende krav:

- a) Det skal påvises, at energilageranlægget for så vidt angår dets kontrolsystem («dæm-
petilsatsfunktion») kan dæmpe svingninger af aktiv effekt, jf. betingelserne til AVR og
PSS.
- b) Justeringen skal resultere i forbedret dæmpning af den automatiske spændingsregula-
tors respons for aktiv effekt i kombination med dæmpetilsatsfunktionen sammenlig-
net med den automatiske spændingsregulators respons for aktiv effekt alene.
- c) Simuleringen betragtes som vellykket, hvis følgende betingelser er kumulativt opfyldt:
 - i. Dæmpetilsatsfunktionen dæmper energilageranlæggets eksisterende svingninger
af aktiv effekt inden for et frekvensinterval, der fastsættes af den relevante TSO.
Dette frekvensinterval skal omfatte energilageranlægget lokale tilstands frekven-
ser og de forventede netsvingninger.
 - ii. En pludselig lastreduktion for energilageranlægget fra 1 pu til 0,6 pu af maksimal-
effekten fører ikke til udæmpede svingninger af aktiv eller reaktiv effekt for det
pågående energilageranlæg.

Stk. 3. For simulering af tolerancen over for spændingsfejl for synkron energilageranlæg af type D gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets evne til at levere tolerance over for spændingsfejl, jf. betingel-
serne til UV-FRT og OV-FRT, skal påvises.

- b) Simuleringen betragtes som vellykket, hvis det påvises, at kravene til UV-FRT og OV-FRT er opfyldt.

Overensstemmelsessimulering for ikke-synkrone energilageranlæg af type B

§ 148. Ikke-synkrone energilageranlæg af type B skal udføre overensstemmelsessimuleringerne i stk. 2-5. I stedet for alle eller nogle af disse simuleringer kan anlægsejeren vælge at henholde sig til produktcertifikater, der er udstedt af et godkendt certificeringsorgan, som skal indgives til den relevante systemoperatør.

Stk. 2. For simulering af LFSM-O-tilstand gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets evne til at modulere aktiv effekt ved høje frekvenser, jf. kravene til LFSM-O, skal påvises.
- b) Simuleringen gennemføres ved at simulere høje frekvenstrin og -ramper, der når den nedre grænse for regulering under hensyntagen til statikindstillingerne for negativ hældning og dødbånd.
- c) Simuleringen betragtes som vellykket, hvis:
 - i. energilageranlæggets simuleringsmodel valideres i forhold til overensstemmelsestestene for LFSM-O-tilstand, og
 - ii. det påvises, at kravene til LFSM-O er opfyldt.

Stk. 3. For simulering af tilførsel af hurtig fejlstrøm gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets evne til at levere hurtig fejlstrøm i overensstemmelse med betingelserne til FCC skal påvises.
- b) Simuleringen betragtes som vellykket, hvis det påvises, at kravet til FCC er opfyldt.

Stk. 4. For simulering af tolerancen over for spændingsfejl for energilageranlægget af type B gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets tolerance over for spændingsfejl, jf. betingelserne til UV-FRT og OV-FRT, skal påvises ved hjælp af simulering.
- b) Simuleringen betragtes som vellykket, hvis det påvises, at kravet til UV-FRT og OV-FRT er opfyldt.

Stk. 5. For simulering af genoprettelse af aktiv effekt efter en fejl gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets evne til at genoprette den aktive effekt efter en fejl, jf. betingelserne til PFAPR, skal påvises.
- b) Simuleringen betragtes som vellykket, hvis det påvises, at kravet til PFAPR er opfyldt.

Overensstemmelsessimulering for ikke-synkrone energilageranlæg af type C

§ 149. Ud over overensstemmelsessimuleringer for energilageranlæg af type B skal ikke-synkrone energilageranlæg type C udføre de i stk. 2-5 beskrevne overensstemmelsessimuleringer. I stedet for alle eller nogle af disse simuleringer kan anlægsejeren vælge at henholde sig til produktcertifikater, der er udstedt af et godkendt certificeringsorgan, som skal indgives til den relevante systemoperatør.

