

**ENERGINET**

Energinet
Tonne Kjærsvej 65
DK-7000 Fredericia

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

TEKNISK FORSKRIFT 3.3.1 FOR ELEKTRISKE ENERGILAGERANLÆG – 1G

GYLDIG FRA 18. december 2019

HØRINGS-DOKUMENT

REV.	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GENNEMGÅET	GODKENDT
1G	HØRINGS-DOKUMENT	01-11-2019	01-11-2019	01-11-2019	01-11-2019
		FBN	XXX	XXX	XXX

38 Revisionsoversigt

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

39

40

41	Indhold	
42	1. Terminologi, definitioner og forkortelser	8
43	2. Formål, anvendelsesområde, forvaltningsmæssige	
44	bestemmelser.....	15
45	3. Energilageranlæggets lagermedie, kategori A – D, SX og T	19
46	4. Spænding og frekvens	20
47	5. Elkvalitet	31
48	6. Styring og regulering	37
49	7. Beskyttelse	58
50	8. Udveksling af signaler og datakommunikation.....	62
51	9. Verifikation og dokumentation	66
52	10. Krav til simuleringsmodel.....	69
53	11. Referencer	84
54	Bilag 1 Dokumentation	85
55		
56		
57	Liste over figurer	
58	Figur 1 Definition af fortegn for aktiv og reaktiv effekt samt effektfaktor-setpunkter,	
59	jf. IEC 61850-serien [3] og IEEE 1459 [4].	6
60	Figur 2 Eksempel på beregning af ROCOF (df/dt).....	10
61	Figur 3 Eksempel på installationstilslutning af anlæg	12
62	Figur 4 Eksempel på nettilslutning af anlæg	13
63	Figur 5 Krav til nominel effekt og nominel strøm ved frekvens- og	
64	spændingsvariationer.	22
65	Figur 6 Krav til nominel effekt og nominel strøm ved frekvens- og	
66	spændingsvariationer.	23
67	Figur 7 Normaldriftsområde: transmissionstilsluttede anlæg i DK1, 110-130 kV.	23
68	Figur 8 Normaldriftsområde: transmissionstilsluttede anlæg i DK1, 300-400 kV.	24
69	Figur 9 Normaldriftsområde: transmissionstilsluttede anlæg i DK2, 100-300 kV.	24
70	Figur 10 Normaldriftsområde: transmissionstilsluttede anlæg i DK2, 300-400 kV.	25
71	Figur 11 Krav til tolerance over for spændingsdyk for energilageranlæg i	
72	kategori B, C og D.....	26
73	Figur 12 Krav til levering af reaktiv tillægsstrøm IQ under spændingsdyk for	
74	energilageranlæg i kategori B, C og D.....	27
75	Figur 13 Krav til tolerance over for spændingsdyk for energilageranlæg tilsluttet	
76	transmissionssystemet i DK1.....	28
77	Figur 14 Krav til levering af reaktiv tillægsstrøm IQ under spændingsdyk for	
78	energilageranlæg tilsluttet transmissionssystemet i DK1.....	28
79	Figur 15 Krav til tolerance over for spændingsdyk for energilageranlæg tilsluttet	
80	transmissionssystemet i DK2.....	29

81	Figur 16	Krav til levering af reaktiv tillægsstrøm IQ under spændingsdyk for energilageranlæg tilsluttet transmissionssystemet i DK2.....	29
82			
83	Figur 17	Skitse af en anlægsregulator.	38
84	Figur 18	Frekvensrespons for et energilageranlæg, som kun kan optage effekt fra det kollektive elforsyningsnet.	40
85			
86	Figur 19	Frekvensrespons fra et energilageranlæg, som kan levere og optage effekt fra det kollektive elforsyningsnet.	40
87			
88	Figur 20	FSM-bånd og frekvensrespons for DK1.	42
89	Figur 21	FSM-bånd, FCR-N og frekvensrespons i DK2.	43
90	Figur 22	FSM-bånd, FCR-D og frekvensrespons i DK2.	43
91	Figur 23	Reguleringsfunktioner for reaktiv effekt for et energilageranlæg.	46
92	Figur 24	Effektfaktorregulering (PF) for et energilageranlæg.....	47
93	Figur 25	Spændingsregulering for et energilageranlæg.....	49
94	Figur 26	Automatisk effektfaktorregulering for et energilageranlæg.	50
95	Figur 27	Krav til levering af reaktiv effekt ved arbejds punkter mindre end P_{nl} for energilageranlæg i kategori A og B tilsluttet lavspænding.	51
96			
97	Figur 28	Krav til levering af reaktiv effekt ved P_{nl} som funktion af spændingen i POC for energilageranlæg i kategori A og B tilsluttet lavspænding.	51
98			
99	Figur 29	Krav til levering af reaktiv effekt ved arbejds punkter mindre end P_{nl} for energilageranlæg i kategori B tilsluttet mellemspænding.....	52
100			
101	Figur 30	Krav til levering af reaktiv effekt ved P_{nl} som funktion af spændingen i POC for energilageranlæg i kategori B.....	52
102			
103	Figur 31	Krav til levering af reaktiv effekt ved arbejds punkter mindre end P_{nl} for energilageranlæg i kategori C.	53
104			
105	Figur 32	Krav til levering af reaktiv effekt ved P_{nl} som funktion af spændingen i POC for energilageranlæg i kategori C.....	53
106			
107	Figur 33	Krav til levering af reaktiv effekt ved arbejds punkter mindre end P_{nl} for energilageranlæg i kategori D.	54
108			
109	Figur 34	Krav til levering af reaktiv effekt ved P_{nl} som funktion af spændingen i POC for energilageranlæg i kategori C.....	54
110			
111	Figur 35	Krav til levering af reaktiv effekt ved arbejds punkter mindre end P_{nl} og P_{no} for energilageranlæg i kategori D tilsluttet transmissionssystemet.....	55
112			
113	Figur 36	Krav til levering af reaktiv effekt ved P_{nl} og P_{no} som funktion af spændingen i POC for energilageranlæg i kategori D tilsluttet transmissionssystemet.	56
114			
115			

116
117

118 Liste over tabeller

119	Tabel 1	Vejledende kravoverblik. Se læsevejledning for forklaring af anlægskategorier.	7
120			
121	Tabel 2	Definitioner og forkortelser i alfabetisk rækkefølge.	8
122	Tabel 3	Spændingsniveauer anvendt i distributionssystemet i henholdsvis DK1 og DK2.	20
123			
124	Tabel 4	Transmissionssystemspændinger med driftstolerancer i DK1.	21
125	Tabel 5	Transmissionssystemspændinger med driftstolerancer i DK2.	21
126	Tabel 6	FSM-bånd for automatisk indkobling.....	21
127	Tabel 7	Gradient for automatisk indkobling.	22
128	Tabel 8	Grænseværdi for hurtige spændingsændringer i procent af U_n	31
129	Tabel 9	Grænseværdi for kort- og langtidsflicker.....	32

130	Tabel 10	Grænseværdier for harmoniske strømme I_h/I_n (% af I_n).	32
131	Tabel 11	Grænseværdier for THD _i og PWHD _i i strøm (% af I_n).	33
132	Tabel 12	Grænseværdier for interharmoniske overtoner i strøm (% af I_n).	33
133	Tabel 13	Grænseværdi i strøm angivet som procent af I_n for alle frekvenser mellem 2 kHz og 9 kHz.....	33
135	Tabel 14	Grænseværdi for hurtige spændingsændringer i procent af U_n	35
136	Tabel 15	Styrings- og reguleringsfunktioner for et energilageranlæg.	37
137	Tabel 16	Standard frekvensresponsindstillingsværdier for DK1.....	41
138	Tabel 17	Standard frekvensresponsindstillingsværdier for DK2.....	41
139	Tabel 18	Statikindstillinger i hhv. DK1 og DK2.	41
140	Tabel 19	Standard frekvensreguleringsindstillingsværdier for DK1.	42
141	Tabel 20	Standard FCR-N frekvensreguleringsindstillingsværdier for DK2.....	43
142	Tabel 21	Standard frekvensreguleringsindstillingsværdier for DK2.	44
143	Tabel 22	Styrings- og reguleringsfunktioner for reaktiv effekt.....	46
144	Tabel 23	Krav til energilageranlæg i kategori A.	59
145	Tabel 24	Krav til energilageranlæg i kategori B.	60
146	Tabel 25	Krav til energilageranlæg i kategori C og D.....	60
147	Tabel 26	Krav til informationsudveksling med et energilageranlæg.....	63
148	Tabel 27	Krav til dokumentation for anlægskategorier.	68
149	Tabel 28	Krav til simuleringsmodeller for de enkelte typer af energilageranlæg.	71
150	Tabel 29	Nøjagtighedskrav - tilladelige afvigelse.	78
151	Tabel 30	Nøjagtighedskrav - tilladelige afvigelser.	79

152

153

154 Læsevejledning

155 Denne forskrift indeholder alle generelle og specifikke krav, som energilageranlæg inkluderet i
156 definitionen elektrisk energilageranlæg skal overholde ved nettilslutning i Danmark.
157 Definitionen elektrisk energilageranlæg og denne forskrift er målrettet inverterteknologi og
158 omfatter således ikke synkrogeneratorer.

159
160 Forskriften er bygget op således, at afsnit 1 indeholder terminologi og definitioner, som er
161 anvendt i forskriften.

162
163 Afsnit 2 beskriver formål, anvendelsesområde og forvaltningsmæssige bestemmelser.

164
165 Afsnit 3 til og med 7 indeholder tekniske og funktionelle krav.

166
167 Afsnit 8 indeholder krav til udveksling af signaler og datakommunikation, afsnit 9 indeholder
168 krav til verifikation og dokumentation, afsnit 10 indeholder krav til elektrisk simuleringsmodel,
169 mens afsnit 11 indeholder referencer.

170
171 Tabel 1 er desuden inkluderet for at give læseren et vejledende overblik over krav differentie-
172 ret på anlægskategori, baseret på anlæggets nominelle effekt samt hvor i det kollektive elsys-
173 tem anlægget har tilslutningspunkt.

174
175 I Tabel 1 anvendes følgende kategorier for energilageranlæg:

- 176 - kategori A-D
- 177 - kategori D* (specifikke transmissionstilslutningskrav, som afviger fra generelle kate-
178 gori D-krav)
- 179 - kategori SA og SB (krav til retrofittede elproduktionsanlæg)
- 180 - kategori T (tovejsladestandere).

181
182 Forskriften udgives også på engelsk. I tvivlstilfælde er den danske udgave gældende.

183
184 Forskriften er udgivet af Energinet og kan hentes på: www.energinet.dk.

185

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

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

187

188

1. Terminologi, definitioner og forkortelser

1.1 Generelt

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

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

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

Tabel 2 Definitioner og forkortelser i alfabetisk rækkefølge.

1.1.1 Absolut-effektbegrænser

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

Nærmere beskrivelse i afsnit 6.2.4.1.

204 1.1.2 Anlægsejer

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

209 1.1.3 Anlægsinfrastruktur

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

213 1.1.4 Anlægskategori

214 Anlægskategorier i forhold til den samlede nominelle effekt i tilslutningspunktet:

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

223 Note 1:

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

227 Note 2:

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

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

233 Note 3:

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

236 1.1.5 Anlægsoperatør

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

240 1.1.6 COMTRADE

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

244
245 Standarden inkluderer beskrivelse af de krævede filtyper samt kilderne til transiente data så-
246 som beskyttelsesrelæer, fejlskrivere og simuleringsprogrammer. I standarden er desuden defi-
247 neret sample rates, filtre og konvertering af transiente data, som skal udveksles.

249 1.1.7 DK1

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

252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298

1.1.8 DK2

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

1.1.9 Effektfaktor, PF

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

1.1.10 Effektfaktorregulering

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

1.1.11 Elforsyningsvirksomhed

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

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

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

1.1.12 Elektrisk energilageranlæg (omtales også energilageranlæg)

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

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

Definitionen elektrisk energilageranlæg dækker over permanente og temporært tilsluttede energilageranlæg.

Permanent tilsluttede energilageranlæg omfatter:

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

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

Temporært tilsluttede energilageranlæg (kategori T) inkluderer:

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

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

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

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

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

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

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

1.1.13 Elektrisk energilageranlægsregulator

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

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

1.1.14 Energinet Elsystemansvar A/S

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

348 1.1.15 f_0

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

350

351 1.1.16 f_1

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

354

355 1.1.17 f_2

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

358

359 1.1.18 f_4

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

362

363 1.1.19 f_5

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

366

367 1.1.20 Flicker

368 Flicker er en visuel opfattelse af flimren i lyset forårsaget af spændingsfluktuationer. Flicker
369 optræder, hvis lysets luminans eller spektralfordeling fluktuerer med tiden. Ved et vist niveau
370 bliver flicker irriterende for øjet.

371

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

373

374 1.1.21 $f_{\max}$

375 $f_{\max}$ er betegnelsen for den maksimale frekvens inden for frekvensbåndet.

376

377 1.1.22 $f_{\min}$

378 $f_{\min}$ er betegnelsen for den minimale frekvens inden for frekvensbåndet.

379

380 1.1.23 Frekvensrespons

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

384

385 Frekvensrespons er en autonom funktion.

386

387 1.1.24 Frekvensresponsfølsomhed

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

391

392 1.1.25 FSM

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

Nærmere beskrivelse, se afsnit 6.2.3.

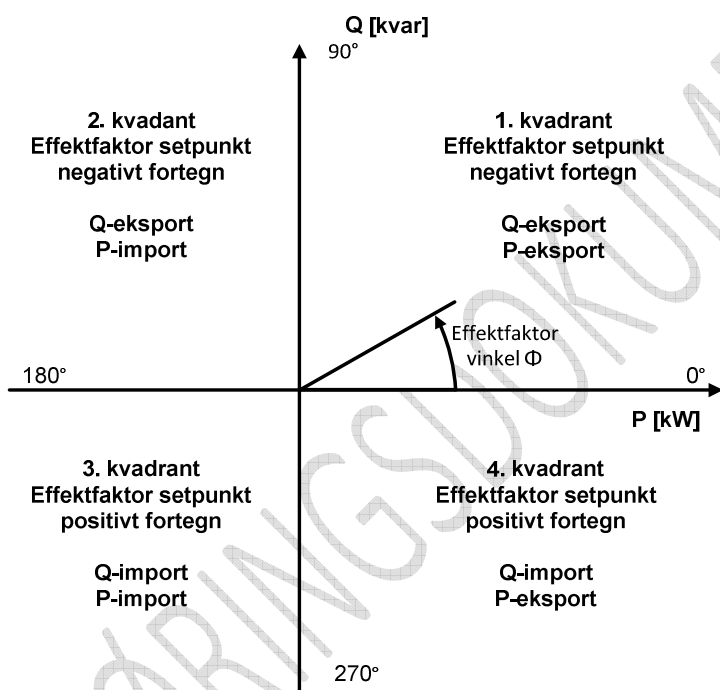
1.1.26 FSM-båndet

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

1.1.27 Generatorkonvention

Fortegn for aktiv/reaktiv effekt angiver effekttretning set fra generatoren. Forbrug/import af aktiv/reaktiv effekt angives med negativt fortegn, mens produktion/eksport af aktiv/reaktiv effekt angives med positivt fortegn.

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



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

1.1.28 G_{It}

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

1.1.29 Gradient-effektbegrænser

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

1.1.30 Harmoniske forstyrrelser

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

426 niske toner, overharmonisk forvrængning eller blot harmoniske. Nærmere beskrivelse, se afsnit
427 5.1.

428 1.1.31 Hurtige spændingsændringer

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

432

433 1.1.32 Installationstilslutningspunkt, PCI

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

437

438 1.1.33 Interne opsamlingsnet

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

440

441 1.1.34 Kollektivt elforsyningsnet

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

444

445 Distributionsnettet defineres som det kollektive elforsyningsnet med nominel spænding på
446 **højst** 100 kV.

447

448 Transmissionsnettet defineres som det kollektive elforsyningsnet med nominel spænding **over**
449 100 kV.

450

451 1.1.35 Kommunikationstilslutningspunkt, PCOM

452 Kommunikationstilslutningspunktet, Point of Communication (PCOM), er det sted i et energila-
453 geranlæg, hvor datakommunikationsegenskaberne, specificeret i afsnit 8, skal stilles til rådig-
454 hed og verificeres.

455

456 1.1.36 Kortslutningseffekt, S_k

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

459

460 1.1.37 Kortslutningseffekt elkvalitet, $S_{k_{\text{elkvalitet}}}$

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

463

464 1.1.38 Kortslutningsforhold, SCR

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

467

468 1.1.39 Kortslutningsstrøm, I_k

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

471

1.1.40 Leveringspunkt, PCC

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

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

Elforsyningsvirksomheden definerer leveringspunktet.

1.1.41 LFSM-O

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

1.1.42 LFSM-U

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

1.1.43 Nominel effekt - normaliseret forhold, P/P_n

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

1.1.44 Nominel reaktiv effektlevering, Q_{nl}

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

1.1.45 Nominel spænding, U_n

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

1.1.46 Nominel strøm, I_n

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

1.1.47 Nominelt reaktivt effektoptag, Q_{no}

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

1.1.48 Nominel værdi for den tilsyneladende effekt, S_n

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

517 1.1.49 Normal driftsspænding, U_c

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

522 1.1.50 Normalt driftsområde

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

527 1.1.51 P_{aktuel}

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

531 1.1.52 Partial Weighted Harmonic Distortion, PWHD

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

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

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

539 hvor:

541 X repræsenterer enten strøm eller spænding

542 X_1 er RMS-værdien af den fundamentale komponent

543 h er den harmoniske orden

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

546 1.1.53 P_{levere}

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

551 1.1.54 P_{min}

552 P_{min} er betegnelsen for nedre grænse for aktiv effekregulering.

554 1.1.55 P_{nl}

555 P_{nl} er betegnelsen for nominel effekt leveret af et energilageranlæg. Dette er den største akti-
556 ve effekt, som anlægget er konstrueret til at kunne levere kontinuert, og som fremgår af type-
557 godkendelsen.

559 1.1.56 P_{no}

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

563

564 **1.1.57 P_{optage}**

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

568 **1.1.58 Positivliste**

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

572

573 **1.1.59 Q-regulering**

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

576

577 **1.1.60 Reaktiv strøm, I_q**

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

579

580 **1.1.61 ROCOF**

581 ROCOF, Rate of change of frequency, (df/dt) er betegnelsen for en frekvensændring som funk-
 582 tion af tid.

583

584 Note 4: Frekvensændringen, ROCOF, beregnes efter nedenstående eller et ækvivalent princip.

585 Frekvensmålingen anvendt til beregning af frekvensændringen er baseret på en 200 millise-
 586 kunder måleperiode, hvor middelværdien beregnes.

587

588 Frekvensmålingerne skal foregå løbende, så der beregnes en ny værdi for hvert 20. millise-
 589 kund.

590

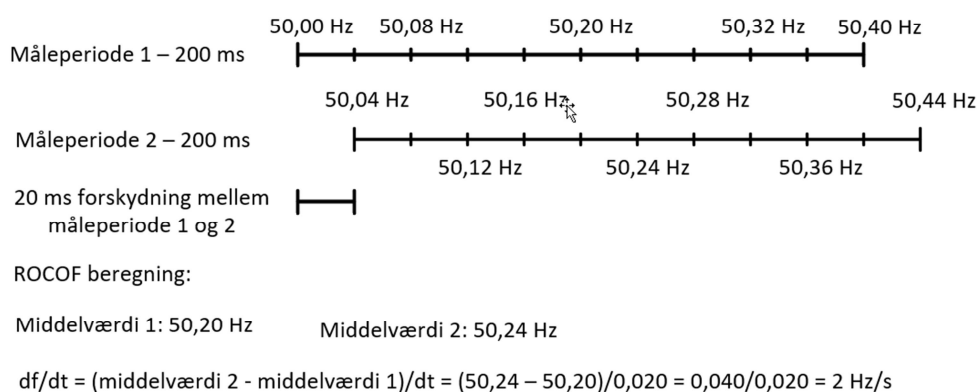
591 ROCOF [Hz/s] skal beregnes som forskellen mellem den netop udførte middelværdifrekvensbe-
 592 regning og den middelværdifrekvensberegning, der blev foretaget for 20 millisekunder siden.

593

$$594 \quad df/dt = (\text{middelværdi 2} - \text{middelværdi 1})/0,020 \text{ [Hz/s]}$$

595

Eksempel:



596

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

598

599 1.1.62 Sammenhængende elforsyningssystem

600 Det kollektive elforsyningsnet med tilhørende anlæg i et større område, som er indbyrdes for-
601 bundet med henblik på fælles drift, benævnes et sammenhængende elforsyningssystem.

603 1.1.63 Spændingsfluktuation

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

607 1.1.64 Spændingsreferencepunkt

608 Målepunkt, som anvendes til spændingsregulering. Spændingsreferencepunktet er enten i
609 tilslutningspunktet, i leveringspunktet eller et specificeret punkt imellem. Spændingsreferen-
610 cepunktet defineres af elforsyningsvirksomheden.

612 1.1.65 Spændingsregulering

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

616 1.1.66 Statik

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

619 1.1.67 Sum af harmoniske spændinger

620 U_h er betegnelsen for summen af de harmoniske spændinger.

622 1.1.68 Sum af individuelle harmoniske strømme, I_h

623 I_h er betegnelsen for summen af de individuelle harmoniske strømme.

625 1.1.69 Tilslutningspunkt, POC

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

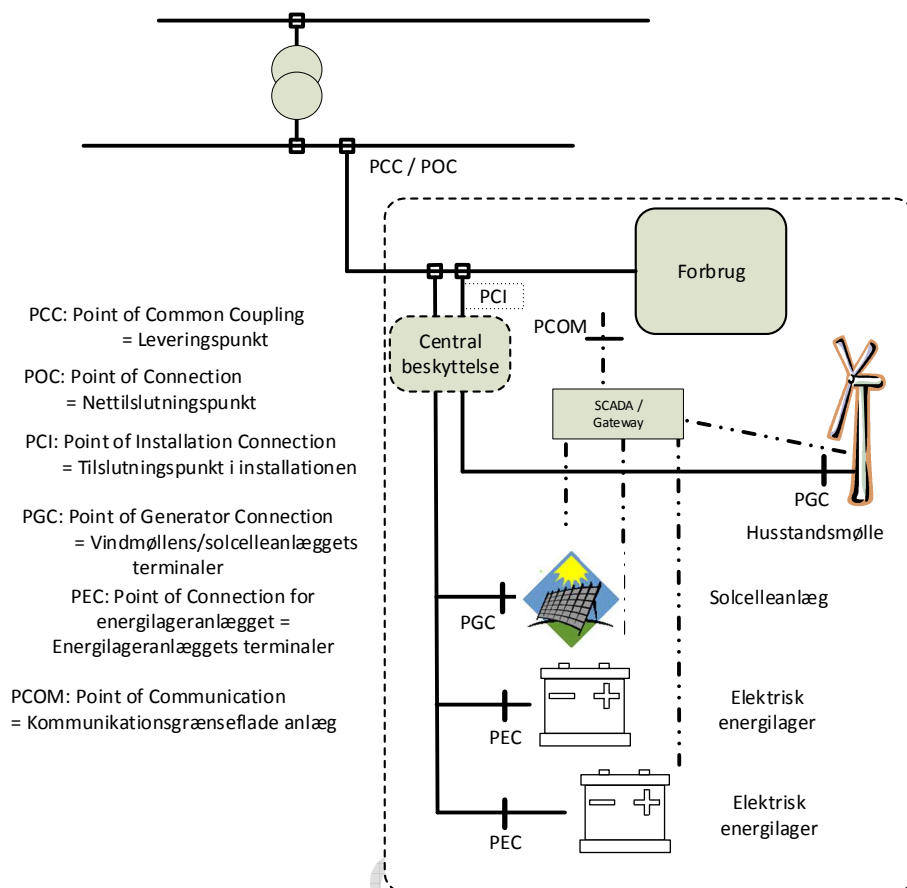
630 Alle krav specificeret i denne forskrift er gældende i tilslutningspunktet.

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

636 Figur 3 viser en typisk installationstilslutning af en eller flere energilageranlæg med angivelse
637 af, hvor energilageranlæggenes tilslutningsterminaler (PEC), tilslutningspunktet (POC), tilslut-
638 ningspunktet i installationen (PCI) og leveringspunktet (PCC) typisk er placeret. I den viste situ-
639 ation er leveringspunktet (PCC) sammenfaldende med tilslutningspunktet (POC).

640

641



642

643 *Figur 3 Eksempel på installationstilslutning af anlæg*

644

645 Figur 4 viser en typisk nettilslutning af flere anlæg med angivelse af, hvor generatortilslut-

646 ningspunktet (PGC), energianlæggets terminaler (PEC), tilslutningspunktet (POC), leverings-

647 punkt (PCC) og spændingsreferencepunktet kan være placeret. Spændingsreferencepunktet

648 er enten tilslutningspunktet (POC), leveringspunktet (PCC) eller et punkt imellem.

649

1.1.70 Tilslutningsterminaler, PEC

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

1.1.71 Tilsyneladende effekt, S

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

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

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

Hvor $\mathbf{U}$ er spændingsvektoren og $\mathbf{I}^*$ er strømvektorens konjugerede værdi. Den tilsyneladende effekt bliver herved en kompleks størrelse $S = P + jQ$

hvis reelle del P betegnes den aktive effekt, og den imaginære del Q betegnes den reaktive effekt.

670 1.1.72 Total Harmonic Distortion, THD

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

675

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

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

677

678 hvor:

679

680 X repræsenterer enten strøm eller spænding

681 X_1 er RMS-værdien af den fundamentale komponent

682 h er den harmoniske orden

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

684 H generelt er 40 eller 50, afhængig af anvendelsen.

685

686 1.1.73 Tovejssladestander

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

689

690 1.1.74 $U_{\max}$

691 $U_{\max}$ er betegnelsen for den maksimale RMS-værdi af den nominelle spænding U_n .

692

693 1.1.75 $U_{\min}$

694 $U_{\min}$ er betegnelsen for den minimale RMS-værdi af den nominelle spænding U_n .

695

696

697 1.1.76 Universel tid, UTC

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

700

701 1.1.77 Ψ_k

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

704

705

706

707

2. Formål, anvendelsesområde, forvaltningsmæssige bestemmelser

2.1 Formål

Efter bemyndigelse i § 7, stk. 1, nr. 1, 3 og 4 i bekendtgørelse nr. 891 af 17. august 2011 om systemansvarlig virksomhed og anvendelse af eltransmissionssystemet mv., som senest er ændret ved bekendtgørelse nr. 1473 af 11. december 2018 (herefter systemansvarsbekendtgørelsen), udarbejder Energinet nærværende forskrift for at fastlægge de tekniske og funktionelle minimumskrav, som et energilageranlæg skal overholde i tilslutningspunktet, når energilageranlægget er tilsluttet det kollektive elforsyningsnet.

Energilageranlæg skal registreres med stamdata, så data og erfaring omkring påvirkning af det kollektive elforsyningsnet kan indsamles og anvendes til udvikling af energilageranlægget og det kollektive elforsyningsnet.

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

2.2 Anvendelsesområde

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

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

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

2.2.1 Nye energilageranlæg

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

2.2.2 Eksisterende energilageranlæg

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

2.2.3 Ændringer på eksisterende energilageranlæg

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

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

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

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

2.3 Afgrænsning

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

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

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

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

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

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

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

De driftsmæssige forhold aftales mellem anlægsejer og elforsyningsvirksomheden.

Eventuel levering af systemydelser aftales mellem anlægsejer og den produktionsbalanceansvarlige.

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

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

2.3.1 Undtagelse fra minimumskrav

Følgende funktionalitet er undtaget fra minimumskrav:

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

805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852

2.4 Ikrafttræden

Denne forskrift træder i kraft den 18. december 2019 samtidig med anmeldelse til Forsynings-
tilsynet.

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

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

Forskriften er anmeldt til Forsyningstilsynet efter reglerne i elforsyningslovens § 26 og system-
ansvarsbekendtgørelsens § 7.

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

2.5 Klage

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

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

2.6 Misligholdelse

Det påhviler anlægsejer at sikre, at bestemmelserne i denne forskrift overholdes i hele energi-
lageranlæggets levetid.

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

Omkostninger i forbindelse med at overholde bestemmelserne i denne forskrift påhviler an-
lægsejer.

2.7 Sanktioner

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

2.8 Dispensation og uforudsete forhold

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

For at der kan ydes dispensation:

- skal der være tale om særlige forhold, f.eks. af lokal karakter
- må afvigelsen ikke give anledning til en nævneværdig forringelse af den tekniske
kvalitet og balance af det kollektive elforsyningsnet

- må afvigelsen ikke være uhensigtsmæssig ud fra en samfundsøkonomisk betragtning
- eller
- skal energilageranlægget være ordret, inden forskriften er anmeldt til Forsyningstilsynet, jf. afsnit 2.4.

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

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

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

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

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

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

880 3.1 Tilslutning af et nyt energilageranlæg

881 Et energilageranlæg skal i forbindelse med nettilslutning levere information om energilageran-
882 læggets lagermedie.

883

884 3.1.1 Oplysning om lagermedie, kategori A, B, C, D

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

887

- 888 • Lagermedie – fabrikat
- 889 • Lagermedie – modelnr.
- 890 • Lagermedie – udnyttbar energilagerkapacitet [kWh]

891

892 3.2 Tilslutning af lagermedie til et eksisterende produktionsanlæg, kategori SX

893 Tilsluttes et lagermedie (batteri eller andet form for lagerenhed) et eksisterende produktions-
894 anlæg i kategori A eller B, er lagermediet omfattet af denne tekniske forskrift, mens det eksis-
895 terende produktionsanlæg fortsat skal efterleve de krav, som produktionsanlægget oprinde-
896 ligt blev tilsluttet under.

897

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

900

901 3.2.1 Oplysning om lagermedie, kategori SX

902 Et energilageranlæg i kategori SX skal levere anlægsinformationer om det anvendte lagerme-
903 die:

904

- 905 • Lagermedie – fabrikat
- 906 • Lagermedie – modelnr.
- 907 • Lagermedie – udnyttbar energilagerkapacitet [kWh]
- 908 • Inverter – nominel effekt [kW]

909

910 3.3 Ændringer på et energilageranlæg, kategori SX

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

914

915 3.4 Tilslutning af energilageranlæg, kategori T

916 Et energilageranlæg skal i forbindelse med nettilslutning levere information om tovejslade-
917 standerens egenskaber.

918

919 3.4.1 Oplysninger om tovejsladestander

920 En tovejsladestander, temporært tilsluttet energilageranlæg, skal i forbindelse med nettilslut-
921 ning levere information omkring ladestanderens:

922

- 923 • Ladestander – fabrikat
- 924 • Ladestander – modelnr.
- 925 • Ladestanderens nominelle aktive effekt, P_{nl} og P_{no} [kW]

4. Spænding og frekvens

4.1 Tolerance over for frekvens- og spændingsafvigelser (generelt)

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

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

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

4.2 Fastlæggelse af spændingsniveau

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

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

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

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

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

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

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

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

DK1	p.u.	150 kV	220 kV	400 kV
-----	------	--------	--------	--------

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

Tabel 4 Transmissionssystemspændinger med driftstolerancer i DK1.

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

Tabel 5 Transmissionssystemspændinger med driftstolerancer i DK2.

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

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

4.3 Normale driftsforhold

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

4.3.1 Automatisk indkobling og gradient for aktiv effekt

De følgende krav gælder for energilageranlæg i kategori A, B, C og D samt T. Automatisk indkobling af et energilageranlæg må tidligst finde sted tre minutter efter, at spændingen er inden for toleranceområdet for den normale driftsspænding, og netfrekvensen er inden for området angivet af f_1 og f_2 .

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

Tabel 6 FSM-bånd for automatisk indkobling.

Indstilling af frekvensgrænserne fastlægges af Energinet Elsystemansvar A/S.

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

990

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

991

Tabel 7 Gradient for automatisk indkobling.

992

993

4.3.2 Normalt driftsområde, distributionssystemstilslutning, kategori A

994

De følgende krav gælder for energilageranlæg i kategori A.

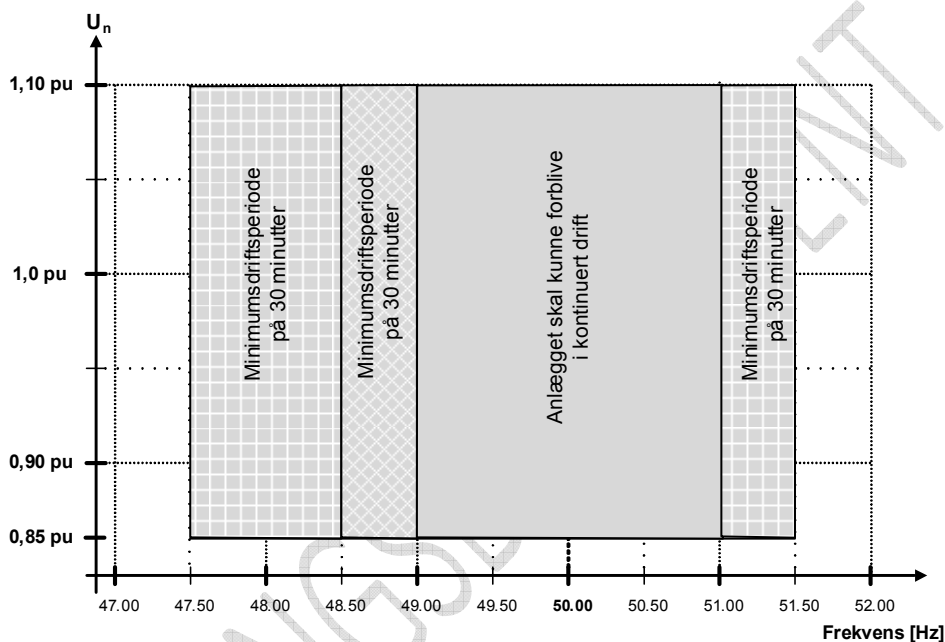
995

996

De samlede krav til normalt driftsområde af aktiv effekt ved frekvens- og spændingsafvigelser

997

for et energilageranlæg i tilslutningspunktet er vist i Figur 5.



998

999

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

1000

1001

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

1002

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

1003

1004

De samlede krav til normalt driftsområde af aktiv effekt ved frekvens- og spændingsafvigelser

1005

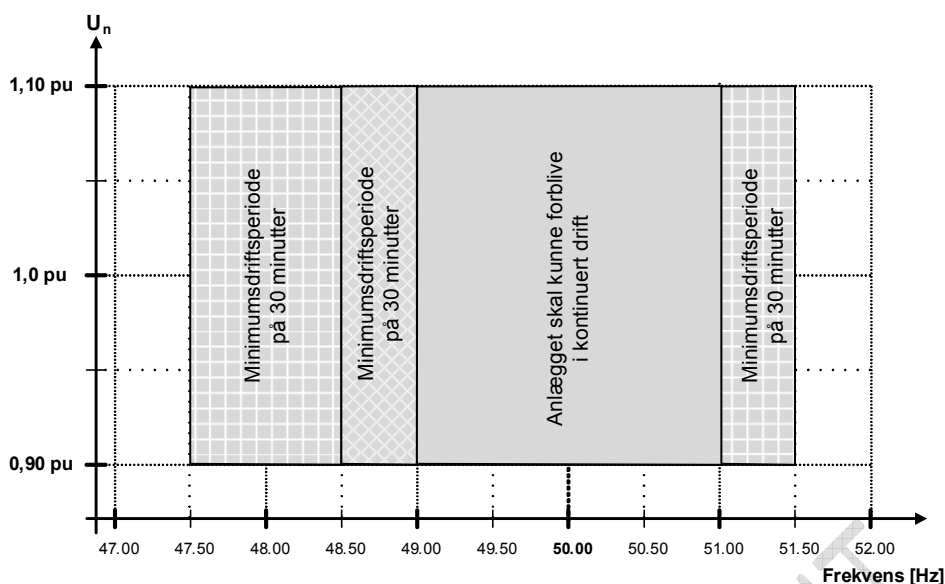
for et energilageranlæg i tilslutningspunktet er vist i Figur 6.

1006

1007

1008

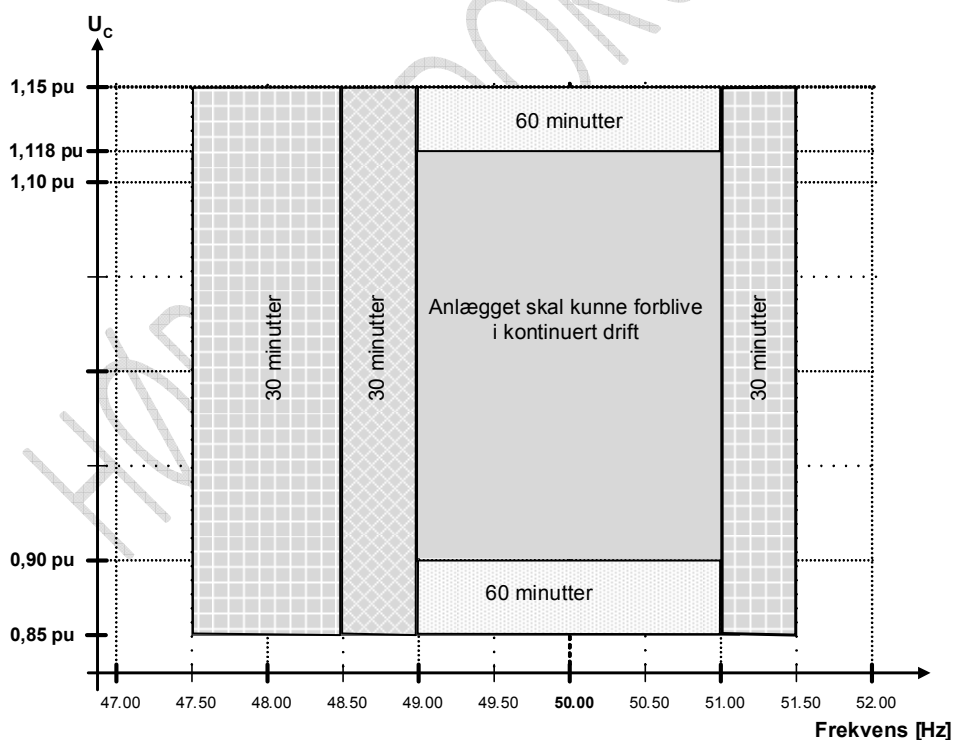
1009



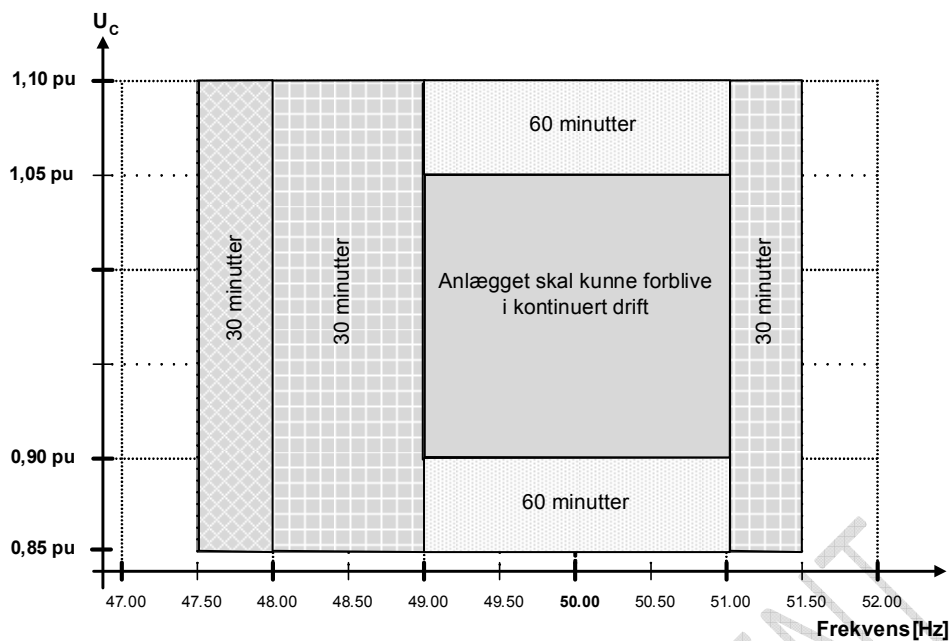
Figur 6 Krav til nominal effekt og nominal strøm ved frekvens- og spændingsvariationer.

4.3.4 Normalt driftsområde, transmissionssystemstilslutning

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



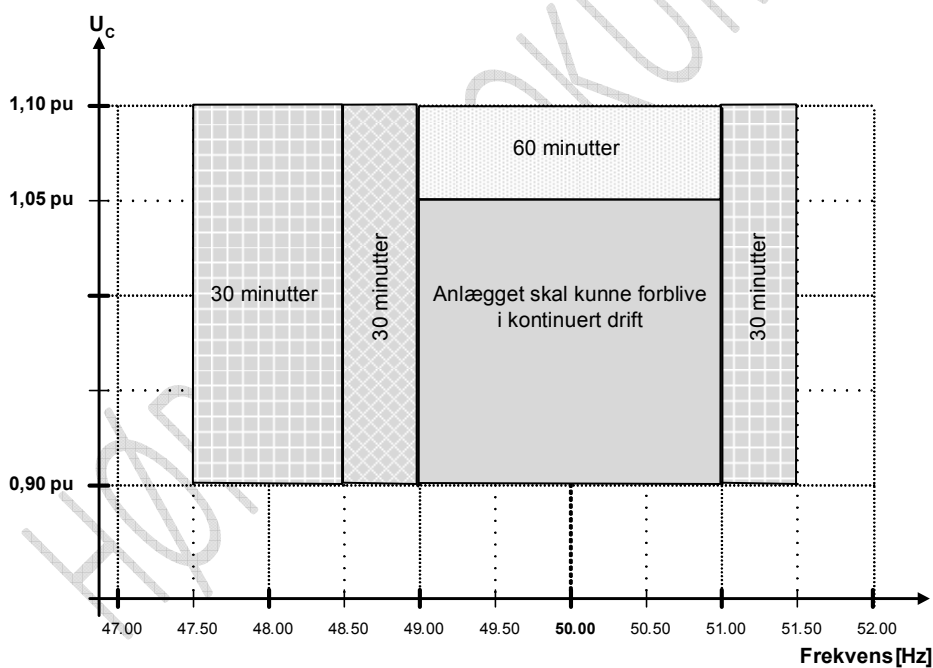
Figur 7 Normaldriftsområde: transmissionstilsluttede anlæg i DK1, 110-130 kV.