Stk. 2. For simulering af LFSM-U-tilstand gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets evne til at modulere aktiv effekt ved lave frekvenser, jf. kravene til LFSM, skal påvises.
- b) Simuleringen gennemføres ved at simulere lave frekvenstrin og -ramper, der når maksimaleffekten under hensyntagen til statikindstillingerne for negativ hældning og dødbånd.
- c) Simuleringen betragtes som vellykket, hvis:
 - i. energilageranlæggets simuleringsmodel valideres i forhold til overensstemmelsesprøvningerne for LFSM-U-tilstand, og
 - ii. det påvises, at kravene til LFSM-U er opfyldt.

Stk. 3. For simulering af FSM-tilstand gælder følgende krav:

- a) Energilageranlæggets evne til at modulere aktiv effekt i det fulde frekvensinterval, jf. kravene til FSM-reguleringsfunktionen, skal påvises.
- b) Simuleringen gennemføres ved at simulere frekvenstrin og -ramper, der er store nok til at udløse hele intervallet for frekvensrespons for aktiv effekt under hensyntagen til statikindstillingerne for negativ hældning og dødbånd.
- c) Simuleringen betragtes som vellykket, hvis:
 - i. energilageranlæggets simuleringsmodel valideres i forhold til overensstemmelsestestene for FSM- tilstand, og
 - ii. det påvises, at det fastsatte krav til FSM-reguleringsfunktionen er opfyldt.

Stk. 4. For simulering af evnen til at levere reaktiv effekt gælder følgende krav:

- a) Det skal påvises, at energilageranlægget kan levere reaktiv effekt med positiv og negativ faseforskydning i overensstemmelse med arbejdsområdet for energilageranlægget.
- b) Simuleringen betragtes som vellykket, hvis følgende betingelser er kumulativt opfyldt:
 - i. energilageranlæggets simuleringsmodel valideres i forhold til overensstemmelsestestene for reaktiv effekt, og
 - ii. det påvises, at de fastsatte krav til arbejdsområdet er opfyldt.

Stk. 5. For simulering af dæmpning af effektsvingninger gælder følgende krav:

- a) Modellen af energilageranlægget skal påvise, at denne kan levere dæmpning af svingninger af aktiv effekt i henhold til kravene om dæmpning af effektsvingninger (POD).
- b) Simuleringen betragtes som vellykket, hvis modellen påviser, at kravene om dæmpning af effektsvingninger (POD) er opfyldt.

Overensstemmelsessimulering for ikke-synkrone energilageranlæg af type D

§ 150. Ud over overensstemmelsessimuleringer for ikke-synkrone energilageranlæg af type B og C, med undtagelse af tolerancen over for spændingsfejl, der gælder for ikke-synkrone energilageranlæg af type B, skal ikke-synkrone energilageranlæg af type D udføre en overensstemmelsessimulering af evnen til uafbrudt drift.

Stk. 2. I stedet for alle eller nogle af de i stk. 1 omhandlede simuleringer kan anlægsejeren vælge at henholde sig til produktcertifikater, der er udstedt af et godkendt certificeringsorgan, som skal indgives til den relevante systemoperatør.

Stk. 3. Modellen af energilageranlægget skal påvise, at den kan simulere tolerance over for spændingsfejl, jf. kravene til UV-FRT og OV-FRT.

Stk. 4. Simuleringen betragtes som vellykket, hvis modellen påviser, at betingelserne til UV-FRT og OV-FRT er opfyldt.

Kapitel 19

Procedure for nettilslutning og overholdelse af krav

§ 151. Anlægsejeren skal dokumentere over for den relevante systemoperatør, at kravene i denne forskrift opfyldes, ved med et vellykket resultat at gennemføre proceduren for nettilslutningstilladelser, der er beskrevet i dette kapitel.

Stk. 2. Den relevante systemoperatør præciserer detaljerne for proceduren for nettilslutningstilladelserne.

Stk. 3. Oplysninger og dokumentation skal leveres elektronisk til den relevante systemoperatør og/eller Energinet.