1022
1023

1024 *Figur 8 Normaldriftsområde: transmissionstilsluttede anlæg i DK1, 300-400 kV.*

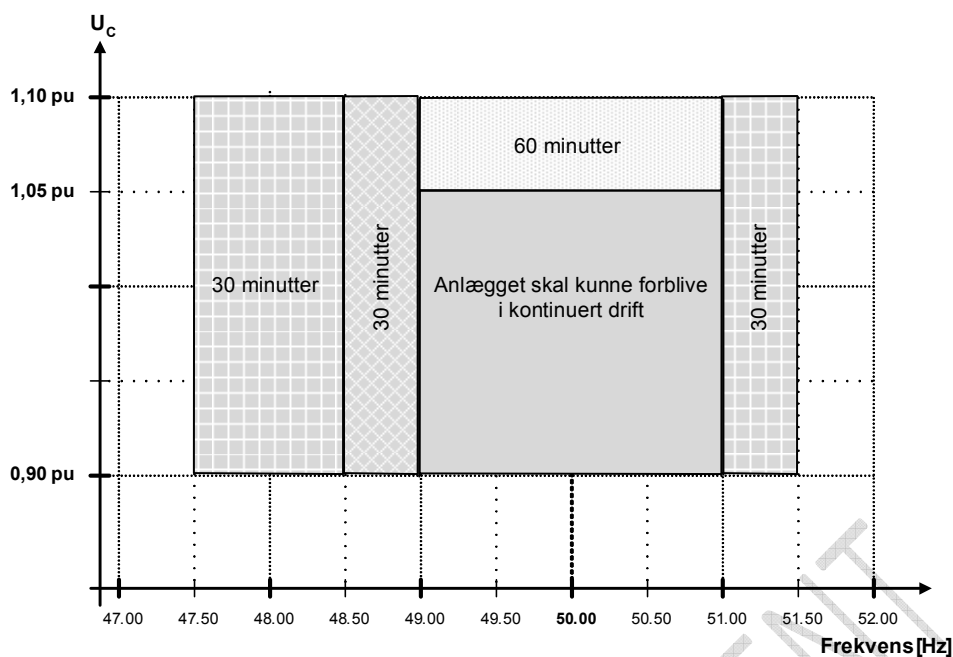
1025
1026



1027

1028 *Figur 9 Normaldriftsområde: transmissionstilsluttede anlæg i DK2, 100-300 kV.*

1029
1030



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

4.4 Unormale driftsforhold

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

4.4.1 Spændingsfasespring

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

4.4.2 ROCOF

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

4.4.3 Normaldrift efter spændingsdyk

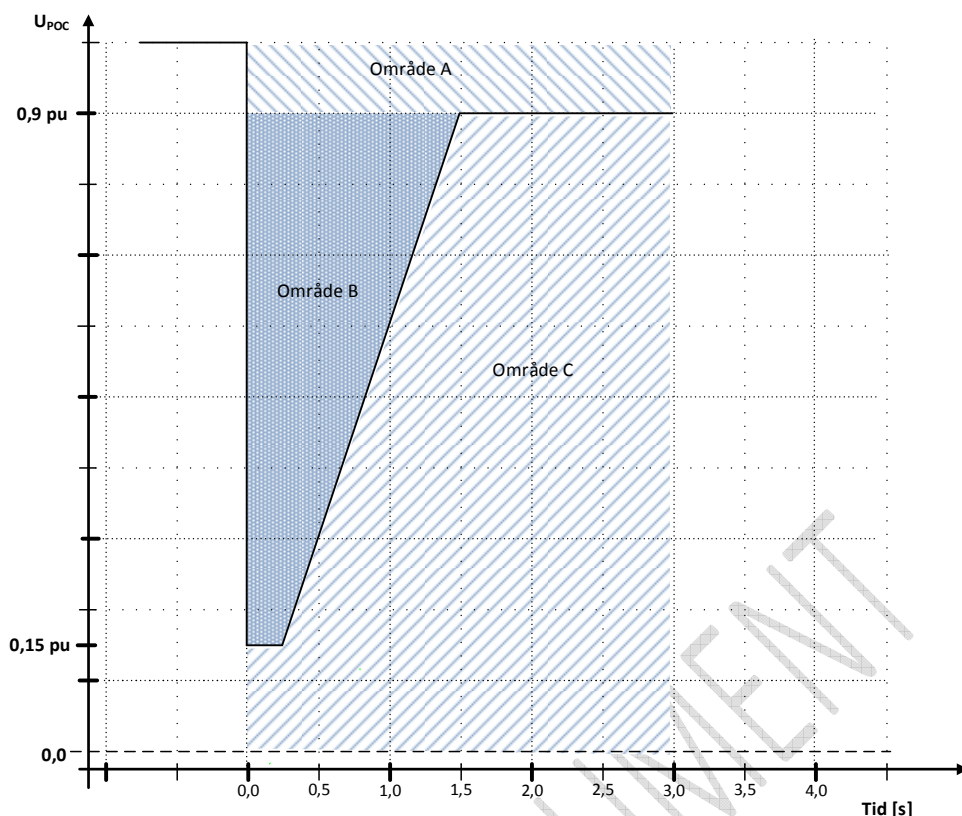
Det følgende krav gælder for energilageranlæg i kategori B, C og D.

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

4.4.4 Tolerance over for spændingsdyk, distributionssystemet

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

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



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

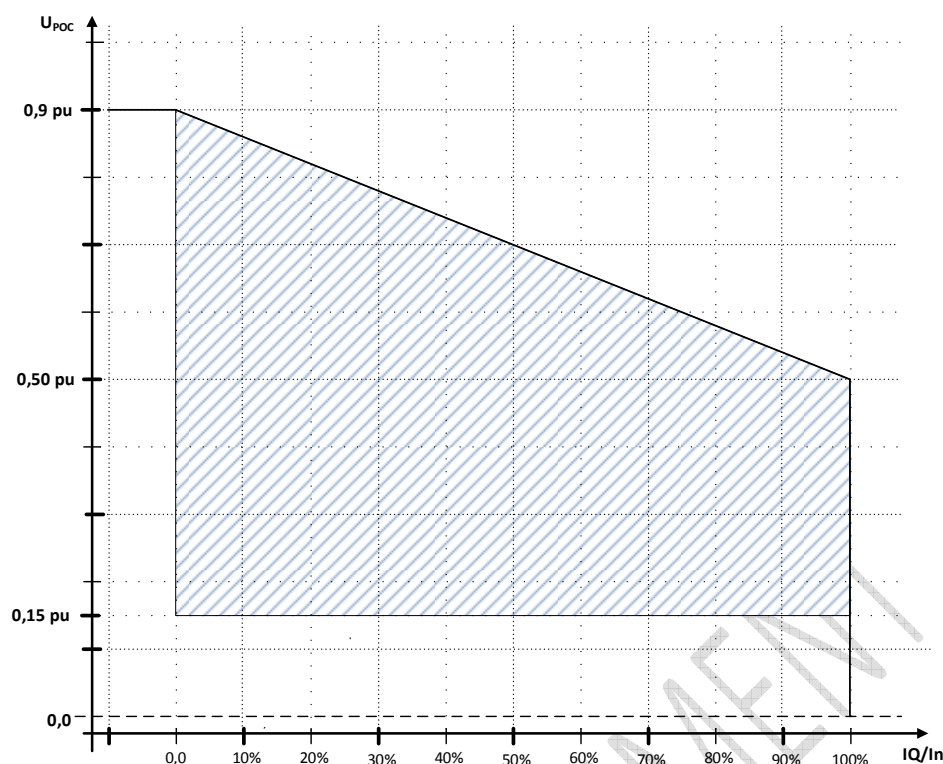
De følgende krav skal overholdes ved symmetriske såvel som usymmetriske fejl. Det vil sige, at kravene er gældende i tilfælde af fejl på tre, to eller en enkelt fase:

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

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

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

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



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

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

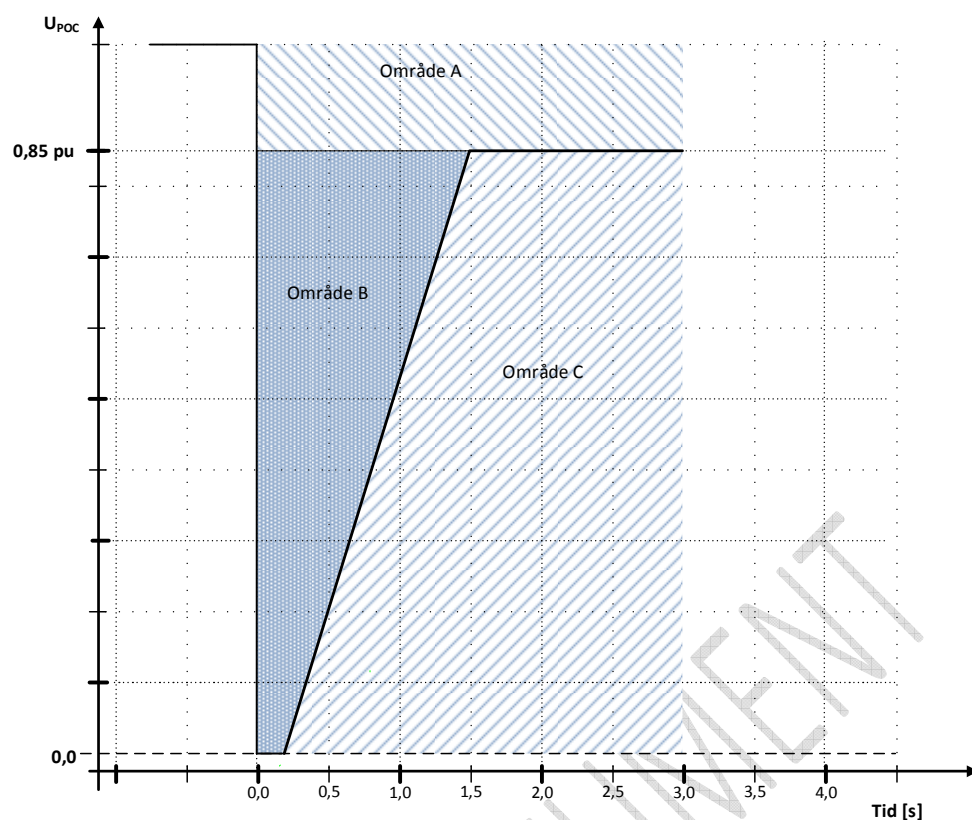
I område B har levering af reaktiv strøm første prioritet, mens levering af aktiv effekt har anden prioritet.

4.4.5 Tolerance over for spændingsdyk, transmissionssystemet

De følgende krav gælder for energilageranlæg tilsluttet i transmissionssystemet.

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

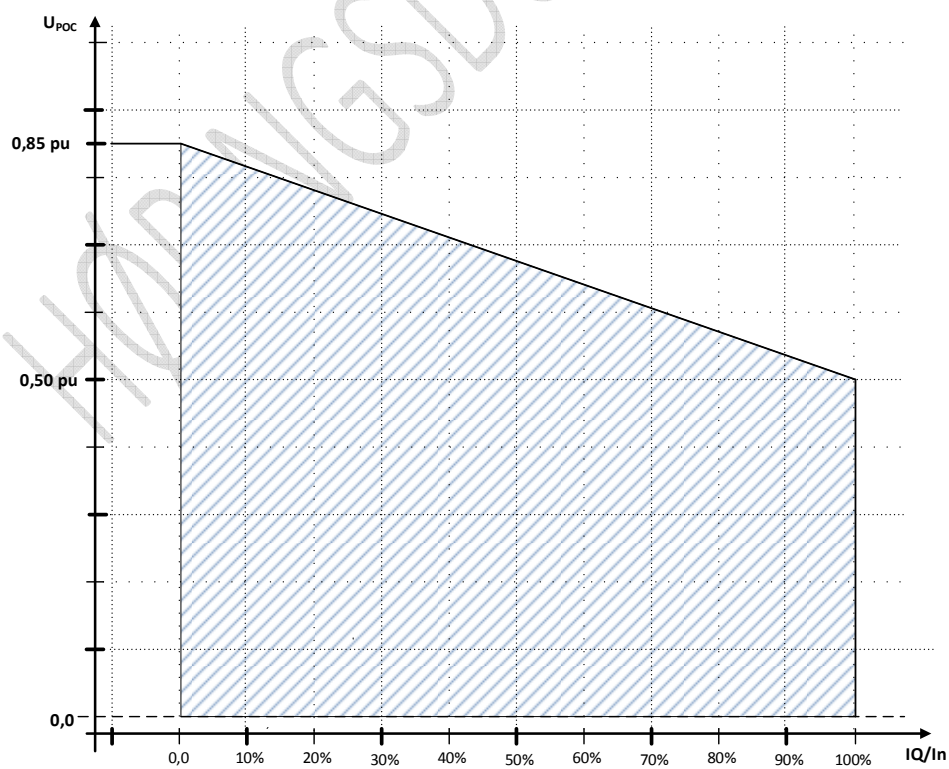
Et energilageranlæg skal i tilslutningspunktet være designet til at kunne tolerere et spændingsdyk uden udkobling ned til 0 % af spændingen i tilslutningspunktet over en periode på minimum 150 millisekunder, som vist i Figur 13 for DK1 og Figur 15 for DK2, og skal under fejlforløbet kunne levere en reaktiv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



1109
1110

1111 *Figur 13 Krav til tolerance over for spændingsdyk for energilageranlæg tilsluttet transmissi-*
1112 *onssystemet i DK1.*

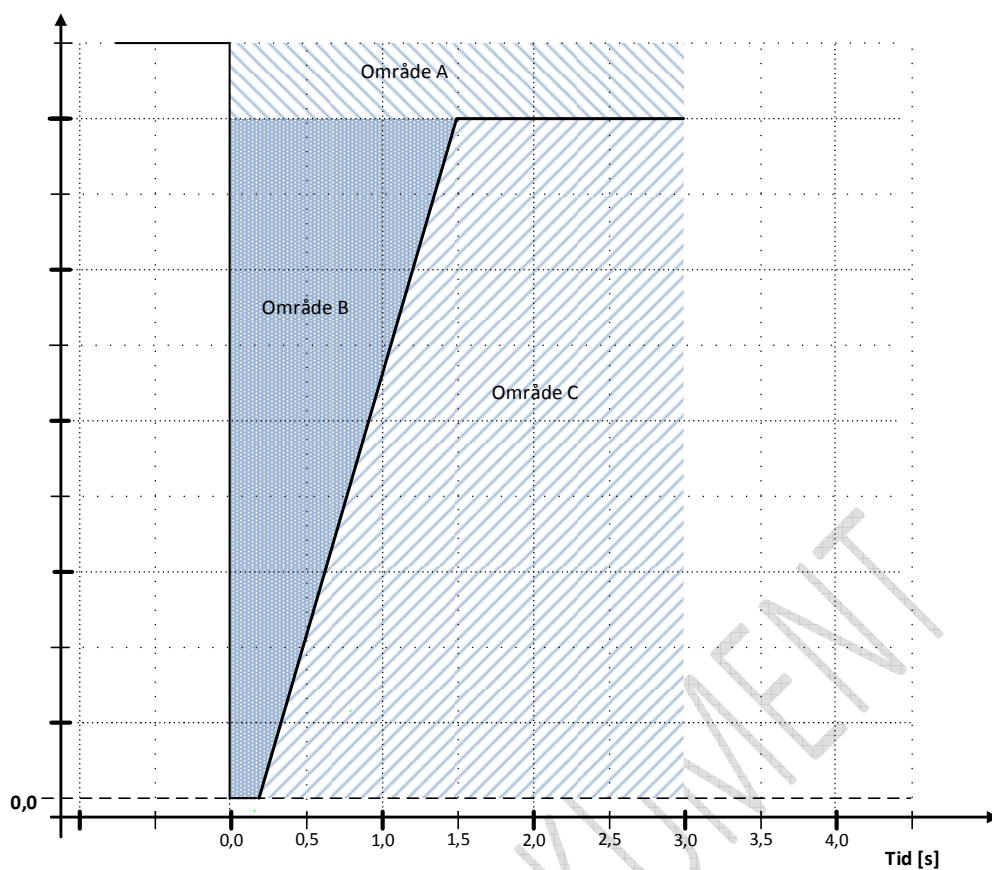
1113



1114

1115 *Figur 14 Krav til levering af reaktiv tillægsstrøm IQ under spændingsdyk for energilageranlæg*
1116 *tilsluttet transmissionssystemet i DK1.*

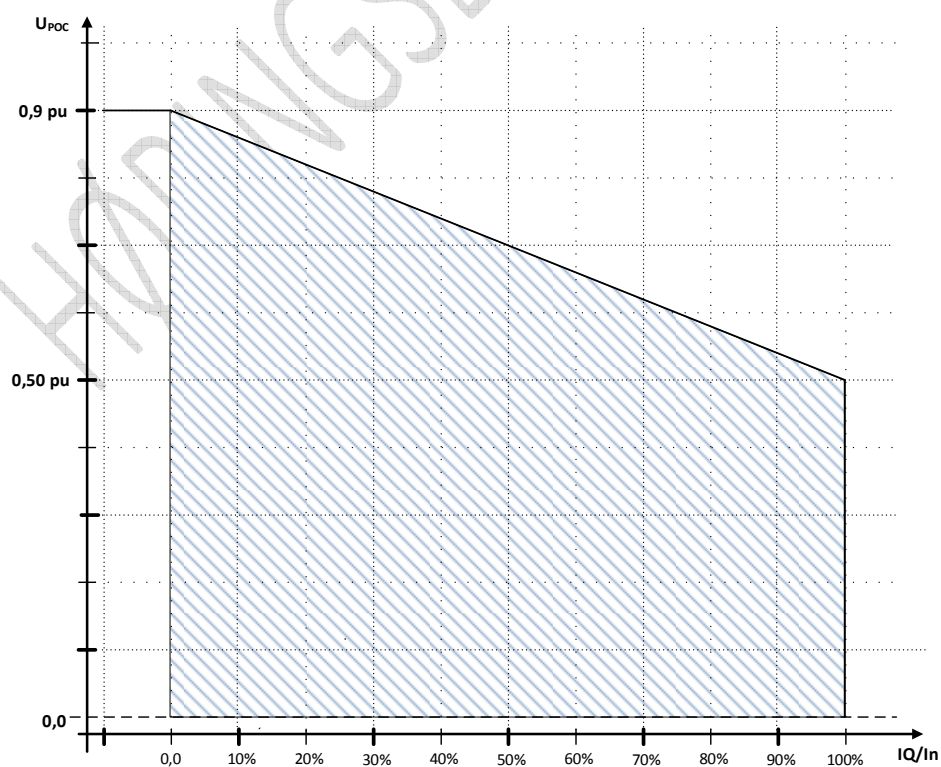
1117



1118
1119

1120 *Figur 15 Krav til tolerance over for spændingsdyk for energilageranlæg tilsluttet transmissi-*
1121 *onssystemet i DK2.*

1122



1123

1124 *Figur 16 Krav til levering af reaktiv tillægsstrøm IQ under spændingsdyk for energilageranlæg*
1125 *tilsluttet transmissionssystemet i DK2.*

1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151

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

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

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

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

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

5. Elkvalitet

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

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

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

5.1.1 Grænseværdier

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

- Hvis hver energilagerenhed i et energilageranlæg op til og med 50 kW overholder de relevante produktstandarder eller DS/EN 61000-3-serien, så anses kravet til hurtige spændingsændringer, flicker og harmoniske overtoner som overholdt
- Et energilageranlæg over 11 kW til og med 50 kW skal derudover overholde de krav, som stilles i DS/EN 61000-3-11 og DS/EN 61000-3-12. Disse internationale standarder omhandler bl.a. flicker, hurtige spændingsændringer og harmoniske overtoner.
- Et energilageranlæg over 50 kW skal derudover overholde de krav og grænseværdier, som stilles i afsnit 5.1.1.3 til afsnit 5.1.1.7. Disse afsnit omhandler bl.a. flicker, hurtige spændingsændringer og harmoniske overtoner.

5.1.1.1 DC-indhold

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

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

5.1.1.2 Strømbalance

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

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

5.1.1.3 Hurtige spændingsændringer

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

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

Tabel 8 Grænseværdi for hurtige spændingsændringer i procent af U_n .

1195 5.1.1.4 Flicker

1196 Et energilageranlæg må ikke forårsage flickerbidrag, der er højere end grænseværdierne for
1197 kort- og langtidsflicker, som angivet i Tabel 9.

1198

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

1199 Tabel 9 Grænseværdi for kort- og langtidsflicker.

1200

1201 5.1.1.5 Harmoniske overtoner

1202 Et energilageranlæg må ikke emitte harmoniske strømme højere end grænseværdierne i
1203 Tabel 10 for de enkelte harmoniske overtoner, som er angivet i procent af anlæggets nominelle
1204 strøm, (I_h/I_n (%)). Grænseværdierne afhænger af forholdet SCR mellem et energilageranlægs
1205 nominelle tilsyneladende effekt og kortslutningseffekten i energilageranlæggets tilslutnings-
1206 punkt.

1207

	SCR	Ulige harmonisk orden h							Lige harmoniske orden h					
$U \leq 1 \text{ kV}$	<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
$U > 1 \text{ kV}$	-	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

1208 Tabel 10 Grænseværdier for harmoniske strømme I_h/I_n (% af I_n).

1209 Udover grænseværdierne for de enkelte harmoniske overtoner er der også grænseværdier for
1210 alle harmoniske overtoner samlet set. Grænseværdierne for THD_i og $PWHD_i$ er angivet i Tabel
1211 11.

1212

	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

1213 Tabel 11 Grænseværdier for THD_i og PWHD_i i strøm (% af I_n).

1214

1215 5.1.1.6 Interharmoniske overtoner

1216 Et energilageranlæg skal overholde grænseværdierne angivet i strømme for alle interharmoni-
 1217 ske overtoner, som er angivet i Tabel 12.

1218

	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.				

1219 Tabel 12 Grænseværdier for interharmoniske overtoner i strøm (% af I_n).

1220

1221 5.1.1.7 Forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz

1222 Et energilageranlæg skal overholde grænseværdien angivet i strøm i Tabel 13 for alle 200 Hz
 1223 frekvensgrupper mellem 2 kHz og 9 kHz.

1224

Grænseværdi
0,2 %

1225 Tabel 13 Grænseværdi i strøm angivet som procent af I_n for alle frekvenser mellem 2 kHz og 9
 1226 kHz.

1227

1228 5.1.2 Ansvarsfordeling

1229 5.1.2.1 Anlægsejers forpligtelser

1230 Anlægssejer skal som udgangspunkt sikre, at energilageranlægget er designet, konstrueret og
 1231 konfigureret på sådan en måde, at alle grænseværdier overholdes.