Nettilslutningstilladelse vedrørende energilageranlæg af type A

§ 152. Anlægssejeren skal ved tilslutning af et energilageranlæg af type A fremlægge et installationsdokument for DSO'en. DSO'en fastlægger indholdet af installationsdokumentet, der dog som minimum omfatter følgende:

- a) tilslutningens placering
- b) dato for tilslutningen
- c) installationens maksimaleffekt i kW
- d) typen af primær energikilde
- e) henvisning til produktcertifikater for udstyr, der er en del af anlægget, udstedt af et godkendt certificeringsorgan
- f) hvad angår det udstyr, der anvendes, og for hvilket der ikke er modtaget et produktcertifikat, afgives oplysninger i henhold til DSO'ens instrukser, og
- g) kontaktoplysninger for anlægssejeren og installatøren samt deres underskrift.

Nettilslutningstilladelse vedrørende energilageranlæg af type B og C

§ 153. Anlægssejeren skal ved tilslutning af et energilageranlæg af type B og C indgive et anlægsdokument, inkl. en overensstemmelseserklæring, til DSO'en. DSO'en fastlægger indholdet af anlægsdokumentet, der kan omfatte følgende:

- a) dokumentation for en aftale om beskyttelsesmekanismer og indstillinger for det tilslutningspunkt, der vedrører DSO'en og anlægssejeren
- b) en udspecificeret overensstemmelseserklæring
- c) detaljerede tekniske oplysninger om energilageranlægget, der har relevans for nettilslutningen, som fastsat af DSO'en
- d) produktcertifikater udstedt af et godkendt certificeringsorgan, i tilfælde hvor disse udgør en del af grundlaget for overensstemmelsesdokumentationen
- e) påkrævede simuleringsmodeller
- f) rapporter om overensstemmelsesprøvninger, der dokumenterer statisk tilstand og dynamisk ydeevne, som er påkrævet, herunder anvendelsen af faktiske værdier, der måles under prøvningen, og hvis detaljeringsgrad fastsættes af DSO'en, og
- g) undersøgelser, der dokumenterer statisk tilstand og dynamisk ydeevne, som er påkrævet, og hvis detaljeringsgrad fastsættes af DSO'en.

Stk. 2. Efter at have accepteret et fuldstændigt og tilstrækkeligt anlægsdokument, udsteder DSO'en en FON (endelig driftstilladelse) for energilageranlægget.

Nettilslutningstilladelse vedrørende energilageranlæg af type D

§ 154. Proceduren for nettilslutningstilladelser af energilageranlæg af type D omfatter:

- a) EON (spændingssætningstilladelse)
- b) ION (midlertidig driftstilladelse) og
- c) FON (endelig driftstilladelse).

Stk. 2. Den relevante systemoperatør har ret til at afvise at tillade spændingssætning eller drift af energilageranlægget, hvis tilladelsen ikke længere er gyldig.

§ 155. En EON giver anlægssejer ret til at spændingssætte det interne net og energilageranlæggets hjælpeforsyninger via tilslutningspunktet.

Stk. 2. En EON udstedes af den relevante systemoperatør, forudsat at forberedelserne her til er afsluttet, herunder indgåelse af en aftale om beskyttelsesmekanismer og indstillinger for det tilslutningspunkt, der vedrører den relevante systemoperatør og den pågældende anlægs-ejer.

§ 156. En ION giver anlægsejeren ret til at drive energilageranlægget og producere eller bruge elektricitet ved anvendelse af nettilslutningen i en tidsbegrænset periode med test og verifikation som formål.

Stk. 2. En ION udstedes af den relevante systemoperatør, forudsat at de oplysninger og undersøgelser, der er specificeret af den relevante systemoperatør, er indgivet til denne. Disse kan omfatte følgende:

- a) en udspecificeret overensstemmelseserklæring
- b) detaljerede tekniske oplysninger om energilageranlægget, der har relevans for nettilslutningen, som fastsat af den relevante systemoperatør
- c) produktcertifikater for energilageranlæg udstedt af et godkendt certificeringsorgan i tilfælde, hvor disse udgør en del af grundlaget for overensstemmelsesdokumentationen
- d) simuleringsmodeller, som fastsat og krævet af den relevante systemoperatør og/eller Energinet
- e) undersøgelser, der dokumenterer statisk tilstand og dynamisk ydeevne, og
- f) detaljer om påtænkte overensstemmelsesprøvnings.