1232

1233

1234 Anlægsejer skal verificere, at emissionsgrænserne i tilslutningspunktet er overholdt.

1235

1236 Til beregning af elkvalitet anvender anlægsejer den typiske trefasede kortslutningseffekt

1237 $S_{k,elkvalitet}$ i tilslutningspunktet.

1238

1239 5.1.2.2 Elforsyningsvirksomheden forpligtelser

1240 Elforsyningsvirksomheden har ansvaret for at fastsætte emissionsgrænser i tilslutningspunktet.

1241

1242 Elforsyningsvirksomheden skal oplyse kortslutningsniveauet $S_{k,elkvalitet}$ med tilhørende impe-
1243 dansvinkel ψ_k i tilslutningspunktet.

1244

1245 5.1.3 Målemetode

1246 Målinger af de forskellige elkvalitetsparametre skal udføres i henhold til den europæiske norm
1247 DS/EN 61000-4-30 (klasse A).

1248

1249 Måling af harmonisk forvrængning af spænding og strøm skal foretages som defineret i IEC
1250 61000-4-7 efter de principper (harmonic subgroup) og med de nøjagtigheder, der er angivet
1251 for klasse I.

1252

1253 Måling af interharmonisk forvrængning op til 2 kHz skal foretages som defineret i IEC 61000-4-
1254 7 Annex A og skal måles som interharmoniske grupper (interharmonic subgroup).

1255

1256 Alternativt er det tilladt at måle harmonisk forvrængning op til 2 kHz med grouping aktiveret
1257 (harmonic groups), som specificeret i IEC 61000-4-7, og med de nøjagtigheder, der er angivet
1258 for klasse I. Hvis harmonisk forvrængning op til 2 kHz måles med grouping aktiveret, er det ikke
1259 påkrævet at måle interharmonisk forvrængning op til 2 kHz separat.

1260

1261 Måling af forstyrrelser i området 2-9 kHz skal foretages jævnfør IEC 61000-4-7 Annex B og skal
1262 måles i 200 Hz-vinduer med centerfrekvenser fra 2100 Hz til 8900 Hz.

1263

1264 5.2 Elkvalitet, energilageranlæg kategori C, D og T, distributionssystemstilsluttet

1265 Et energilageranlæg må ikke forårsage uacceptabel elkvalitet i elnettet. For at undgå dette skal
1266 energilageranlægget overholde kravene specificeret i de følgende afsnit.

1267

1268 Der kan være yderligere krav til et energilageranlæg i særlige tilfælde, hvor et energilageran-
1269 læg kan have en betydende indvirkning på det kollektive elforsyningsnet (distributionsnettet
1270 og/eller transmissionsnettet), se afsnit 5.2.2.1

1271

1272 5.2.1 Grænseværdier

1273 Et energilageranlæg skal overholde kravene beskrevet i de følgende afsnit.

1274

1275 5.2.1.1 DC-indhold

1276 Et energilageranlæg må ikke injicere DC-strømme i elnettet. Dette er opfyldt, hvis DC- indhol-
1277 det i den strøm, som energilageranlægget injicerer i nettet, er under 0,5 % af energilageran-
1278 læggets nominelle strøm.

1279

1280 Hvis anlægget er tilsluttet gennem en anlægstransformer, antages kravet for opfyldt.

1281

1282 5.2.1.2 Spændingsubalance

1283 Et energilageranlæg skal være balanceret 3-faset, så anlægget ikke giver anledning til spæn-
1284 dingsubalance.

1285

1286 5.2.1.3 Hurtige spændingsændringer

1287 Et energilageranlæg må ikke forårsage hurtige spændingsændringer større end den grænse-
1288 værdi, der er angivet i Tabel 14.

1289

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

1290 *Tabel 14 Grænseværdi for hurtige spændingsændringer i procent af U_n .*

1291

1292 5.2.1.4 Flicker

1293 Energilageranlægget skal overholde de grænseværdier for flicker, som fastsættes af elforsy-
1294 ningsvirksomheden.

1295

1296 5.2.1.5 Harmoniske overtoner

1297 Energilageranlægget skal overholde de spændingsgrænseværdier for emission af harmoniske
1298 overtoner, som fastsættes af elforsyningsvirksomheden.

1299

1300 5.2.1.6 Interharmoniske overtoner

1301 Energilageranlægget skal overholde de spændingsgrænseværdier for interharmoniske overto-
1302 ner, som fastsættes af elforsyningsvirksomheden.

1303

1304 5.2.1.7 Forstyrrelser i intervallet 2-9kHz

1305 Energilageranlægget skal overholde de spændingsgrænseværdier for forstyrrelser i frekvens-
1306 området 2 kHz til 9 kHz, som fastsættes af elforsyningsvirksomheden.

1307

1308 5.2.2 Ansvarsfordeling

1309 5.2.2.1 Anlægsejers forpligtelser

1310 Anlægsejer skal sikre, at energilageranlægget er designet, konstrueret og konfigureret på så-
1311 dan en måde, at alle grænseværdier overholdes.

1312

1313 Anlægsejer skal verificere, at emissionsgrænserne i nettilslutningspunktet er overholdt.

1314 Til beregning af elkvalitet anvender anlægsejer den typiske trefasede kortslutningseffekt, S_k ,
1315 elkvalitet i tilslutningspunktet.

1316

1317 Netvirksomheden og transmissionsvirksomheden foretager i samarbejde en bedømmelse af,
1318 om et energilageranlæg har betydende indvirkning på det kollektive elforsyningsnet. Ved ener-
1319 gilageranlæg, som har en betydende indvirkning på det kollektive elforsyningsnet, vil anlægs-
1320 ejer yderligere skulle:

- 1321 • anvende frekvensafhængige impedanspolygoner til beregning af elkvalitet
- 1322 • verificere, at emissionsgrænser også er overholdt op imod transmissions-
1323 nettet, samt
- 1324 • kunne levere en impedansmodel for energilageranlægget, jf. afsnit 9 om-
1325 kring dokumentation.

1326

1327 5.2.2.2 Elforsyningsvirksomheden forpligtelser

1328 Elforsyningsvirksomheden har ansvaret for at fastsætte emissionsgrænser i tilslutningspunktet.

1329

1330 Elforsyningsvirksomheden skal oplyse kortslutningsniveauet $S_{k, \text{elkvalitet}}$ med tilhørende impe-
1331 dansvinkel ψ_k i tilslutningspunktet.

1332

1333 5.2.3 Målemetode

1334 Målinger af de forskellige elkvalitetsparametre skal udføres i henhold til den europæiske norm
1335 DS/EN 61000-4-30 (klasse A).

1336

1337 Måling af harmonisk forvrængning af spænding og strøm skal foretages som defineret i IEC
1338 61000-4-7 efter de principper (harmonic subgroup) og med de nøjagtigheder, der er angivet
1339 for klasse I.

1340

1341 Måling af interharmonisk forvrængning op til 2 kHz skal foretages som defineret i IEC 61000-4-
1342 7 Annex A og skal måles som interharmoniske grupper (interharmonic subgroup).

1343

1344 Alternativt er det tilladt at måle harmonisk forvrængning op til 2 kHz med grouping aktiveret
1345 (harmonic groups), som specificeret i IEC 61000-4-7, og med de nøjagtigheder, der er angivet
1346 for klasse I. Hvis harmonisk forvrængning op til 2 kHz måles med grouping aktiveret, er det ikke
1347 påkrævet at måle interharmonisk forvrængning op til 2 kHz separat.

1348

1349 Måling af forstyrrelser i området 2-9 kHz skal foretages jævnfør IEC 61000-4-7 Annex B og skal
1350 måles i 200 Hz-vinduer med centerfrekvenser fra 2100 Hz til 8900 Hz.

1351

1352 5.3 Elkvalitet, energilageranlæg, transmissionssystemstilsluttet

1353 Ved tilslutning af et energilageranlæg til transmissionssystemet skal forholdet omkring spæn-
1354 dingskvalitet behandles som ved transmissionstilslutning af et Power Park-Modul, jf. Teknisk
1355 forskrift 3.2.7 Krav for spændingskvalitet for tilslutning af produktionsenheder til transmissi-
1356 onsnettet, som kan findes på Energinets hjemmeside www.energinet.dk.

1357

6. Styring og regulering

6.1 Generelle krav

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

Alle reguleringsfunktioner i efterfølgende afsnit er med reference i tilslutningspunktet.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabel 15 Styrings- og reguleringsfunktioner for et energilageranlæg.

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

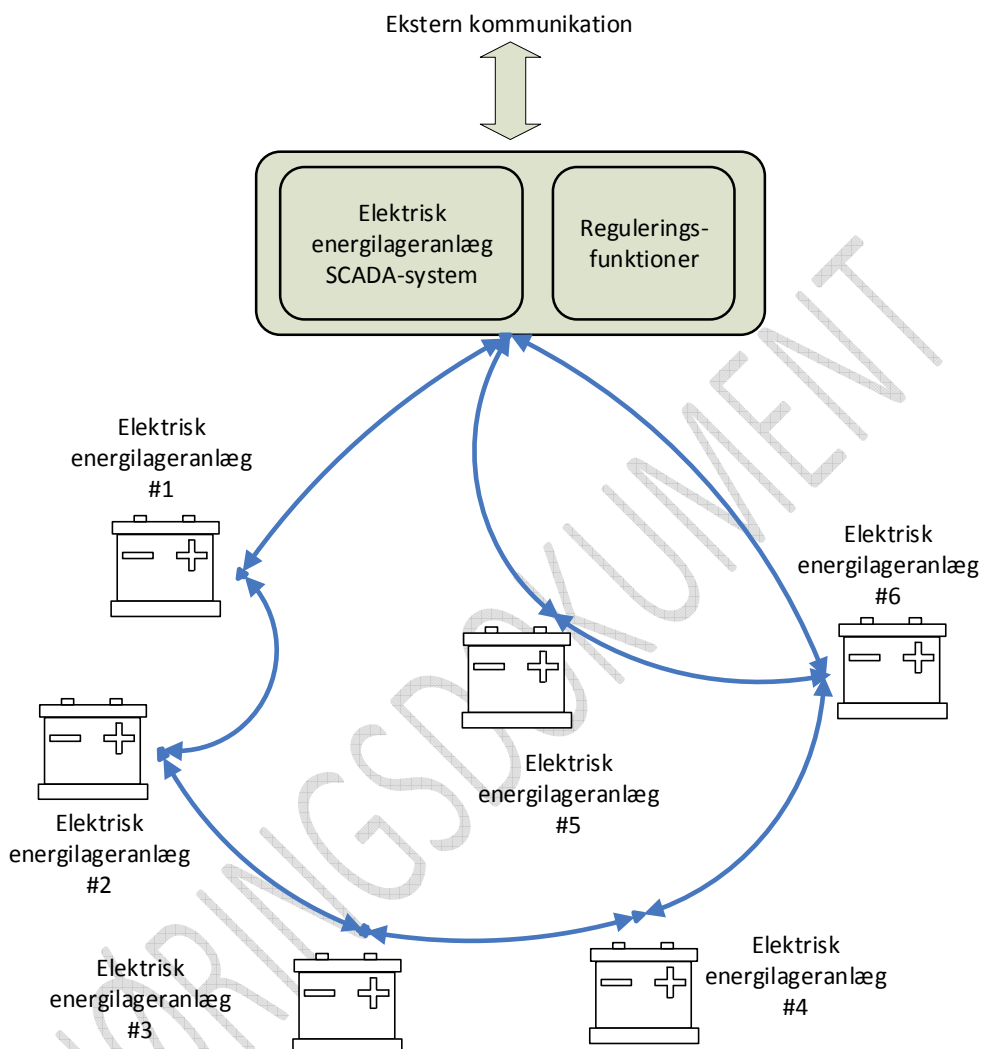
De forskellige reguleringsfunktioner kan være implementeret i den enkelte enhed eller være samlet i én energilageranlægsregulator eller en kombination deraf, forudsat at der kun er en grænseflade for kommunikation, som vist i Figur 17.

1393 Dette medfører, at hvis et vilkårligt antal energilageranlæg tilsluttes samme POC, hvor den
 1394 nominelle effekt i POC er summen af tilsluttede energilageranlæg, skal de tilsluttede anlæg
 1395 således agere som et samlet energilageranlæg.

1396

1397 Summen af den nominelle effekt i POC fastsætter anlægskategorien og dermed tilslutnings-
 1398 krav.

1399



1400

1401 *Figur 17 Skitse af en anlægsregulator.*

1402

1403 Alle ændringer af setpunkter skal registreres sammen med identifikation af ordreudsteder.

1404

1405 Alle ændringer af setpunkter eller ordre om ændring af drift skal være tidsstemplet med en
 1406 nøjagtighed og en præcision på maksimalt 10 millisekunder og med reference til UTC.

1407

1408 6.2 Reguleringsfunktioner af aktiv effekt og frekvens

1409 De følgende krav gælder for energilageranlæg i kategori A, B, C og D.

1410

1411 Et energilageranlæg skal være udstyret med reguleringsfunktioner, som kan regulere den leve-
 1412 rede eller optagne aktive effekt i tilslutningspunktet.

1413

1414 Angivelse af setpunkter for aktiv effekt skal kunne foretages med en opløsning på 1 % af P_{n0}
 1415 eller P_{n1} eller bedre.

1416
1417 De aktuelle indstillinger af parametre for aktiverede reguleringsfunktioner for aktiv effekt fast-
1418 lægges af elforsyningsvirksomheden i samarbejde med Energinet Elsystemansvar A/S inden
1419 idriftsættelsen.

1420
1421 Ud over de generelle krav angivet i afsnit 6.1 skal reguleringsfunktioner for aktiv effekt over-
1422 holde kravene i efterfølgende afsnit.

1423 1424 6.2.1 Frekvensrespons, LFSM-U og LFSM-O

1425 Ved frekvensafvigelser i det kollektive elforsyningsnet skal energilageranlægget kunne bidrage
1426 til frekvensstabiliteten ved automatisk op- eller nedregulering af den aktive effekt ved netfre-
1427 kvenser under eller over referencefrekvensen f_1 og f_2 . Dette benævnes frekvensrespons og er
1428 en autonom funktion.

1429
1430 Reguleringen skal påbegyndes senest 2 sekunder efter, at en frekvensændring er konstateret,
1431 og være fuldt udreguleret inden for 15 sekunder.

1432
1433 Af hensyn til detektering af $\emptyset$ -drift i distributionssystemet må anlæg tilsluttet i distributionssy-
1434 stemet ikke påbegynde nedregulering af den aktive effekt, før der er gået 500 millisekunder.

1435
1436 Frekvensmålinger skal udføres med en nøjagtighed på 10 mHz eller bedre. Reguleringsfunctio-
1437 nens følsomhed skal være 10 mHz eller mindre (frekvensresponsfølsomhed). Indstillingsvær-
1438 dien for frekvensresponsfunktionens knækfrekvenser og statik fastlægges af Energinet
1439 Elsystemansvar A/S.

1440 1441 6.2.1.1 LFSM-U og LFSM-O

1442 Frekvensresponsfunktionens frekvenspunkter (knækfrekvenser) er angivet i henholdsvis Tabel
1443 16 for DK1 og Tabel 17 for DK2 og skal kunne indstilles til enhver værdi i området 47,50 Hz til
1444 51,50 Hz med en opløsning på maksimalt 10 mHz.

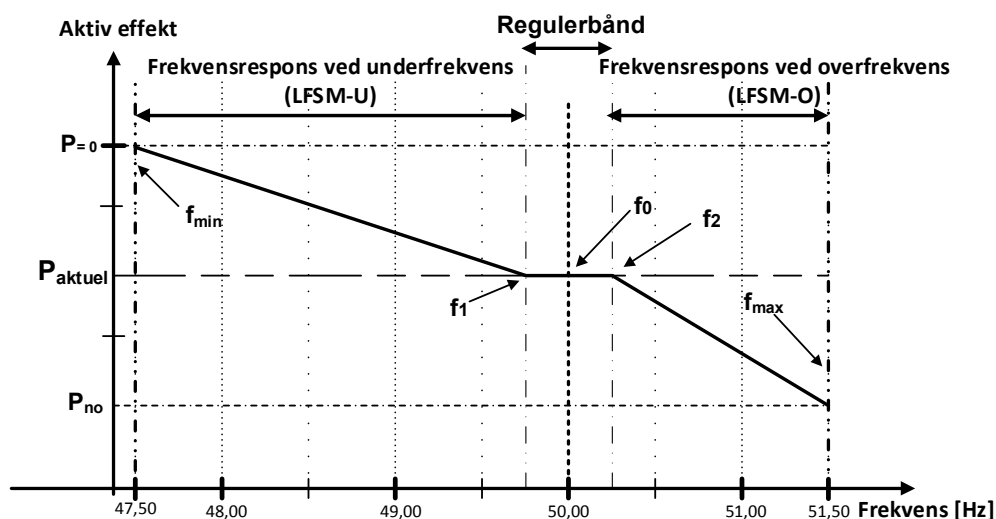
1445
1446 Statikken for både ned- og opreguleringen skal kunne indstilles til enhver værdi i området mel-
1447 lem 2 % og 12 % af P_n og udføres med en nøjagtighed på ± 10 % af P_n .

1448
1449 Statik er i denne sammenhæng ændringen i aktiv effekt som funktion af netfrekvensen. Statik-
1450 ken angives i procent af henholdsvis P_{no} og P_{nl} for energilageranlægget.

1451
1452 Statikken for regulering imellem de forskellige frekvenspunkter er illustreret i Figur 18 og Figur
1453 19 for hhv. energilageranlæg, som kun kan optage effekt fra nettet, og energilageranlæg, som
1454 kan optage effekt fra og levere effekt til nettet.

1455 1456 6.2.1.2 Effekttretning til energilageranlæg

1457 P_{aktuel} er et fiktivt punkt, som illustrerer et driftspunkt mellem P_{nl} og P_{no} .



Figur 18 Frekvensrespons for et energilageranlæg, som kun kan optage effekt fra det kollektive elforsyningsnet.

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

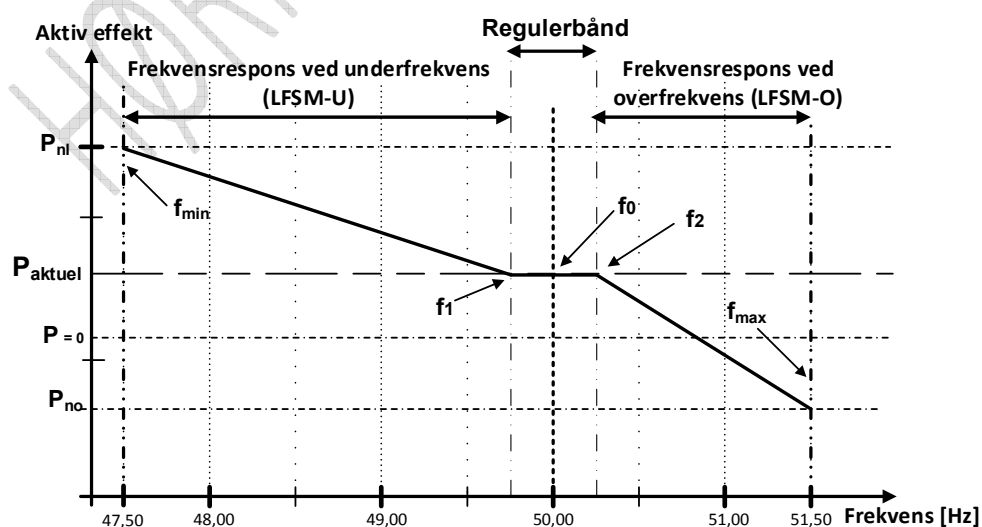
Ved frekvensfald under f_1 (LFSM-U) skal statikken $f_1 - f_{\min}$ følges, hvilket vil sige, at effekt i retningen fra nettet reduceres ved faldende frekvens. Stabiliseres og stiger frekvensen efterfølgende, skal statikken $f_1 - f_{\min}$ stadig følges, indtil systemfrekvensen igen er højere end frekvensen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

6.2.1.3 Effekttretning til og fra energilageranlæg

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

P_{no} er energilageranlæggets nominelle effektoptag fra nettet.

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



Figur 19 Frekvensrespons fra et energilageranlæg, som kan levere og optage effekt fra det kollektive elforsyningsnet.

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

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

6.2.2 Frekvensindstillinger og frekvensrespons

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

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

Tabel 16 Standard frekvensresponsindstillingsværdier for DK1.

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

Tabel 17 Standard frekvensresponsindstillingsværdier for DK2.

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

Synkronområde	Statik [%]
DK1	5
DK2	4

Tabel 18 Statikindstillinger i hhv. DK1 og DK2.

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

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

6.2.2.2 LFSM-U, kategori A og B

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

6.2.2.3 LFSM-U, kategori C og D

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

6.2.3 Frekvensregulering (FSM)

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

1520 Frekvensreguleringsfunktionen har til formål at regulere den aktive effekt ved netfrekvens
 1521 mellem f_1 og f_2 , som illustreret i Figur 20.

1522
 1523 Frekvensmålingen skal udføres med en nøjagtighed på ± 10 mHz eller bedre.

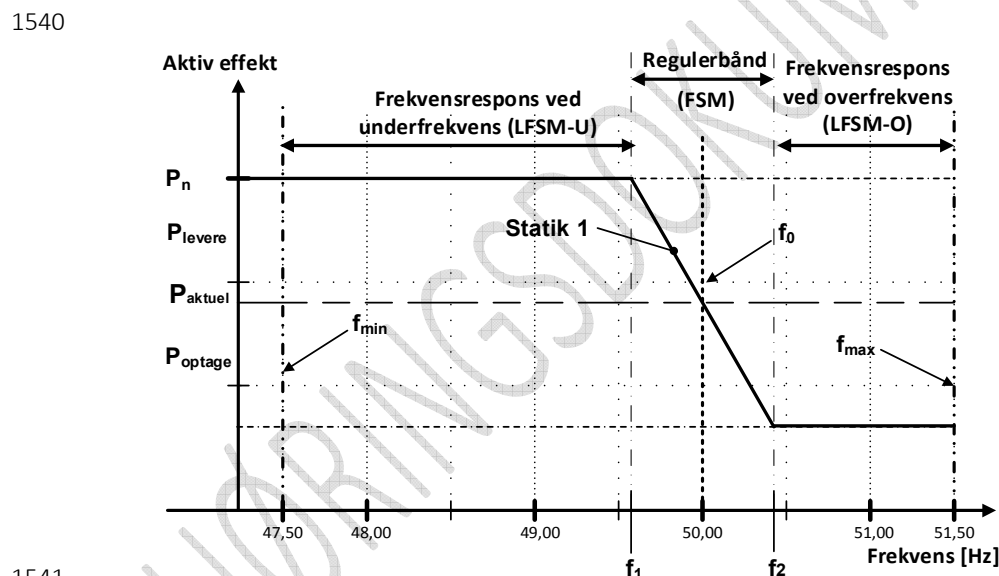
1524
 1525 Nøjagtigheden af den fuldførte regulering, inklusive nøjagtighed på setpunktet, må maksimalt
 1526 afvige ± 5 % af setpunktsværdien eller $\pm 0,5$ % af den nominelle effekt, afhængig af hvilken der
 1527 giver den mindste tolerance.

1528
 1529 Frekvensreguleringsfunktionen skal kunne indstilles således, at et vilkårligt frekvenspunkt inde-
 1530 holdt i Figur 20 mellem frekvenserne $f_{\min}$ og $f_{\max}$ (området 47,50 Hz til 51,50 Hz) skal kunne
 1531 indstilles med en nøjagtighed på 10 mHz.

1532
 1533 Statikken for regulering er illustreret i Figur 20 med reference til DK1.

1534
 1535 Statik er i denne sammenhæng ændringen i aktiv effekt som funktion af netfrekvensen. Statik-
 1536 ken angives i procent af nominel effekt for energilageranlægget.

1537
 1538 I Figur 20 er for DK1 illustreret, hvor de forskellige parametre og grænser for frekvensregule-
 1539 ringsfunktionen er placeret i sammenhængen.



1541
 1542 *Figur 20 FSM-bånd og frekvensrespons for DK1.*

1543
 1544 Frekvensreguleringsfunktionen skal kunne aktiveres i intervallet fra $f_{\min}$ til $f_{\max}$.

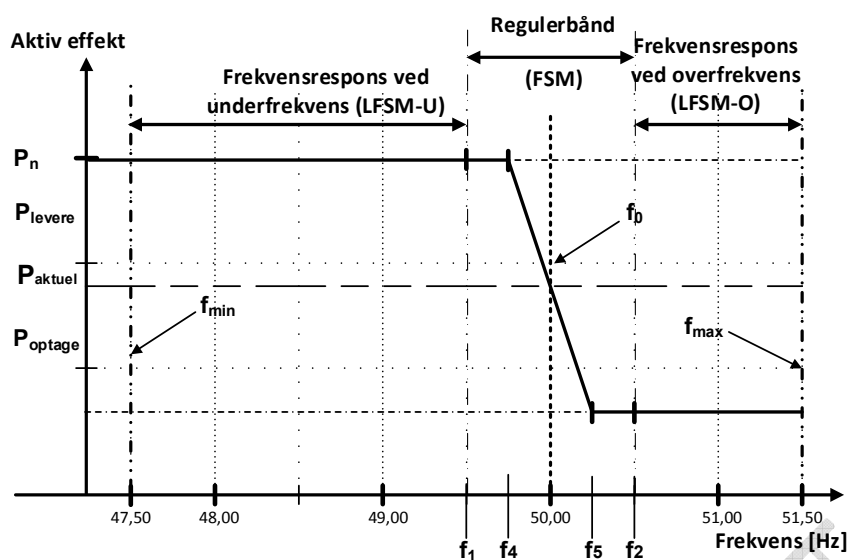
1545

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

1546 *Tabel 19 Standard frekvensreguleringsindstillingsværdier for DK1.*

1547
 1548 I Figur 21 er for DK2 illustreret, hvor FCR-N regulering og grænser for frekvensreguleringsfunk-
 1549 tionen er placeret i sammenhængen.

1550

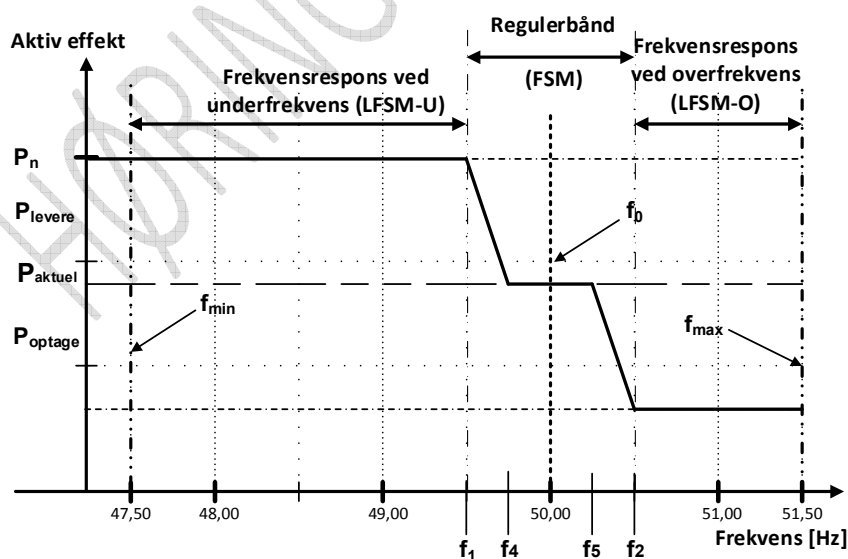


Figur 21 FSM-bånd, FCR-N og frekvensrespons i DK2.

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

Tabel 20 Standard FCR-N frekvensreguleringsindstillingsværdier for DK2.

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



Figur 22 FSM-bånd, FCR-D og frekvensrespons i DK2.

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

Tabel 21 Standard frekvensreguleringsindstillingsværdier for DK2.

6.2.3.1 FSM, kategori A og B

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

6.2.3.2 FSM, kategori C og D

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

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

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

6.2.4 Begrænsningsfunktioner – regulering af aktiv effekt

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

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

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

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

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

De krævede begrænsningsfunktioner er specificeret i de efterfølgende afsnit.

6.2.4.1 Absolut-effektbegrænser (dellast)

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

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

1610 6.2.4.1.1 Absolut effektbegrænser, kategori A, B, C og D

1611 Energilageranlæg i kategori A, B, C og D skal have begrænserfunktionen absolut-
1612 effektbegrænser.

1613

1614 Begrænserfunktionen skal som minimum indstilles således, at anlægget aldrig overstiger an-
1615 læggets nominelle effekt.

1616

1617 6.2.4.2 Gradient-effektbegrænser (lastgradient - rampefunktion)

1618 Gradient-effektbegrænser bruges til at begrænse den maksimale hastighed, som den aktive
1619 effekt kan ændres med ved ændringer i effekten eller ved ændringer i setpunkter for et energi-
1620 lageranlæg.

1621

1622 6.2.4.2.1 Gradient-effektbegrænser, kategori A, B, C og D:

1623 Energilageranlæg i kategori A, B, C og D skal have begrænserfunktionen gradient-
1624 effektbegrænser.

1625

1626 Begrænserfunktionen skal kunne anvendes ved både op- og nedregulering af aktiv effekt og
1627 skal kunne indstilles til en vilkårlig værdi indenfor følgende parametre.

1628

1629 Opregulering: Min. 1 % af P_n /min.

1630 Opregulering: Max. 20 % af P_n , dog højest 60 MW/min.

1631 Nedregulering: Min. 1 % af P_n /min.

1632 Nedregulering: Max. 20 % af P_n , dog højest 60 MW/min.

1633

1634 Kravene til minimum og maksimum gradienter for ændring af aktiv effekt er gældende, hvis
1635 andre betingelser ikke fastsætter respektive gradienter, herunder også systemydelse, energi-
1636 marked etc.

1637

1638 6.3 Reguleringsfunktioner for reaktiv effekt og spænding

1639 Et energilageranlæg skal være udstyret med reguleringsfunktioner for reaktiv effekt og spæn-
1640 ding, som henholdsvis kan regulere den reaktive effekt i tilslutningspunktet og regulere spæn-
1641 dingen i spændingsreferencepunktet via aktiveringsordrer, der indeholder setpunkter for de
1642 specificerede parametre.

1643

1644 Reguleringsfunktionerne Q-regulering, effektfaktorregulering og spændingsregulering udeluk-
1645 ker gensidigt hinanden, så det kun er én af de tre funktioner, der kan aktiveres ad gangen.

1646

1647 De aktuelle reguleringsfunktioner og indstillinger af disse fastlægges inden idriftsættelsen af
1648 elforsyningsvirksomheden.

1649

1650 Ud over de generelle krav angivet i afsnit 6.1 skal reguleringsfunktioner for reaktiv effekt og
1651 spænding overholde kravene i de følgende afsnit.

1652

1653 Nedenstående tabel viser minimumskrav til funktionalitet for regulering af reaktiv effekt i de
1654 forskellige anlægskategorier.

1655

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

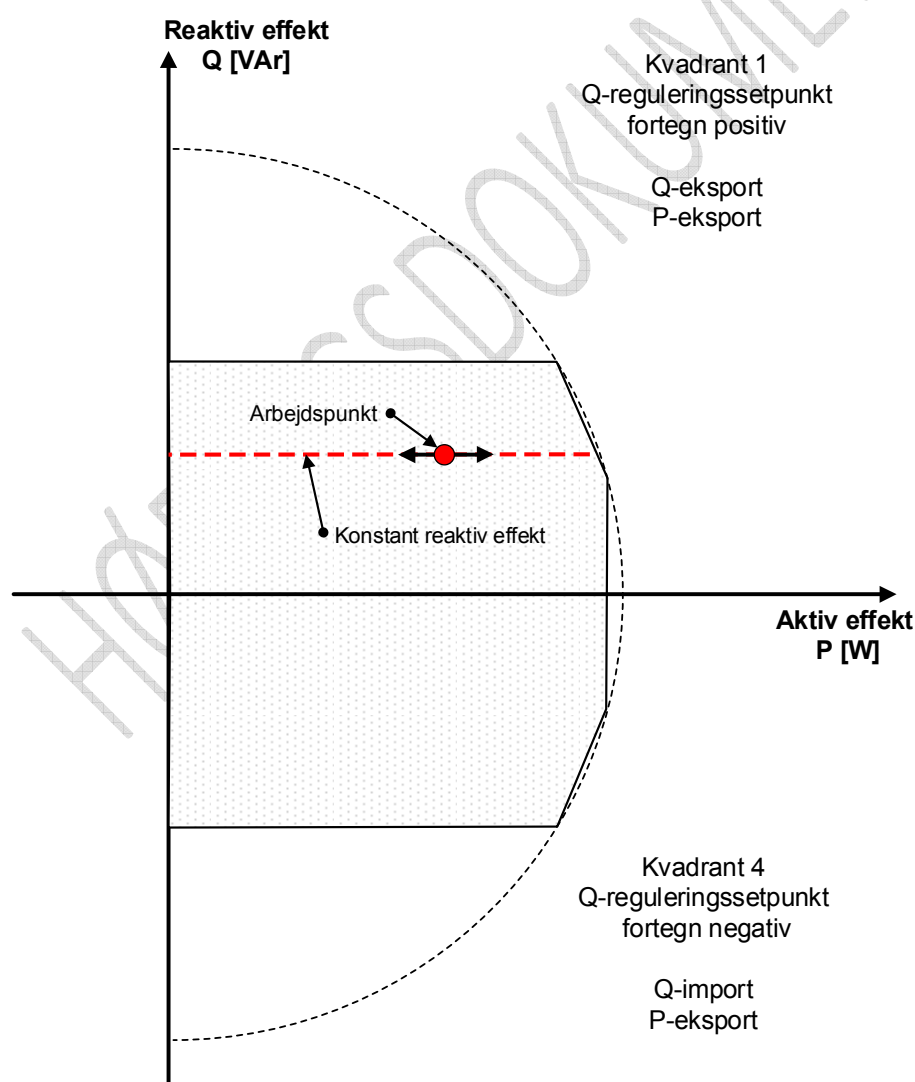
Tallet i parentes i de enkelte rækker angiver afsnittet, hvor funktionen er beskrevet.

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

Tabel 22 Styrings- og reguleringsfunktioner for reaktiv effekt.

6.3.1 Q-regulering

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



Figur 23 Reguleringsfunktioner for reaktiv effekt for et energilageranlæg.

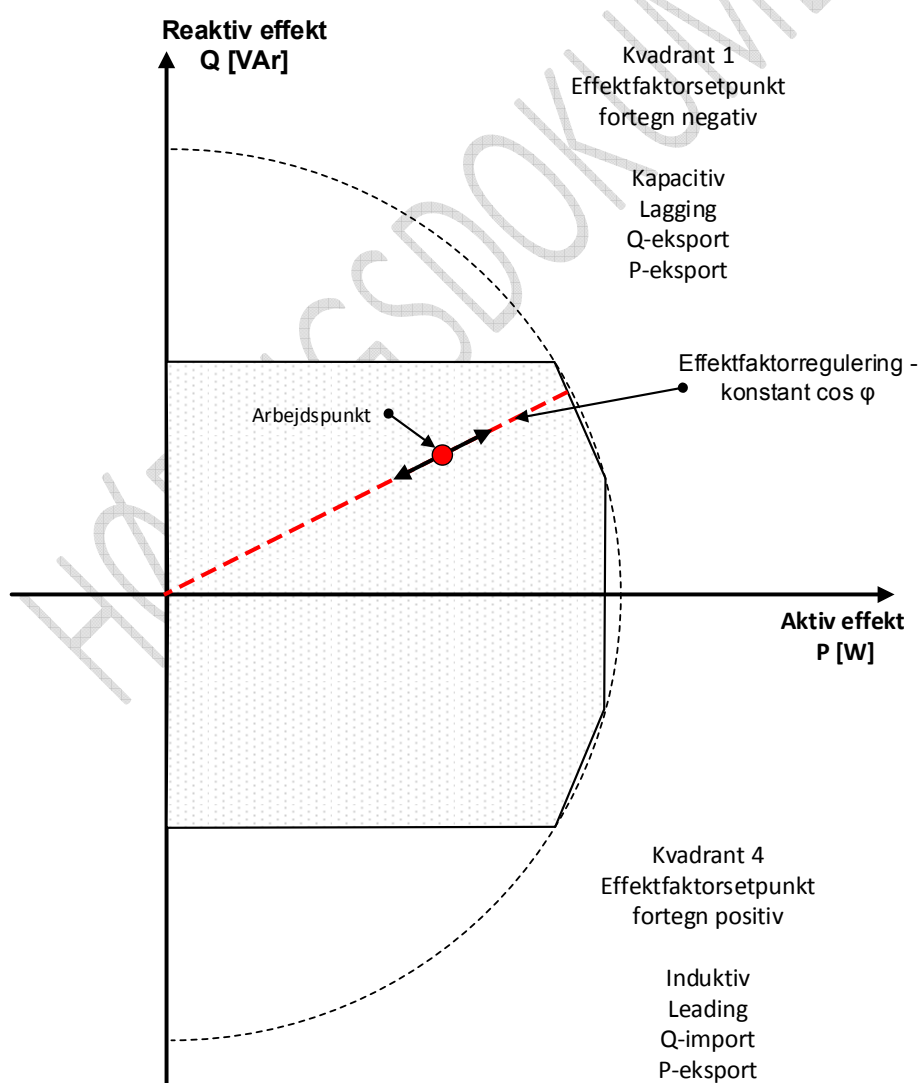
1669 Regulering til et nyt setpunkt for Q skal påbegyndes inden for 2 sekunder og skal være fuldført
 1670 inden for 10 sekunder fra modtagelse af ordre om setpunktsændring.
 1671
 1672 For reguleringsfunktionen gælder, at nøjagtigheden for en fuldført eller en kontinuerlig regule-
 1673 ring, inklusive nøjagtighed på setpunktet, maksimalt må afvige 1 % af Q_n over en periode på 1
 1674 minut.
 1675
 1676 Angivelse af setpunkter for reaktiv effekt skal kunne foretages med en opløsning på mindst 1 %
 1677 af Q_{n1} og Q_{n0} eller højere.

1679 6.3.1.1 Q-regulering, kategori A, B, C og D

1680 Energilageranlæg i kategori A, B, C og D skal have funktionen Q-regulering.

1682 6.3.2 Effektfaktorregulering

1683 Effektfaktorregulering er en reguleringsfunktion, der regulerer den reaktive effekt proportio-
 1684 nalt (bestemt af statikken) med den aktive effekt i tilslutningspunktet, som er vist med en linje
 1685 med en konstant hældning i Figur 24.



1688
 1689 *Figur 24 Effektfaktorregulering (PF) for et energilageranlæg.*

1690 Energilageranlægget skal kunne modtage et setpunkt for effektfaktoren med en nøjagtighed på
1691 0,01.

1692

1693 Regulering til et nyt setpunkt for effektfaktor skal påbegyndes inden for 2 sekunder og skal
1694 være fuldført inden for 10 sekunder fra modtagelse af ordre om setpunktsændring.

1695

1696 For reguleringsfunktionen gælder, at nøjagtigheden for en fuldført eller en kontinuerlig regule-
1697 ring, inklusive nøjagtighed på setpunktet, over en periode på 1 minut maksimalt må afvige 0,01
1698 af setpunktet af effektfaktoren. Energilageranlægget skal kunne indstille et setpunkt for effekt-
1699 faktoren med en opløsning på 0,01

1700

1701 6.3.2.1 Effektfaktorregulering, kategori A, B, C og D

1702 Energilageranlæg i kategori A, B, C og D skal have funktionen effektfaktorregulering.

1703

1704 6.3.3 Spændingsregulering

1705 Automatisk spændingsregulering (AVR) er en reguleringsfunktion, der automatisk regulerer
1706 spændingen i spændingsreferencepunktet. Spændingsreguleringen skal have et indstillingsom-
1707 råde inden for minimal til maksimal spænding som angivet i Tabel 3 med en nøjagtighed på 0,5
1708 % af nominel spænding eller bedre.

1709

1710 Regulering til et nyt setpunkt for spændingen skal påbegyndes inden for 2 sekunder og skal
1711 være fuldført inden for 10 sekunder fra modtagelse af ordre om setpunktsændring.

1712

1713 For reguleringsfunktionen gælder, at nøjagtigheden for den fuldførte regulering, inklusive nøj-
1714 agtighed på setpunktet, maksimalt må afvige 0,5 % af U_c over en periode på 1 minut.

1715

1716 Statikken for spændingsregulering skal kunne indstilles til en værdi i området mellem 2 og 12
1717 %. Den specifikke indstilling af statikken skal aftales mellem anlægsejer og elforsyningsvirk-
1718 somheden.

1719

1720 Standardværdi for indstillinger er 4 %.

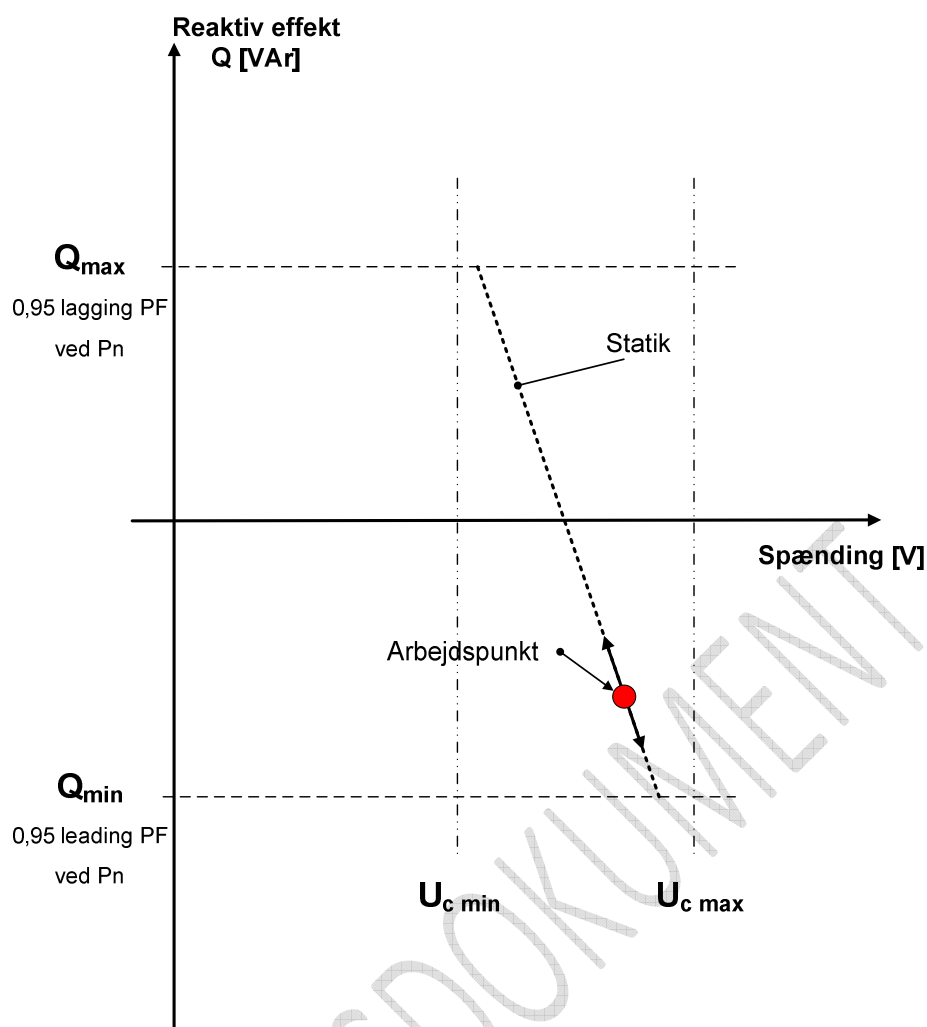
1721

1722 En skitse over konceptet i en spændingsregulering er vist på Figur 25.

1723

1724

1725



Figur 25 Spændingsregulering for et energilageranlæg.