Stk. 3. En anlægsejer kan maksimalt have en ION i 24 måneder. Den relevante systemoperatør har ret til at fastsætte en kortere gyldighedsperiode for midlertidige nettilslutningstilladelser. En forlængelse af gyldighedsperioden for en ION gives kun, hvis anlægsejeren har gjort betydelige fremskridt hen mod fuld overensstemmelse. Ved anmodning om en forlængelse fastslås det klart, hvilke punkter der stadig er udestående.

Stk. 4. En forlængelse ud over 24 måneder, som fastsat i stk. 3, kan gives af Energinet, jf. dispensationsproceduren i kapitel 20. Anlægsejer skal sende en anmodning til Energinet, der som minimum indeholder:

- a) relevante informationer om energilageranlægget
- b) baggrund og begrundelse for anmodningen
- c) den relevante systemoperatørs bemærkninger til anmodningen.

§ 157. En FON giver anlægsejeren ret til at drive energilageranlægget ved anvendelse af nettilslutningen.

Stk. 2. En FON udstedes af den relevante systemoperatør, når alle inkompatibiliteter, der er konstateret i forbindelse med ION, er elimineret, og forudsat, at oplysninger og undersøgelser specificeret af den relevante systemoperatør er indgivet til denne. Disse kan omfatte følgende:

- a) en udspecificeret overensstemmelseserklæring og
- b) en ajourføring af de gældende tekniske oplysninger, simuleringsmodeller og undersøgelser, der er omhandlet til ION, hvor der anvendes faktiske værdier målt under prøvningen.

§ 158. Anlægsejere, der har fået tildelt en FON, underretter straks den relevante systemoperatør, hvis følgende omstændigheder gør sig gældende:

- a) Anlægget er ved at blive ændret væsentligt eller har midlertidigt mistet kapacitet, hvilket har indflydelse på dets ydeevne, eller
- b) fejl på udstyr fører til manglende opfyldelse af et eller flere af de relevante krav.

Stk. 2. Anlægsejeren ansøger den relevante systemoperatør om en LON (begrænset nettilslutningstilladelse), hvis anlægsejeren med rimelighed kan forvente, at de i stk. 1 beskrevne omstændigheder vil vare i mere end tre måneder.

Stk. 3. En LON udstedes af den relevante systemoperatør og indeholder følgende oplysninger, der klart skal kunne identificeres:

- a) de uløste problemer, der har udløst en LON
- b) ansvarsfordelingen og tidsfristerne for forventet løsning af problemerne og

- c) den maksimale gyldighedsperiode, der ikke må overstige 12 måneder. Der kan indledningsvis fastsættes en kortere periode, som kan forlænges, hvis der til den relevante systemoperatørs tilfredshed fremlægges dokumentation, der påviser en tydelig fremgang hen mod fuld overensstemmelse.

Stk. 4. FON suspenderes i gyldighedsperioden for LON for så vidt angår de punkter, som LON vedrører.

Stk. 5. En forlængelse ud over 12 måneder som fastsat i stk. 3, kan gives af Energinet, jf. dispensationsproceduren i kapitel 20. Anlægssejer skal sende en anmodning til Energinet, der som minimum indeholder:

- a) relevante informationer om energilageranlægget
- b) baggrund og begrundelse for anmodningen
- c) den relevante systemoperatørs bemærkninger til anmodningen.

Kapitel 20

Dispensationer

§ 159. En ejer eller en fremtidig ejer af et energilageranlæg kan anmode Energinet om dispensation fra dele af kravene eller alle kravene i denne forskrift.

Stk. 2. Følgende betingelser skal alle være opfyldt for, at der kan meddeles dispensation:

- a) Der skal være tale om særlige forhold, eller at anlægssejer har indgået en endelig og bindende aftale om køb af hovedanlægget eller det primære udstyr.
- b) Der skal være tale om tekniske og/eller samfundsøkonomiske hensyn i et væsentligt omfang.
- c) Afvigelsen må ikke give anledning til nævneværdig forringelse af den tekniske kvalitet eller balance i det kollektive elforsyningssystem, hverken lokalt set eller set i et større perspektiv.
- d) Afvigelsen må ikke være årsag til øgede byrder i andre virksomheder.
- e) Afvigelsen må ikke være uhensigtsmæssig set ud fra en samfundsøkonomisk betragtning.

Stk. 2. Ansøgning om dispensation skal sendes til myndighed@energinet.dk med beskrivelse af, hvad der søges om dispensation fra samt årsagen/årsagerne hertil, jf. stk. 2, a) til e).

Kapitel 21

Håndhævelse og sanktioner

§ 160. Energinet kan meddele påbud om overholdelse af denne forskrift til en aktør, der groft eller gentagne gange tilsidesætter sine forpligtelser efter denne forskrift. Ved manglende opfyldelse af et påbud kan Energinet træffe afgørelse om at pålægge tvangsbøder, eller at aktøren helt eller delvist udelukkes fra at gøre brug af Energinets ydelser.

Kapitel 22

Klage m.v.

§ 161. Klage over indholdet af denne forskrift kan indbringes for Forsyningstilsynet.

Stk. 2. Påbud efter § 160 kan indbringes for Forsyningstilsynet.

Stk. 3. Klager over afgørelser truffet af Energinet i medfør af denne forskrift kan indbringes for Forsyningstilsynet, jf. systemansvarsbekendtgørelsens § 7, stk. 4.

Kapitel 23

Ikrafttrædelse

§ 162. Forskriften træder i kraft den 1. januar 2024.

Bilag 1 Terminologi og definitioner

1. Anlægsejer

Anlægsejer er den, der juridisk ejer energilageranlægget og skal sikre, at energilageranlægget opfylder kravene i forskriften.

2. Anlægsinfrastruktur

Anlægsinfrastruktur er den elektriske infrastruktur på anlægsejers side af tilslutningspunktet.

3. Anlægstype

Anlægstyper opdeles i forhold til energilageranlæggets P_n :

Type A er energilageranlæg op til 125 kW

Type B er energilageranlæg fra og med 125 kW og til 3 MW

Type C er energilageranlæg fra og med 3 MW og til 25 MW

Type D er energilageranlæg fra og med 25 MW eller tilsluttet over 110 kV.

4. DK1

DK1 anvendes som betegnelse for Vestdanmark, som er en del af synkronområdet Kontinentaleuropa (CE, Centraleuropa).

5. DK2

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

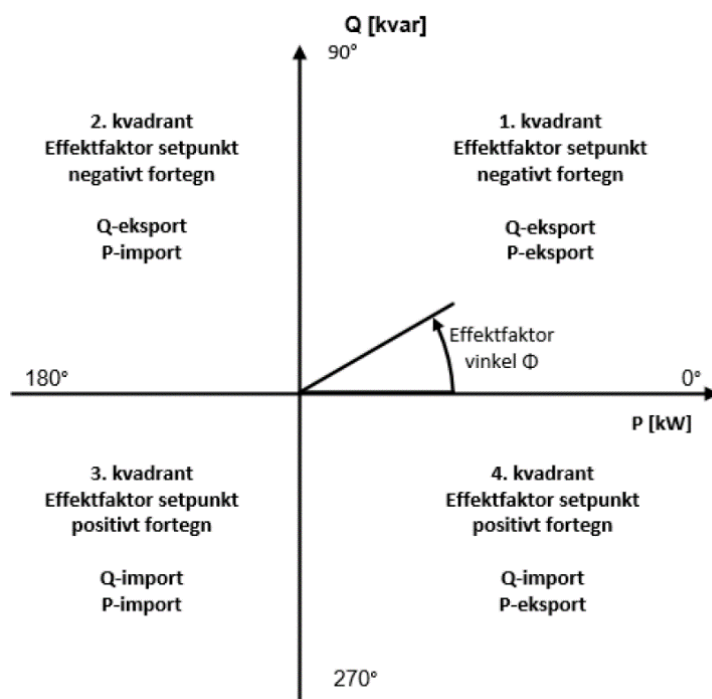
6. Energinet

Energinet er transmissionssystemoperatør og systemansvarlig virksomhed i Danmark og har det overordnede ansvar for at opretholde forsyningsikkerhed og en effektiv udnyttelse af et sammenhængende elforsyningssystem.