6.3.3.1 Spændingsregulering, kategori A og B

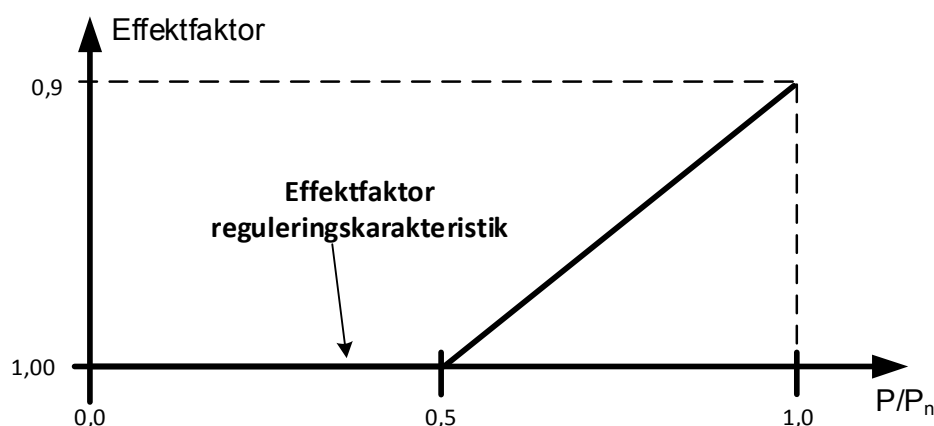
Energilageranlæg i kategori A og B skal ikke have funktionen spændingsregulering.

6.3.3.2 Spændingsregulering, kategori C og D

Energilageranlæg i kategori C og D skal have funktionen spændingsregulering.

6.3.4 Automatisk effektfaktorregulering

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



Figur 26 Automatisk effektfaktorregulering for et energilageranlæg.

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

1: $P/P_n = 0,0$, $PF = 1,00$

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

3: $P/P_n = 1,0$, $PF = 0,90$

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

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

6.3.4.1 Automatisk effektfaktorregulering, kategori A

Energilageranlæg i kategori A skal have funktionen automatisk effektfaktorregulering.

6.3.4.2 Automatisk effektfaktorregulering, kategori B, C og D

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

6.3.5 Krav til anlægsegenskaber af reaktiv effekt i forhold til P_n

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

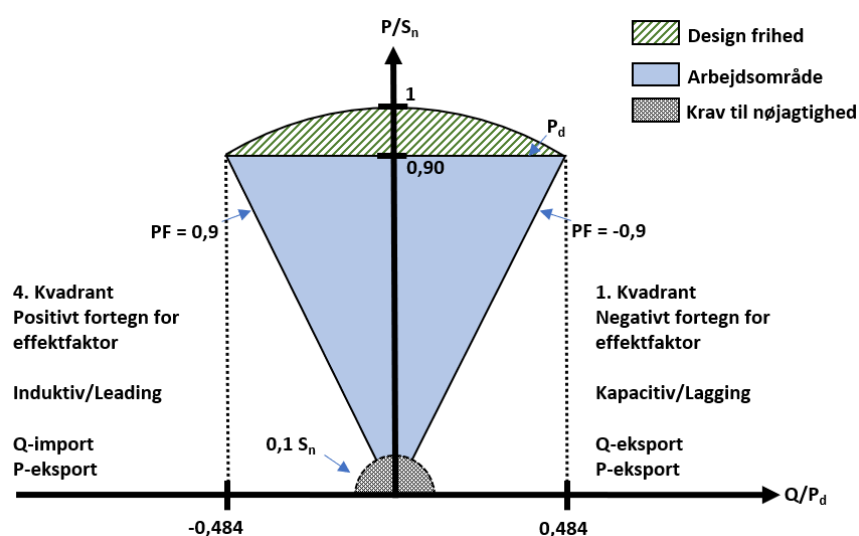
Energilageranlægget skal være designet således, at arbejds punktet til enhver tid kan beordres til at kunne befinde sig inden for det definerede arbejdsområde vist i de relevante figurer for de forskellige anlægskategorier.

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

6.3.5.1 Reaktiv effekt, kategori A og B tilsluttet lavspænding

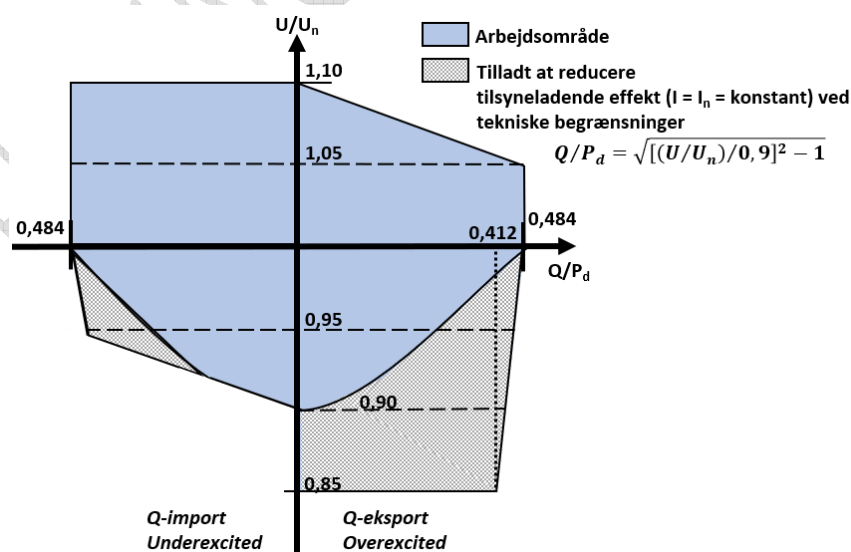
Energilageranlæggets arbejds punkt skal til enhver tid kunne beordres til at kunne befinde sig inden for det definerede arbejdsområde vist i Figur 27 for lavspændingstilsluttede anlæg. Der er ingen krav til præcision og nøjagtighed, når den tilsyneladende effekt er under 10 % af nominal effekt.

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



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

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



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

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

1805



1808

1809
1810
1811
1812



1814
1815

1818 6.3.5.3 Reaktiv effekt, kategori C

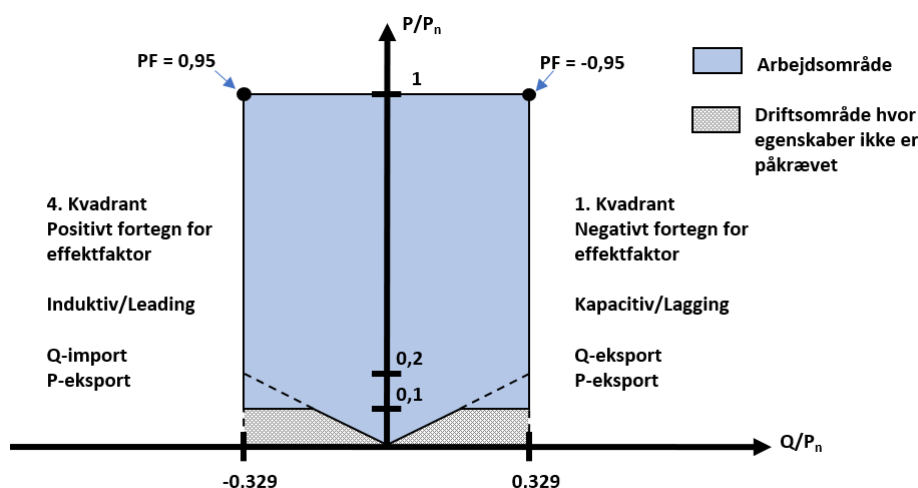
1819 Energilageranlæggets arbejds punkt skal til enhver tid kunne beordres til at kunne befinde sig
 1820 inden for det definerede arbejdsområde vist i Figur 31. Der er ingen krav til præcision og nøjag-
 1821 tighed, når den tilsyneladende effekt er under 10 % af nominel effekt.

1822

1823 Reguleringsform og indstillinger aftales med elforsyningsvirksomheden.

1824

1825 Det påhviler anlægsejer at kompensere for det interne opsamlingsnets reaktive effekt i situati-
 1826 oner, hvor energilageranlægget er udkoblet eller ikke optager eller leverer aktiv effekt. Kom-
 1827 pensering kan eventuelt foretages i elsystemet efter nærmere aftale med elforsyningsvirksom-
 1828 heden.

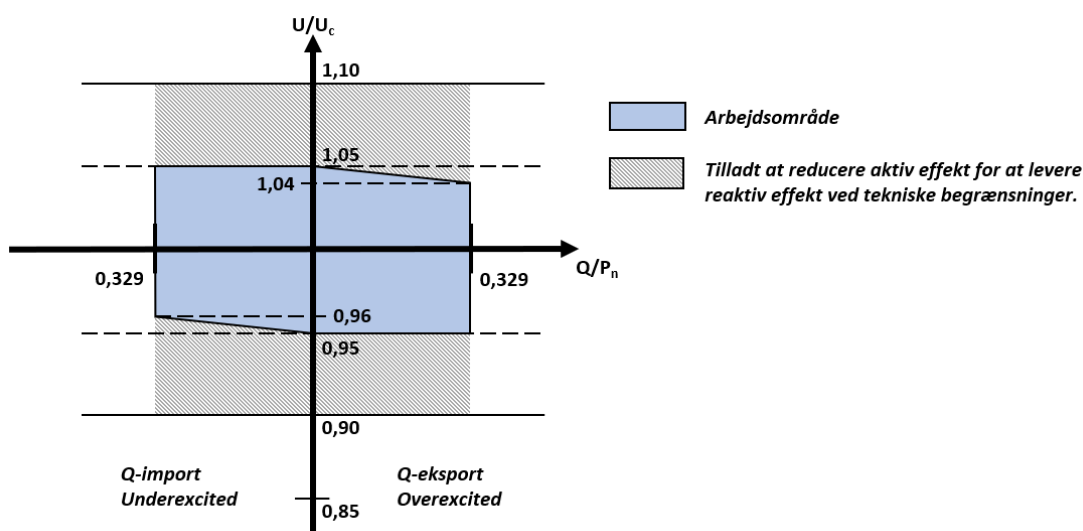


1829

1830 Figur 31 Krav til levering af reaktiv effekt ved arbejds punkter mindre end P_{nl} for energilager-
 1831 anlæg i kategori C.

1832

1833 Når energilageranlægget optager aktiv effekt fra det kollektive elforsyningsnet, skal energila-
 1834 geranlægget følge en effektfaktor på 1. Den reaktive effekt skal ved nominel aktiv effekt (P_{nl}),
 1835 kunne leveres i spændingsområdet angivet i Figur 32.



1836

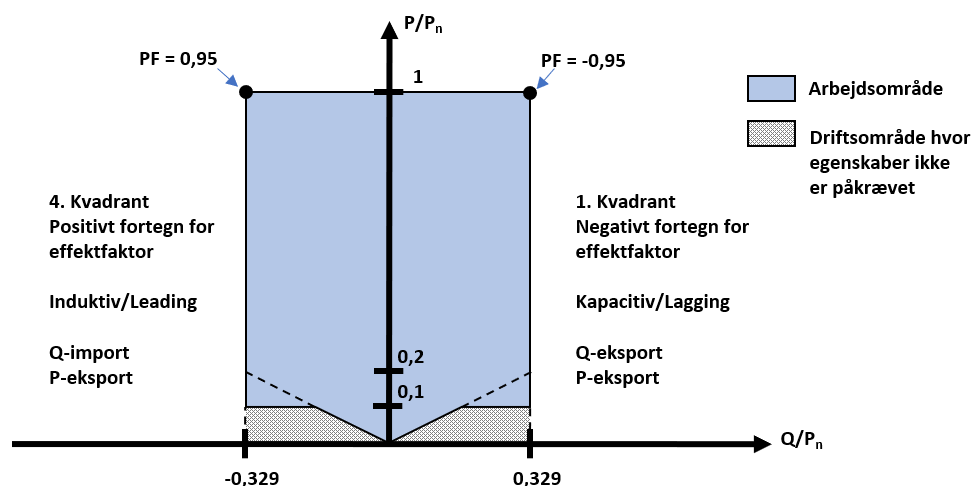
1837 Figur 32 Krav til levering af reaktiv effekt ved P_{nl} som funktion af spændingen i POC for energi-
 1838 lageranlæg i kategori C.

6.3.5.4 Reaktiv effekt, kategori D

Energilageranlæggets arbejds punkt skal til enhver tid kunne beordres til at kunne befinde sig inden for det definerede arbejdsområde vist i Figur 33. Der er ingen krav til præcision og nøjagtighed, når den tilsyneladende effekt er under 10 % af nominel effekt.

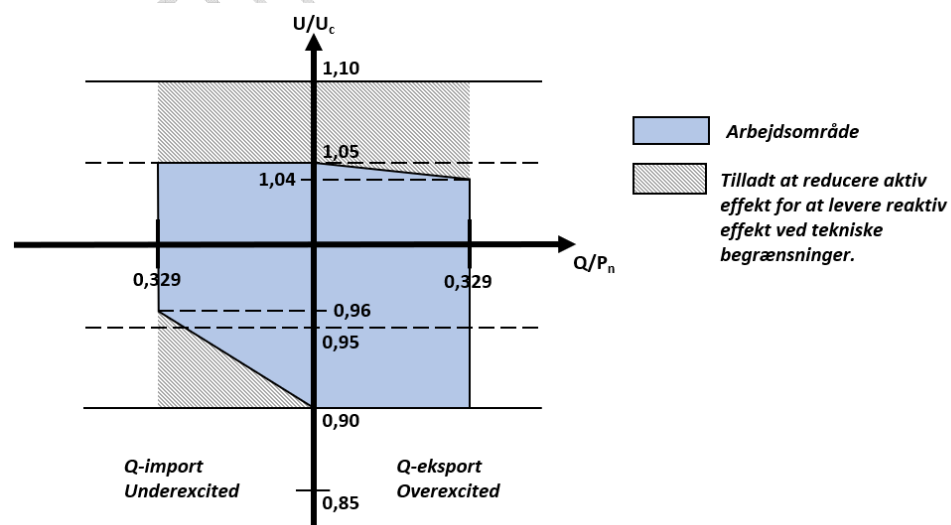
Reguleringsform og indstillinger aftales med elforsyningsvirksomheden.

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



Figur 33 Krav til levering af reaktiv effekt ved arbejds punkter mindre end P_n for energilageranlæg i kategori D.

Når energilageranlægget optager aktiv effekt fra det kollektive elforsyningsnet, skal energilageranlægget følge en effektfaktor på 1. Den reaktive effekt skal ved nominel aktiv effekt (P_n), kunne leveres i spændingsområdet angivet i Figur 34.



Figur 34 Krav til levering af reaktiv effekt ved P_n som funktion af spændingen i POC for energilageranlæg i kategori C.

1861 6.3.5.5 Reaktiv effekt, kategori D*

1862 Energilageranlæggets arbejds punkt skal til enhver tid kunne beordres til at kunne befinde sig
1863 inden for det skraverede område vist i Figur 35.

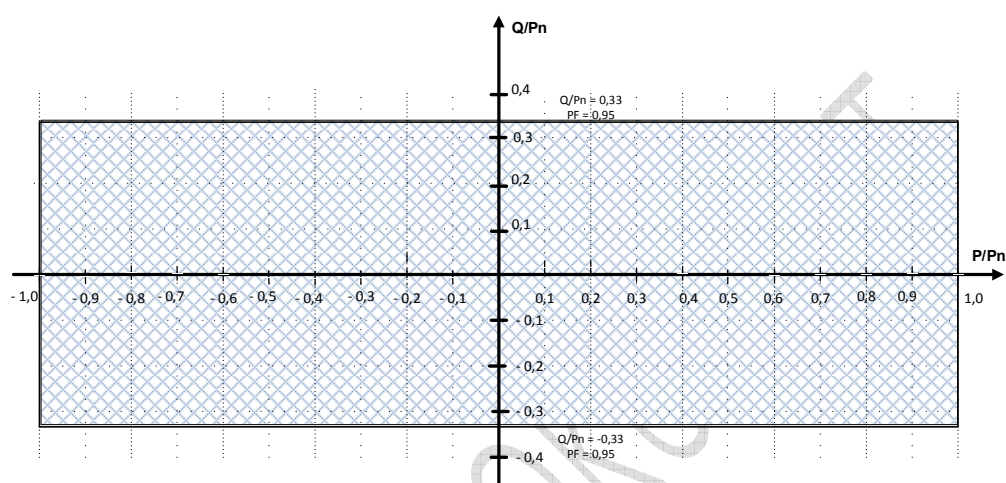
1864

1865 Reguleringsform og indstillinger aftales med elforsyningsvirksomheden.

1866

1867 Det påhviler anlægsejer at kompensere for det interne opsamlingsnets reaktive effekt i situati-
1868 oner, hvor energilageranlægget er udkoblet eller ikke optager eller leverer aktiv effekt. Kom-
1869 pensering kan eventuelt foretages i elsystemet efter nærmere aftale med elforsyningsvirksom-
1870 heden.

1871



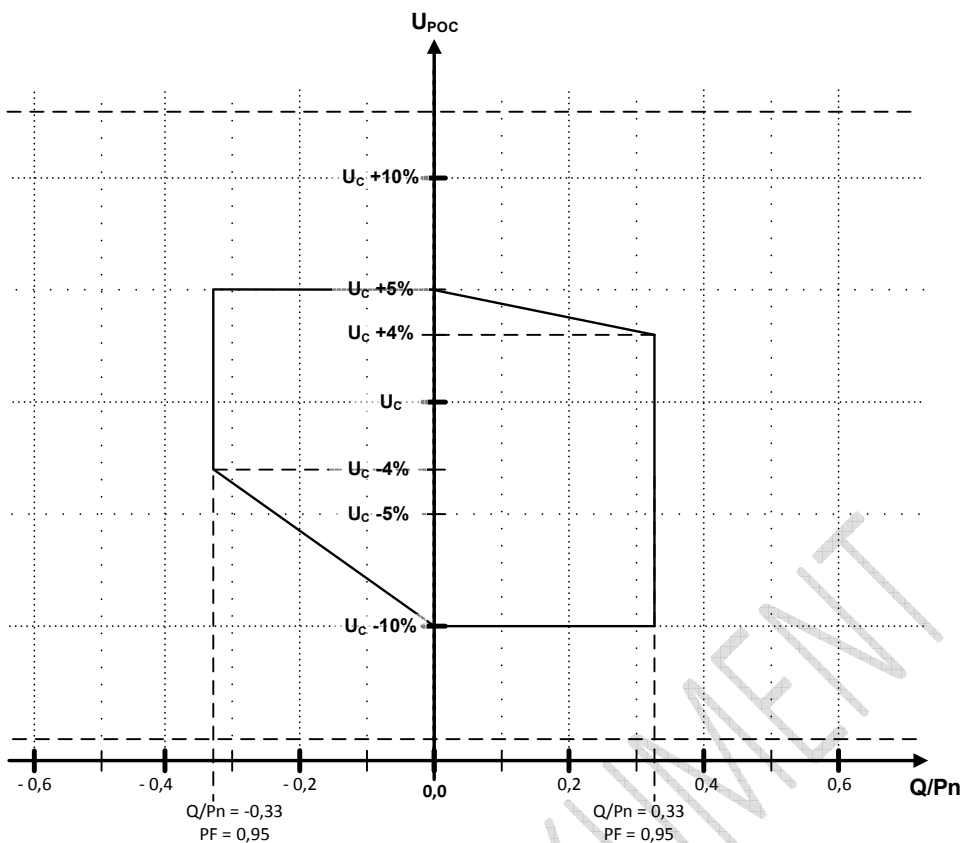
1872

1873 *Figur 35 Krav til levering af reaktiv effekt ved arbejds punkter mindre end P_{nl} og P_{no} for energi-*
1874 *lageranlæg i kategori D tilsluttet transmissionssystemet.*

1875

1876 Den reaktive effekt skal ved nominel aktiv effekt kunne leveres i spændingsområdet angivet i
1877 Figur 36.

1878



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

6.4 Systemværn

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

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

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

6.4.1 Systemværn, kategori A og B

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

6.4.2 Systemværn, kategori C og D

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

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

1907

1908

1. Til 70 % af nominel effekt

1909

2. Til 50 % af nominel effekt

1910

3. Til 40 % af nominel effekt

1911

4. Til 10 % af nominel effekt

1912

5. Til 0 % af nominel effekt, hvilket vil sige, at energilageranlægget er stoppet, men ikke afkoblet fra nettet.

1913

1914

1915

1916

1917

1918

1919

6.5 Prioritering af reguleringsfunktioner og beskyttelse

1920

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

1921

De enkelte reguleringsfunktioner samt beskyttelsesfunktionerne i et energilageranlæg skal

1922

have en indbyrdes prioritering. Afsnit 6.5 fastsætter ikke krav omkring funktionen eller beskyt-

1923

telsen, men kun den indbyrdes prioritering.

1924

1925

Alle funktioner er nødvendigvis ikke repræsenteret i alle anlægskategorier.

1926

Funktionen med prioritet 1 har forrang fremfor prioritet 2, osv.

1927

1928

Prioriteringen er følgende:

1929

1930

1. Beskyttelsesfunktioner, jf. afsnit 7

1931

2. Frekvensrespons, jf. afsnit 6.2.1

1932

3. Frekvensregulering, jf. afsnit 6.2.3

1933

4. Begrænsningsfunktioner, jf. afsnit 6.2.4.

1934

1935 7. Beskyttelse

1936

1937 7.1 Generelt

1938 Beskyttelse af et energilageranlæg skal dels beskytte energilageranlægget og dels være med til
1939 at sikre stabilitet i det kollektive elforsyningsnet.