Hvis energilageranlægget tilsluttes transmissionssystemet, er Energinet den relevante systemoperatør.

7. Generatorkonventionen

Kvadratnummerering skal forstås i overensstemmelse med generatorkonventionen:



8. Kollektivt elforsyningssystem

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

Distributionssystemet defineres som det kollektive elforsyningssystem, der drives med en spænding på op til 110 kV.

Transmissionssystemet defineres som det kollektive elforsyningssystem, der drives med en spænding på eller over 110 kV.

9. Normaldriftsområde

Normaldriftsområdet angiver det spændings- og frekvensområde, hvor et energilageranlæg kontinuert skal kunne opretholde drift i forhold til energilageranlæggets P_n .

10. PCOM

PCOM (Point of Communication) (kommunikationstilslutningspunktet) er det punkt mellem energilageranlægget og den relevante systemoperatør, hvor datakommunikationsegenskaberne skal udveksles (stilles til rådighed og verificeres).

11. P_n

P_n (nominel aktiv effekt) er den maksimale kontinuerlige aktive effekt, som et energilageranlæg kan optage og levere, som fastsat i nettilslutningsaftalen eller som aftalt mellem den relevante systemoperatør og anlægsejeren.

P_n er som udgangspunkt energilageranlæggets installerede effekt i tilslutningspunktet, medmindre den relevante systemoperatør har fastsat andet.

For energilageranlæg hvor optag og levering til og fra elforsyningssystemet er symmetrisk, betegnes energilageranlæggets nominelle effekt som P_n . I de tilfælde, hvor P_{n1} og

P_{no} er asymmetriske, skal P_n i produktionstilstand forstås som energilageranlæggets P_{nl} , og i forbrugstilstand forstås som energilageranlæggets P_{no} . Hvis P_{nl} og P_{no} er asymmetrisk, fastsættes disse niveauer i forbindelse med nettilslutningsaftalen.

12. P_{nl}

P_{nl} (nominel aktiv effekt der kan leveres) er den maksimale kontinuerlige aktive effekt, som et energilageranlæg kan producere, som fastsat i nettilslutningsaftalen eller som aftalt mellem den relevante systemoperatør og anlægsejeren.

13. P_{no}

P_{no} (nominel aktiv effekt der kan optages) er den maksimale kontinuerlige aktive effekt, som et energilageranlæg kan forbruge, som fastsat i nettilslutningsaftalen eller som aftalt mellem den relevante systemoperatør og anlægsejeren.

14. P_u

P_u (per unit) er en værdi, der er defineret ved forholdet mellem en aktuel værdi i forhold til en referenceværdi i samme enhed.

Spændinger i transmissionssystemet varierer i forhold til de to synkronområder og de forskellige spændingsniveauer:

a) DK1 systemspænding:

- i) 1 pu ved 150 kV er 152 kV
- ii) 1 pu ved 220 kV er 220 kV
- iii) 1 pu ved 400 kV er 400 kV.

b) DK2 systemspænding:

- i) 1 pu ved 132 kV er 138 kV
- ii) 1 pu ved 220 kV er 234 kV
- iii) 1 pu ved 400 kV er 400 kV.

15. Q_n

Q_n (nominel reaktiv effekt) er den maksimale kontinuerlige reaktive effekt, som et energilageranlæg kan optage og levere, som er fastsat som tilslutningskrav i denne forskrift og er afledt af energilageranlæggets P_n .

For energilageranlæg, hvor optag og levering til og fra elforsyningssystemet er symmetriske, betegnes energilageranlæggets nominelle effekt Q_n . I de tilfælde, hvor maksimale kontinuerlige reaktive effekt til levering og maksimale kontinuerlige reaktive effekt til optag er asymmetriske, skal Q_n i produktionstilstand forstås som energilageranlæggets maksimale kontinuerlige reaktive effekt til levering, og i forbrugstilstand forstås som energilageranlæggets maksimale kontinuerlige reaktive effekt til optag. Hvis den maksimale kontinuerlige reaktive effekt til levering og maksimale kontinuerlige reaktive effekt til optag er asymmetriske, fastsættes disse niveauer i forbindelse med nettilslutningsaftalen.