1940

1941 Det er anlægsejers ansvar, at energilageranlægget dimensioneres og udstyres med de nødven-
1942 dige beskyttelsesfunktioner, så energilageranlægget:

1943

- 1944 - sikres mod skader som følge af fejl og hændelser i det kollektive elforsyningsnet
- 1945 - beskyttes mod udkoblinger i ikke-kritiske situationer for energilageranlægget
- 1946 - sikrer det kollektive elforsyningsnet i videst muligt omfang mod uønskede påvirk-
1947 ninger fra energilageranlægget.

1948

1949 Elforsyningsvirksomheden eller Energinet Elsystemansvar A/S kan kræve indstillingsværdierne
1950 for beskyttelsesfunktioner ændret efter idriftsættelsen, hvis det vurderes at have betydning for
1951 driften af det kollektive elforsyningsnet.

1952

1953 Ændringen må dog ikke føre til, at energilageranlægget udsættes for påvirkninger fra det kol-
1954 lektive elforsyningsnet, der ligger uden for de designmæssige krav angivet i afsnit 3.

1955

1956 Efter en udkobling af et energilageranlæg på grund af en fejl i det kollektive elforsyningsnet må
1957 energilageranlægget tidligst indkoble automatisk tre minutter efter, at spænding og frekvens
1958 igen er inden for de normale driftsforhold angivet i afsnit 4.3.

1959

1960 Et energilageranlæg, der forud for en fejl i det kollektive elforsyningsnet var udkoblet af et
1961 eksternt signal, må ikke indkobles, før det eksterne signal er fjernet, og spænding og frekvens
1962 igen er inden for de normale driftsforhold angivet i afsnit 4.3.

1963

1964 Det påhviler elforsyningsvirksomheden på anfordring fra anlægsejer at oplyse den største og
1965 mindste kortslutningsstrøm, der kan forventes i tilslutningspunktet, samt andre oplysninger for
1966 det kollektive elforsyningsnet, som er nødvendige for at fastlægge energilageranlæggets be-
1967 skyttelsesfunktioner.

1968

1969 Ud over relæbeskyttelser skal der etableres beskyttelse specielt rettet mod interne fejl i energi-
1970 lageranlægget eller installationen, herunder kortslutninger etc. Denne beskyttelse må ikke
1971 udkoble energilageranlægget ved kortslutninger eller omlægninger i nettet.

1972

1973 Beskyttelsen skal ved indre fejl i energilageranlægget være selektiv med netbeskyttelsen; det
1974 vil sige, at f.eks. kortslutninger i energilageranlægget skal være udkoblet inden for 100 millise-
1975 kunder.

1976

1977 7.2 Krav til beskyttelsesindstillinger

1978 Energilageranlæggets beskyttelsesfunktioner og tilhørende indstillinger skal være som angivet i
1979 de følgende underafsnit. Kun efter tilladelse fra elforsyningsvirksomheden må der anvendes
1980 indstillinger, der afviger fra de krævede indstillingsværdier, i tilfælde af f.eks. problemer med
1981 lokale overspændinger.

1982

1983 Alle indstillinger er angivet som RMS-værdier.

- 1984
- 1985 Energilageranlægget skal udkobles, hvis et målesignal afviger mere fra dets nominelle værdi
- 1986 end indstillingen.
- 1987
- 1988 Den oplyste funktionstid er den måletid, hvor udløsebetingsen konstant skal være opfyldt, før
- 1989 beskyttelsesfunktionen må afgive udløsesignal.
- 1990
- 1991 Anvendelsen af vektorspringsrelæer som beskyttelsesfunktion mod $\emptyset$ -drift/netudfald er ikke
- 1992 tilladt.
- 1993
- 1994 Energilageranlæggets nominelle spænding forudsættes fastlagt på lavspændingssiden af an-
- 1995 lægstransformerer. Ved trevikingstransformere er det den nominelle spænding for den lav-
- 1996 spændingsvikling, som energilageranlægget er tilkoblet.
- 1997
- 1998 Måles spændingen på højspændingssiden, skal indstillingsværdien bestemmes ved at omregne
- 1999 den nominelle spænding på lavspændingssiden til anlægstransformerens højspændingsside.
- 2000
- 2001 Spænding og frekvens skal måles på alle tre faser som yderspænding på flerfasede anlæg.
- 2002 Hvis målepunktet er placeret på lavspændingssiden af anlægstransformerer, kan spændingen
- 2003 alternativt måles imellem de tre faser og nul. Frekvens skal måles samtidigt på alle faser.
- 2004
- 2005 For enfasede tilslutninger måles spændingen mellem fase og nul. Frekvensen måles på den
- 2006 anvendte fase.
- 2007

2008 7.2.1 Beskyttelsesfunktioner, kategori A

- 2009 Beskyttelsesfunktioner med tilhørende driftsmæssige indstillinger og funktionstid skal være
- 2010 som angivet i nedenstående tabel.
- 2011

Beskyttelsesfunktion	Symbol	Indstilling		Funktionstid		Anbefalet værdi
Overspænding (trin 2)	$U_{>>}$	$1,15 \cdot U_n$	V	200	ms	200 ms
Overspænding (trin 1)	$U_{>}$	$1,10 \cdot U_n$	V	60	s	60 s
Underspænding (trin 1)	$U_{<}$	$0,85 \cdot U_n$	V	10...60	s	50 s
Underspænding (trin 2) ***)	$U_{<<}$	$0,80 \cdot U_n$	V	50...150 0	ms	200 ms
Overfrekvens	$f_{>}$	51,5	Hz	200	ms	200 ms
Underfrekvens	$f_{<}$	47,5	Hz	200	ms	200 ms
Frekvensændring***)	df/dt	$\pm 2,5$	Hz/s	80	ms	80 ms

- 2012 ***) En af de specificerede funktioner skal være implementeret.

2013 *Tabel 23 Krav til energilageranlæg i kategori A.*

2014

2015 7.2.2 Beskyttelsesfunktioner, kategori B

- 2016 Beskyttelsesfunktioner med tilhørende driftsmæssige indstillinger og funktionstid skal være
- 2017 som angivet i nedenstående tabel.

Beskyttelsesfunktion	Symbol	Indstilling		Funktionstid		Anbefalet værdi
Overspænding (trin 2)	$U_{>>}$	$1,15 \cdot U_n$	V	200	ms	200 ms
Overspænding (trin 1)	$U_{>}$	$1,10 \cdot U_n$	V	60	s	60 s
Underspænding (trin 1) *	$U_{<}$	$0,90 \cdot U_n$	V	10...60	s	50 s
Overfrekvens	$f_{>}$	51,5	Hz	200	ms	200 ms
Underfrekvens	$f_{<}$	47,5	Hz	200	ms	200 ms
Frekvensændring	df/dt	$\pm 2,5$	Hz/s	80	ms	80 ms

*) Værdien er 0,85 ved tilslutning til lavspænding

Tabel 24 Krav til energilageranlæg i kategori B.

7.2.3 Beskyttelsesfunktioner, kategori C og D

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

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

Tabel 25 Krav til energilageranlæg i kategori C og D.

Det skal sikres, at energilageranlægget lever op til kravene specificeret i afsnit 7, og at beskyttelsen ikke forhindrer energilageranlægget i at leve op til de øvrige krav i denne forskrift.

De fastlagte relæindstillinger, som har betydning for driften af det kollektive elforsyningsnet, skal godkendes af Energinet Elsystemansvar A/S og den elforsyningsvirksomhed, i hvis net energilageranlægget er tilsluttet.

7.2.4 Beskyttelsesfunktioner, tilsluttet transmissionssystemet

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

Med undersøgelsen skal det sikres, at energilageranlægget lever op til kravene specificeret i afsnit 7, og at beskyttelsen ikke forhindrer energilageranlægget i at leve op til de øvrige krav i denne forskrift.

2042

2043 De fastlagte relæindstillinger, som har betydning for driften af det kollektive elforsyningsnet,
2044 skal godkendes af Energinet Elsystemansvar A/S og den elforsyningsvirksomhed, i hvis net
2045 energilageranlægget er tilsluttet.

2046

HØRINGS
DOKUMENT

8. Udveksling af signaler og datakommunikation

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

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

8.1 Krav til målinger

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

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

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

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

8.2 Datakommunikation

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

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

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

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

2095 De specifikke krav til omfang af informationer og signaler er specificeret i Tabel 26 for de en-
 2096 kelte anlægskategorier.
 2097

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

2098 Tabel 26 Krav til informationsudveksling med et energilageranlæg.

2099

2100 8.2.1 Informationsudveksling, kategori A og B1

2101 For energilageranlæg i kategori A og B1 kræves ikke online-kommunikation.

2102

2103 Et energilageranlæg i kategori A og B1 skal være forberedt til at modtage eksterne signaler for
 2104 "Stop" af drift og "Frigivet til start".

2105

2106 Energilageranlægget må starte drift igen, når betingelserne for normale driftsforhold, angivet i
 2107 afsnit 4.3, er opfyldt, og "Frigivet til start" er modtaget.

2108

2109 Signaludveksling skal være tilgængelig via en klemrække eller på PCOM-grænsefladen og skal
 2110 som minimum omfatte signaler for kategori A og B1, jf. Tabel 26.

2111

2112

2113 8.2.2 Informationsudveksling, kategori B2, C og D

2114 For energilageranlæg i kategori B2, C og D kræves online-kommunikation.

2115

2116 Korrekte målinger og datakommunikation skal kunne opretholdes under alle forhold, herunder
2117 situationer med driftsstop på anlægget og situationer med spændingsløst net. En lokal backup-
2118 forsyning skal som minimum sikre logning af relevante målinger og data samt sikre kontrolleret
2119 nedlukning af anlæggets kontrol- og overvågningssystem. Behov for logning i forbindelse med
2120 nedlukning er på minutniveau.

2121

2122 Alle målinger og data, der er relevante for registrering og analyse, skal logges med en tids-
2123 stempling og en nøjagtighed, som sikrer, at disse kan korreleres med hinanden og med tilsva-
2124 rende registreringer i det kollektive elforsyningsnet. Tidsstempling skal have reference til UTC
2125 med en opløsning på 10 millisekunder og en nøjagtighed på ± 1 millisekunder eller bedre.

2126

2127 Signaludveksling skal være tilgængelig på PCOM-grænsefladen og skal som minimum omfatte
2128 signaler for kategori C og D, jf. Tabel 26.

2129

2130 8.3 Registrering af fejlhændelser

2131 Kravene om registrering af hændelsesforløb ved fejl i det kollektive elforsyningsnet er herun-
2132 der specificeret.

2133

2134 Registreringen skal realiseres via et elektronisk udstyr, der kan opsættes til, som minimum, at
2135 logge relevante hændelser for nedennævnte signaler i tilslutningspunktet ved fejl i det kollekti-
2136 ve elforsyningsnet.

2137

2138 Anlægsejer installerer i tilslutningspunktet logningsudstyr, der som minimum registrerer:

2139

- 2140 - Spænding for hver fase for energilageranlægget
- 2141 - Strøm for hver fase for energilageranlægget
- 2142 - Aktiv effekt for energilageranlægget (kan være beregnede størrelser)
- 2143 - Reaktiv effekt for energilageranlægget (kan være beregnede størrelser)
- 2144 - Frekvens for energilageranlægget (kan være beregnede størrelser).

2145

2146 Logning skal udføres som sammenhængende tidsserier af måleværdier fra 10 sekunder før
2147 hændelse til 60 sekunder efter hændelsestidspunktet.

2148

2149 Minimum samplefrekvens for alle fejllogninger skal være 1 kHz.

2150

2151 De specifikke opsætninger af hændelsesbaseret logning aftales med Energinet Elsystemansvar
2152 A/S ved opstart af energilageranlægget.

2153

2154 Alle målinger og data (måledata), der skal opsamles iht. National gennemførselsforanstaltning,
2155 Informationsudveksling: Kravdokument nr.1 - produktion og forbrug (afventer godkendelse af
2156 Forsyningstilsynet), skal logges med en tidsstempling og en præcision og nøjagtighed, som
2157 sikrer, at disse kan korreleres med hinanden og med tilsvarende registreringer i det kollektive
2158 elforsyningsnet. Tidsstempling af hændelser og data skal have reference til UTC med en nøjag-
2159 tighed på 10 millisekunder eller bedre.

2160

2161 Logninger skal arkiveres i minimum tre måneder fra fejlsituationen, dog maksimalt op til 100
2162 hændelser.

2163

2164 Elforsyningsvirksomheden skal på forlangende have adgang til loggede og relevante registrere-
2165 de informationer i COMTRADE-format.

2166

2167 8.3.1 Registrering af fejlhændelser, kategori A, B og C

2168 Der er ingen krav om registrering af hændelsesforløb ved fejl i det kollektive elforsyningsnet for
2169 energilageranlæg i kategori A, B og C.

2170

2171 8.3.2 Registrering af fejlhændelser, kategori D

2172 Kravene om registrering af hændelsesforløb ved fejl i det kollektive elforsyningsnet er gælden-
2173 de for energilageranlæg i kategori D.

2174

2175 8.4 Rekvirering af måledata og dokumentation

2176 Kravene gælder for energilageranlæg i kategori D.

2177

2178 Elforsyningsvirksomheden og Energinet Elsystemansvar A/S skal til enhver tid kunne rekvirere
2179 relevante oplysninger om et energilageranlæg.

2180

2181 Energinet Elsystemansvar A/S skal i op til tre måneder tilbage i tid kunne rekvirere de indsam-
2182 lede måledata og fejlskriverdata for energilageranlægget.

2183

2184 Det skal ske efter målinger og/eller beregninger, som er specificeret af elforsyningsvirksomhe-
2185 den eller af Energinet Elsystemansvar A/S.

2186

2187

2188 9. Verifikation og dokumentation

2189 Det er anlægsejers ansvar, at energilageranlægget overholder den tekniske forskrift, og at det
2190 kan dokumenteres, at kravene overholdes.

2191
2192 Elforsyningsvirksomheden og Energinet Elsystemansvar A/S kan til enhver tid kræve verifikati-
2193 on og dokumentation for, at et energilageranlæg opfylder bestemmelserne i denne forskrift.

2194
2195 Den krævede dokumentation af energilageranlæg er specificeret i de følgende afsnit, som er
2196 opdelt efter den samlede nominelle effekt i tilslutningspunktet.

2197
2198 Der kan anvendes produktcertifikater, som er udstedt af et godkendt certificeringsorgan.
2199 Elforsyningsvirksomheden vurderer og godkender de enkelte certifikaters anvendelighed.

2200
2201 Dokumentationspakke skal fremsendes til elforsyningsvirksomheden.

2202

2203 9.1 Den generelle proces

2204 Den generelle proces omkring nettilslutning, godkendelse og udstedelse af en endelig driftstil-
2205 ladelse for et energilageranlæg er som beskrevet i de følgende afsnit:

2206

2207 9.1.1 Proces, kategori A, B og T

2208

- 2209 1. Elforsyningsvirksomheden anviser anlægsejer et POC.
- 2210 2. Dokumentationen indsendes i elektronisk form til elforsyningsvirksomheden.
- 2211 3. Elforsyningsvirksomheden gennemgår, identificerer eventuelle mangler og godkender
- 2212 dokumentationen.
- 2213 4. Når dokumentationen samt tilslutning og anlæg er godkendt, kan den endelige drifts-
- 2214 tilladelse udstedes.

2215

2216 9.1.2 Proces, kategori C og D

2217

- 2218 1. Elforsyningsvirksomheden anviser anlægsejer et POC. I forbindelse med anvisning af
- 2219 POC informerer elforsyningsvirksomheden Energinet Elsystemansvar A/S om den for-
- 2220 ventede nettilslutning.
- 2221 2. Dokumentationen indsendes i elektronisk form til elforsyningsvirksomheden.
- 2222 3. Elforsyningsvirksomheden gennemgår dokumentationen og identificerer eventuelle
- 2223 mangler.
- 2224 4. Etablering og test følger nu følgende proces
- 2225 a. Spændingssætningstilladelse
- 2226 b. Midlertidig driftstilladelse
- 2227 c. Endelig driftstilladelse
- 2228 5. Når dokumentationen samt tilslutning og anlæg er godkendt, kan den endelige drifts-
- 2229 tilladelse udstedes.

2230

2231 9.1.3 Simuleringsmodel, kategori C

2232 Dokumentationen udfyldes med foreløbige data dækkende energilageranlægget og sendes til

2233 elforsyningsvirksomheden senest:

2234

- 2235 - tre måneder før tidspunktet for spændingssætningstilladelsen ved nominel effekt
2236 ≥ 10 MW
2237
2238

2239 Hvad angår levering af simuleringsmodel:

- 2240 - anlæg med nominel effekt < 10 MW er undtaget.
2241

2242 Anlægsejer skal fra projekteringsfasen til verifikationsfasen løbende orientere elforsyningsvirk-
2243 somheden, hvis de foreløbige anlægsdata ikke længere kan antages at repræsentere det ende-
2244 ligt idriftsatte energilageranlæg.
2245

2246 Senest tre måneder efter den endelige driftstilladelse skal dokumentationen udfyldes med de
2247 specifikke data for hele anlægget og sendes til elforsyningsvirksomheden.
2248

2249 9.1.4 Proces, kategori D

2250 Dokumentationen udfyldes med foreløbige data dækkende energilageranlægget og sendes til
2251 elforsyningsvirksomheden senest seks måneder før tidspunktet for spændingssætningstilladel-
2252 sen.
2253

2254 Anlægsejer skal fra projekteringsfasen til verifikationsfasen løbende orientere elforsyningsvirk-
2255 somheden, hvis de foreløbige anlægsdata ikke længere kan antages at repræsentere det ende-
2256 ligt idriftsatte energilageranlæg.
2257

2258 Senest tre måneder efter den endelige driftstilladelse skal dokumentationen udfyldes med de
2259 specifikke data for hele energilageranlægget og sendes til elforsyningsvirksomheden.
2260

2261 9.1.5 Proces, kategori D*, tilsluttet transmissionssystemet

2262 Dokumentationen udfyldes med foreløbige data dækkende energilageranlægget og sendes til
2263 Energinet Elsystemansvar A/S senest seks måneder før tidspunktet for spændingssætningstilladelsen.
2264
2265

2266 Anlægsejer skal fra projekteringsfasen til verifikationsfasen løbende orientere Energinet Elsy-
2267 stemansvar A/S, hvis de foreløbige anlægsdata ikke længere kan antages at repræsentere det
2268 endeligt idriftsatte energilageranlæg.
2269

2270 Senest tre måneder efter den endelige driftstilladelse skal dokumentationen udfyldes med de
2271 specifikke data for hele energilageranlægget og sendes til Energinet Elsystemansvar A/S.
2272

2273 9.2 Krav til dokumentation

2274 Krav til omfang af dokumentation for de forskellige anlægskategorier er angivet i Tabel 27.

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

X: Dokumentation skal leveres som beskrevet i dette afsnit.

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

Tabel 27 Krav til dokumentation for anlægskategorier.

9.2.1 Leverandørerklæring

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

9.2.2 Beskyttelsesfunktioner

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

9.2.3 Enstregsskema

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

9.2.4 Elkvalitet

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

9.2.5 Tolerance over for spændingsdyk

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

9.2.6 PQ-diagram

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

2307 effekt. Målinger skal vise, at kravene i afsnit 6.3 er overholdt. Alternativt leverer man data fra
 2308 typetest, som efterviser, at kravene er overholdt.

2309

2310 9.2.7 Signalliste

2311 Signallisten er en liste over de signaler/informationer, der skal udveksles imellem de aktører,
 2312 der styrer og overvåger et anlæg. Dokumentation for, at signalerne specificeret i afsnit 8.2
 2313 findes på PCOM-grænsefladen, skal leveres som en del af verifikationsrapporten.

2314

2315 9.2.8 Dynamisk simuleringsmodel

2316 Med en dynamisk simuleringsmodel menes en modellering af energilageranlæggets elektriske
 2317 egenskaber og begrænsninger. Den elektriske simuleringsmodel skal overholde kravene speci-
 2318 ficeret i afsnit 10.

2319

2320 9.2.9 Verifikationsrapport

2321 Med en verifikationsrapport menes en rapport over gennemførte test, som efterviser, at de
 2322 krævede funktioner er implementeret, og at funktionen fungerer som forventet med de opsat-
 2323 te parametre.

2324

2325 9.2.10 Energianlæggets lagermedie

2326 Med energianlæggets lagermedie menes oplysninger omkring lagermediets fabrikatet samt
 2327 udvalgte elektriske egenskaber.

2328

2329 9.2.11 CE-overensstemmelseserklæring

2330 En overensstemmelseserklæring er fabrikantens eller importørens erklæring om, at et produkt
 2331 lovligt kan markedsføres i Europa. Overensstemmelseserklæring indeholder blandt andet:

- 2332 - Fabrikantens navn og adresse
- 2333 - Entydig reference til produktet
- 2334 - Angivelse af det direktiv, erklæringen relaterer til
- 2335 - Dato og underskrift

2336

2337

2338 9.2.12 Energilageranlæg i kategori A

2339 Energilageranlægget kan være opført på positivlisten. Anlæggets nominelle effekt må ikke
 2340 overstige 50 kW.

2341

2342 Kravene til dokumentation for energilageranlæg i kategori A er inddelt i de følgende underaf-
 2343 snit.

2344

2345 9.2.12.1 Optagelse af anlæg og anlægskomponenter på positivlisten

2346 Ønskes energilageranlægget med en nominel effekt på maksimalt 50 kW optaget på positivli-
 2347 sten, skal dokumentationen krævet under afsnit 9.2 sendes til: positivlister@danskeenergi.dk.