16. Relevant systemoperatør

Den relevante systemoperatør er den transmissionssystemoperatør (TSO) eller distributionssystemoperatør (DSO), til hvis system et energilageranlæg er eller vil blive tilsluttet.

17. S_n

S_n (nominel tilsyneladende effekt) er den maksimale kontinuerlige tilsyneladende effekt, som et energilageranlæg kan optage og levere, som fastsat i nettilslutningsaftalen eller som aftalt mellem den relevante systemoperatør og anlægsejeren.

S_n er som udgangspunkt energilageranlæggets installerede effekt i tilslutningspunktet, medmindre den relevante systemoperatør har fastsat andet.

For energilageranlæg, hvor optag og levering til og fra elforsyningssystemet er symmetriske, betegnes energilageranlæggets nominelle effekt S_n . I de tilfælde, hvor maksimale kontinuerlige tilsyneladende effekt til levering og maksimale kontinuerlige tilsyneladende effekt til optag er asymmetriske, skal S_n i produktionstilstand forstås som energilageranlæggets maksimale kontinuerlige tilsyneladende effekt til levering, og i forbrugstilstand forstås som energilageranlæggets maksimale kontinuerlige tilsyneladende effekt til optag. Hvis den maksimale kontinuerlige tilsyneladende effekt til levering og maksimale kontinuerlige tilsyneladende effekt til optag er asymmetriske, fastsættes disse niveauer i forbindelse med nettilslutningsaftalen.

18. Statik

Statik er forholdet mellem en frekvensændring i statisk tilstand og den resulterende ændring i aktiv effekt i statisk tilstand, udtrykt i procent. Frekvensændringen udtrykkes i forhold til den nominelle frekvens og ændringen i aktiv effekt i forhold til maksimaleffekten eller den faktiske aktive effekt på det tidspunkt, hvor den relevante tærskel nås.

Formlen for LFSM-statik er, hvor Δf er den aktuelle frekvens, Δf_1 er knækfrekvensen, f_n er 50 Hz, og ΔP er ændringen i aktiv effekt:

$$\text{Statik}[\%] = 100 \cdot \frac{|\Delta f| - |\Delta f_1|}{f_n} \cdot \frac{P_n}{|\Delta P|}$$

$$|\Delta P| = 100 \cdot \frac{|\Delta f| - |\Delta f_1|}{f_n} \cdot \frac{P_n}{\text{statik}[\%]}$$

Formlen for FSM-statik er, hvor Δf er den aktuelle frekvens, f_n er 50 Hz, og ΔP er ændringen i aktiv effekt:

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

19. Tilslutningspunkt eller POC

Tilslutningspunktet (Point of Connection, POC) er det punkt i det kollektive elforsyningssystem, hvor energilageranlægget er tilsluttet eller kan tilsluttes, og som er fastsat af den relevante systemoperatør.

20. U_c

U_c er den normale driftsspænding i tilslutningspunktet, hvor energilageranlægget kontinuert skal kunne levere den angivne nominelle effekt. Normal driftsspænding fastlægges af den relevante systemoperatør. For lavspænding måles spændingen mellem fase og nul, og for mellem- og højspænding måles spændingen mellem faserne.

21. U_n

U_n (nominel spænding) er betegnelsen for den spænding, som et net betegnes ved. For nominelle spændinger op til og med 1 kV er $U_c = U_n$.

22. U_{rec}

U_{rec1} , U_{rec2} , T_{rec1} , T_{rec2} og T_{rec3} specificerer bestemte nedre grænser for spændingens tilbagevenden efter rettelse af fejlen.

23. U_{ret}

U_{ret} er den tilbageværende spænding i tilslutningspunktet under en fejl

24. T_{clear}

T_{clear} er det øjeblik, hvor fejlen er blevet rettet.

25. UTC

UTC (Coordinated Universal Time) er betegnelsen for koordineret universaltid.