2348 Der kan anvendes produktcertifikater, som er udstedt af et godkendt certificeringsorgan. Pro-
 2349 duktcertifikaterne kan dække nogle af dokumentationskravene. Processen for at blive optaget
 2350 på positivlisten er beskrevet på Dansk Energis hjemmeside: www.danskeenergi.dk/positivlister.

2351

2352 10. Krav til simuleringsmodel

2353 Den igangværende omstilling af elsystemet, hvor konventionelle produktionsanlæg gradvist
 2354 udfases og erstattes af mere komplekse anlæg, herunder energilageranlæg, medfører, at den

2355 systemansvarlige virksomhed har behov for større indsigt i disse nye anlægs strukturelle op-
2356 bygning og deres systemmæssige påvirkning af det kollektive elforsyningsnet.
2357
2358 Til analyseformål vedrørende planlægning og drift af det kollektive elforsyningsnet har den
2359 systemansvarlige virksomhed behov for at kunne gennemføre net- og systemanalyser, eksem-
2360 pelvis i forbindelse med nettilslutning af nye energilageranlæg. Til dette formål kræves opdate-
2361 rede og retvisende simuleringsmodeller for nettilsluttede energilageranlæg.
2362
2363 Simuleringsmodellerne benyttes til analyse af transmissions- og distributionsnettets stationære
2364 og dynamiske forhold, herunder spændings-, frekvens- og rotorvinkelstabilitet, kortslutnings-
2365 forhold, transiente fænomener samt harmoniske forhold.
2366
2367 Anlægsejer skal levere de, i det følgende, specificerede simuleringsmodeller til Energinet
2368 Elsystemansvar A/S. Den systemansvarlige virksomhed er, jf. elforsyningslovens § 84 a, under-
2369 lagt fortrolighedsforpligtelser i relation til kommercielt følsomme oplysninger.
2370
2371 Simuleringsmodeller kan eventuelt fremsendes direkte fra fabrikanten af energilageranlægget
2372 til Energinet Elsystemansvar A/S. Anlægsejer er ansvarlig for, at en sådan datafremsendelse
2373 finder sted til rette tid og i rette omfang.
2374
2375 Anlægsejer skal fra projekteringsfase til verifikationsfase løbende holde Energinet
2376 Elsystemansvar A/S opdateret, hvis de foreløbige data ikke længere kan antages at repræsen-
2377 tere det endeligt idriftsatte anlæg.
2378
2379 For et eksisterende energilageranlæg, hvor der foretages væsentlige ændringer af energilager-
2380 anlæggets egenskaber, skal anlægsejeren stille en opdateret¹ og dokumenteret simulerings-
2381 model til rådighed for det ombyggede energilageranlæg.
2382
2383 Senest tre måneder efter idriftsættelsestidspunkt skal dokumentationen udfyldes med de spe-
2384 cifikke data for hele energilageranlægget og sendes til elforsyningsvirksomheden og for trans-
2385 missionstilsluttede anlæg til Energinet Elsystemansvar A/S.
2386
2387 Modelleverancen betragtes først som afsluttet, når den systemansvarlige virksomhed har god-
2388 kendt de af anlægsejeren fremsendte simuleringsmodeller og den påkrævede dokumentation.
2389
2390 **10.1 Generelle krav til simuleringsmodellerne**
2391
2392 Anlægsejeren skal stille simuleringsmodeller til rådighed for den systemansvarlige virksomhed,
2393 hvor disse simuleringsmodeller på korrekt vis skal afspejle energilageranlæggets egenskaber i
2394 stationær samt i quasi-stationær tilstand. Til brug ved tidsdomæneanalyser skal anlægsejeren
2395 desuden stille en dynamisk simuleringsmodel (RMS-model) og en transient simuleringsmodel
2396 (EMT-model) til rådighed for den systemansvarlige virksomhed. Til analyse af harmoniske for-
2397 hold i det kollektive elforsyningsnet, herunder energilageranlægs bidrag til harmonisk emission
2398 i tilslutningspunktet, skal anlægsejer ligeledes stille en harmonisk simuleringsmodel til rådigh-
2399 hed.

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

2400 Kravet til simuleringsmodeller og leveringsomfang for de enkelte typer energilageranlæg frem-
 2401 går af Tabel 28. Anlægsejeren er ansvarlig for, at en sådan modelfremsendelse finder sted til
 2402 rette tid i henhold til den gældende procedure for nettilslutning af energilageranlæg og denne
 2403 tekniske forskrifts øvrige bestemmelser.

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

2405 *Tabel 28 Krav til simuleringsmodeller for de enkelte typer af energilageranlæg.*

2406 Simuleringsmodellen for det samlede energilageranlæg skal, afhængigt af modeltypen, beskri-
 2407 ve energilageranlæggets stationære og dynamiske elektriske egenskaber i tilslutningspunktet.

2408
 2409 Såfremt energilageranlægget indeholder eksterne komponenter, f.eks. af hensyn til overhol-
 2410 delse af nettilslutningskravene eller til levering af kommercielle systemydelser, skal simile-
 2411 ringsmodellen indeholde den nødvendige repræsentation af disse komponenter gældende for
 2412 alle påkrævede modeltyper.

2413
 2414 Simuleringsmodellen for energilageranlægsregulator samt for det enkelte energilageranlæg
 2415 skal have et indhold og et detaljeringsniveau, så begge modeltyper uden videre kan integreres i
 2416 en større netmodel af det kollektive elforsyningsnet, således denne fremstår som en komplet,
 2417 fuldt funktionsdygtig simuleringsmodel.

2418
 2419 Simuleringsmodellen skal verificeres, som specificeret i afsnit 10.4.

2420 10.2 Overordnet dokumentationskrav

2422 For at sikre korrekt modelanvendelse, skal de påkrævede simuleringsmodeller dokumenteres i
 2423 form af en brugervejledning. Brugervejledning skal indeholde beskrivelser af modellernes
 2424 strukturelle opbygning samt beskrivelser af simuleringsmodellernes parametring og gyldige
 2425 randbetingelser i form af arbejds punkter.

2426
 2427 Eventuelle restriktioner i relation til netforhold (kortslutningsforhold og R/X-forhold) i tilslut-
 2428 ningspunktet samt ved simulering af eksterne hændelser i det kollektive elforsyningsnet skal
 2429 desuden inkluderes. Ligeledes skal brugervejledningen indeholde oplysninger om særlige mo-
 2430 deltekniske forhold, eksempelvis det maksimalt anvendelige tidskridt for den anvendte lig-
 2431 ningsløser i forbindelse med gennemførelse af dynamiske og transiente simuleringer m.m.

2432
 2433 Brugervejledningen skal desuden omfatte beskrivelser af de i simuleringsmodellen implemen-
 2434 terede kontrol-, beskyttelses- og reguleringsfunktioner til brug ved evaluering af energilageran-
 2435 læggets egenskaber i tilslutningspunktet, hvor et særligt fokus skal rettes mod følgende for-
 2436 hold:

2437

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

Modelspecifikke dokumentationskrav er beskrevet i de efterfølgende afsnit.

10.3 Modeltekniske krav

10.3.1 Krav til stationær simuleringsmodel (stationære forhold og kortslutningsforhold)

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

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

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

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

2473 Den stationære simuleringsmodel skal:

- 2474 • Understøttes af modelbeskrivelser, der som minimum indeholder funktionsbeskrivel-
- 2475 ser af de overordnede moduler i modellen.
- 2476 • Indeholde beskrivelser af de enkelte modelkomponenter og tilhørende parametre.
- 2477 • Indeholde beskrivelser af opsætning af simuleringsmodellen samt eventuelle be-
- 2478 grænsninger for anvendelsen af denne.
- 2479 • Indeholde karakteristikker for energilageranlæggets stationære driftsområder for ak-
- 2480 tiv og reaktiv effekt, således simuleringsmodellen ikke fejlagtigt drives i et ugyldigt ar-
- 2481 bejdspunkt.
- 2482 • Muliggøre anvendelse af samtlige påkrævede reguleringsfunktioner for reaktiv effekt:
- 2483 o Effektfaktor-regulering ($\cos \phi$ -regulering) med angivelse af referencepunk-
- 2484 tet.
- 2485 o Q-regulering (Mvar-regulering) med angivelse af referencepunktet.
- 2486 o Spændingsregulering, inklusive parametre for anvendt
- 2487 droop/kompounding med angivelse af referencepunktet.
- 2488 • Kunne benyttes til simulering af effektivværdier i de enkelte faser under symmetriske
- 2489 hændelser og fejl i det kollektive elforsyningsnet.
- 2490 • Kunne benyttes til simulering af effektivværdier i de enkelte faser under asymmetriske
- 2491 hændelser og fejl i det kollektive elforsyningsnet.
- 2492 • Som minimum kunne benyttes i frekvensområdet fra 47,5 Hz til 51,5 Hz og i spæn-
- 2493 dingsområdet fra 0,0 p.u. til 1,4 p.u.
- 2494

2495 Såfremt energilageranlægget indeholder flere parallelle anlæg, skal simuleringsmodellen kunne
 2496 repræsentere det samlede eller aggregerede energilageranlægs egenskaber i tilslutningspunk-

2497 tet, jf. ovenstående. Simuleringsmodellens parametring skal indeholde komplette datasæt
 2498 for hvert enkeltanlæg.

2499

2500 Simuleringsmodellen skal leveres implementeret i seneste udgave af simuleringsværktøjet
 2501 DlgSILENT PowerFactory ved anvendelse af de indbyggede netkomponentmodeller og stan-

2502 dardprogrammeringsfunktioner, hvilket skal afspejles i den anvendte modelstruktur m.m. Den
 2503 anvendte modelimplementering må ikke forudsætte anvendelse af særlige indstillinger for eller
 2504 afvigelser fra standardindstillingerne for simuleringsværktøjets numeriske ligningsløser eller på
 2505 anden måde forhindre integration mellem den af anlægsejeren leverede simuleringsmodel og
 2506 en større net- og systemmodel som anvendt af den systemansvarlige virksomhed.

2507

2508 Data for netkomponenter og øvrige dele, som indgår i anlægsinfrastrukturen, skal have et
 2509 omfang og et detaljeringniveau, som muliggør opbygning af en komplet, fuldt funktionsdygtig
 2510 simuleringsmodel.

2511

2512 Såfremt den stationære simuleringsmodel er identisk med den i afsnit 10.3.2 beskrevne dyna-

2513 miske simuleringsmodel, bortfalder kravet om en separat stationær simuleringsmodel.

2514

2515 Simuleringsmodellen skal verificeres som specificeret i afsnit 10.4.

2516

2517 10.3.1.1 Nøjagtighedskrav

2518 Simuleringsmodellen må generelt ikke vise egenskaber, der ikke kan påvises for det fysiske
2519 energilageranlæg.

2521 10.3.2 Krav til dynamisk simuleringsmodel (RMS-model)

2522 Følgende krav er jf. Tabel 28, gældende for energilageranlæg type C og D.

2523
2524 Den dynamiske simuleringsmodel for energilageranlægget skal repræsentere anlæggets statio-
2525 nære og dynamiske egenskaber i tilslutningspunktet, gældende for det definerede normal-
2526 driftsområde, jf. afsnit 4.3, og under alle relevante netforhold, hvor energilageranlægget skal
2527 kunne drives. Den dynamiske simuleringsmodel skal kunne repræsentere energilageranlæggets
2528 stationære og dynamiske egenskaber i forbindelse med setpunktsændringer for anlæggets
2529 levering og optag af aktiv og reaktiv effekt, herunder ændring af reguleringsform for dette,
2530 samt nedenstående eksterne hændelser, eller kombinationer af disse eksterne hændelser i det
2531 kollektive elforsyningsnet:

- 2532
- 2533 • Eksterne fejl i det kollektive elforsyningsnet indenfor det påkrævede FRT-karakteristik
2534 som målt i tilslutningspunktet, hvor en kortslutning her kan antage form som:
 - 2535 ○ En fase-jord kortslutning med en vilkårlig impedans i fejlstedet.
 - 2536 ○ En to-faset kortslutning med eller uden jordberøring med en vilkårlig impe-
2537 dans i fejlstedet.
 - 2538 ○ En tre-faset kortslutning med en vilkårlig impedans i fejlstedet.
- 2539 • Udkobling af, og mulig efterfølgende automatisk genindkobling af, en vilkårlig fejlramt
2540 netkomponent i det kollektive elforsyningsnet, jf. ovenstående fejlforløb, og det afled-
2541 te vektorspring i tilslutningspunktet.
- 2542 • Manuel ind- eller udkobling (uden forudgående fejl) af en vilkårlig netkomponent i det
2543 kollektive elforsyningsnet og det afledte vektorspring i tilslutningspunktet.
- 2544 • Spændingsforstyrrelser og tenderende spændingskollaps med en varighed indenfor
2545 den påkrævede minimumssimuleringstid, jf. nedenstående, og som minimum inden
2546 for indsvingningsforløbet for energilageranlæggets overgang til en ny stationær til-
2547 stand.
- 2548 • Frekvensforstyrrelser med en varighed indenfor den påkrævede minimumssimule-
2549 ringstid, jf. nedenstående, og som minimum indenfor indsvingningsforløbet for ener-
2550 gilageranlæggets overgang til en ny stationær tilstand.
- 2551 • Aktivering af et pålagt systemværn (via et eksternt signal) til hurtig regulering af ener-
2552 gilageranlæggets aktive effektproduktion i henhold til en foruddefineret slutværdi og
2553 gradient. Krav gældende såfremt et systemværn er pålagt.

2554
2555 Den dynamiske simuleringsmodel skal:

- 2556
- 2557 • Understøttes af modelbeskrivelser, der som minimum indeholder Laplace-domæne-
2558 overføringsfunktioner, sekvensdiagrammer for anvendte state machines samt funkti-
2559 onsbeskrivelser af anvendte aritmetiske, logiske og sekvensstyrede moduler i simule-
2560 ringsmodellen.
- 2561 • Indeholde beskrivelser af og tilhørende parametre for de enkelte modelkomponenter,
2562 herunder mætning, ulinearitet, dødbånd, tidsforsinkelser samt begrænserfunktioner
2563 (non-wind-up/anti wind-up m.m.) samt look-up-tabeldata og anvendte principper for
2564 interpolation m.m.

- 2565 • Indeholde beskrivelser og entydige angivelser af simuleringsmodellens indgangs- og
- 2566 udgangssignaler, hvor dette som minimum skal omfatte følgende:
- 2567 ○ Aktiv effekt.
- 2568 ○ Reaktiv effekt.
- 2569 ○ Setpunkter for:
 - 2570 ▪ Aktiv effektregulering.
 - 2571 ▪ Effektfaktor-regulering ($\cos \phi$ -regulering).
 - 2572 ▪ Q-regulering (Mvar-regulering).
 - 2573 ▪ Spændingsregulering, inklusive parametre for anvendt
 - 2574 droop/kompounding
 - 2575 ▪ Frekvensregulering (statik og dødbånd).
 - 2576 ▪ Systemværnsindgreb (slutværdi og gradient for regulering af aktiv
 - 2577 effekt).
- 2578 ○ Signal for aktivering af systemværn.
- 2579 • Indeholde beskrivelser af opsætning og initialisering af simuleringsmodellen samt
- 2580 eventuelle begrænsninger for anvendelsen af denne.
- 2581 • Indeholde samtlige påkrævede reguleringsfunktioner, jf. afsnit 6.
- 2582 • Indeholde relevante beskyttelsesfunktioner, som kan aktiveres ved eksterne hændel-
- 2583 ser og fejl i det kollektive elforsyningsnet implementeret i form af blokdiagrammer
- 2584 med angivelse af overføringsfunktioner og sekvensdiagrammer for de enkelte elemen-
- 2585 ter.
- 2586 • Indeholde samtlige kontrolfunktioner², som kan aktiveres ved alle relevante hændel-
- 2587 ser og fejl i det kollektive elforsyningsnet.
- 2588 • Kunne benyttes til simulering af effektivværdier (RMS) i de enkelte faser under sym-
- 2589 metriske hændelser og fejl i det kollektive elforsyningsnet.
- 2590 • Kunne benyttes til simulering af effektivværdier (RMS) i de enkelte faser under asym-
- 2591 metriske hændelser og fejl i det kollektive elforsyningsnet.
- 2592 • Som minimum kunne benyttes i frekvensområdet fra 47,5 Hz til 51,5 Hz og i spæn-
- 2593 dingsområdet fra 0,0 p.u. til 1,4 p.u.
- 2594 • Kunne initialiseres i et stabilt arbejds punkt på baggrund af én enkelt load flow-
- 2595 simulering uden efterfølgende iterationer. Ved initialisering skal den afledte værdi
- 2596 (dx/dt) for enhver af simuleringsmodellens tilstandsvariable være mindre end 0,0001.
- 2597 • Kunne beskrive energilageranlæggets dynamiske egenskaber i mindst 60 sekunder ef-
- 2598 ter enhver af ovenstående setpunktsændringer og eksterne hændelser i det kollektive
- 2599 elforsyningsnet.
- 2600 • Være numerisk stabil ved gennemførelse af en simulering på minimum 60 sekunder
- 2601 uden påtrykning af et hændelsesforløb eller ændring af randbetingelser, hvor de si-
- 2602 mulerede værdier for aktiv effekt, reaktiv effekt, spænding og frekvens skal forblive
- 2603 konstante under hele simuleringsforløbet.
- 2604 • Kunne udnytte numeriske ligningslødere med variabelt tidsskridt i intervallet 1 til 10
- 2605 millisekunder.
- 2606 • Være numerisk stabil ved et momentant vektorspring på op til 20 grader i tilslutnings-
- 2607 punktet.
- 2608 • Ikke indeholde krypterede eller kompilerede dele (accepteres ikke), da den systeman-
- 2609 svarlige virksomhed skal kunne kvalitetssikre resultaterne fra simuleringsmodellen og
- 2610 vedligeholde denne uden begrænsninger ved softwareopdatering m.m.
- 2611

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

2612 Det accepteres, at simuleringsmodellen i løbet af et gennemført simuleringsforløb giver enkel-
2613 te fejlmeddelelser om manglende konvergens i forbindelse med påtrykte eksterne hændelser i
2614 det kollektive elforsyningsnet. Dette vil dog i udgangspunktet blive opfattet som modelimple-
2615 menteringsmæssig imperfektion, hvor årsagen og forslag til afhjælpning af denne skal fremgå
2616 af den tilhørende modeldokumentation. Såfremt det kan dokumenteres, at simuleringsmodel-
2617 lens konvergensmæssige forhold har negativ indvirkning på anvendelsen af den systemansvar-
2618 lige virksomheds samlede net- og systemmodel, vil den pågældende simuleringsmodel blive
2619 afvist.

2620
2621 Såfremt simuleringsmodellen anvendes til aggregering af enkeltanlæg til en samlet repræsen-
2622 tation af energilageranlæggene i tilslutningspunktet, skal modellen kunne repræsentere ener-
2623 gilageranlæggets egenskaber i tilslutningspunktet, jf. ovenstående. Den medfølgende doku-
2624 mentation skal indeholde beskrivelser af de anvendte principper for aggregering samt eventu-
2625 elle begrænsninger for anvendelsen af dette. Simuleringsmodellens parametrisering skal inde-
2626 holde komplette datasæt for det enkelte energilageranlæg samt for det aggregerede energila-
2627 geranlæg.

2628
2629 Simuleringsmodellen for energilageranlægsregulator og simuleringsmodellen for det enkelte
2630 energilageranlæg skal have et indhold og et detaljeringsniveau, så de uden videre kan integre-
2631 res i en større net- og systemmodel, som anvendt af den systemansvarlige virksomhed, og
2632 efterfølgende fremstå som en komplet, fuldt funktionsdygtig simuleringsmodel.

2633
2634 Såfremt energilageranlægget indeholder eksterne komponenter, f.eks. af hensyn til overhol-
2635 delse af nettilslutningskravene eller til levering af kommercielle systemydelser, skal simile-
2636 ringsmodellen indeholde den nødvendige repræsentation af disse komponenter som krævet i
2637 afsnit 10.1.

2638
2639 Simuleringsmodellen skal leveres implementeret i seneste udgave af simuleringsværktøjet
2640 DIgSILENT PowerFactory ved anvendelse af de indbyggede netkomponentmodeller og stan-
2641 dardprogrammeringsfunktioner, hvilket skal afspejles i den anvendte modelstruktur m.m. Den
2642 anvendte modelimplementering må ikke forudsætte anvendelse af særlige indstillinger for,
2643 eller afvigelser fra, standardindstillingerne for simuleringsværktøjets numeriske ligningsløser
2644 eller på anden måde forhindre integration mellem den af anlægsejeren leverede simulerings-
2645 model og en større net- og systemmodel, som anvendt af den systemansvarlige virksomhed.

2646
2647 Data for netkomponenter og øvrige dele, som indgår i anlægsinfrastrukturen, skal have et
2648 omfang og et detaljeringsniveau, som muliggør opbygning af en komplet, fuldt funktionsdygtig
2649 simuleringsmodel, som krævet i afsnit 10.1.

2650
2651 Simuleringsmodellen skal verificeres, som specificeret i afsnit 10.4.

2652 2653 10.3.2.1 Nøjagtighedskrav

2654 Simuleringsmodellen skal repræsentere energilageranlæggets stationære og dynamiske egen-
2655 skaber i tilslutningspunktet. Simuleringsmodellen skal således reagere tilstrækkeligt nøjagtigt i
2656 forhold til det fysiske anlægs stationære svar for et gyldigt stationært arbejds punkt og tilsva-
2657 rende for det dynamiske svar i forbindelse med en setpunktsændring eller en ekstern hændel-
2658 se i det kollektive elforsyningsnet.

2659

2660 Anlægssejeren skal sikre, at simuleringsmodellerne er verificeret med resultaterne af de påkræ-
 2661 vede overensstemmelsesprøvnings som følge af krav jf. afsnit 4, 6 og 7 og fremsende den
 2662 nødvendige dokumentation herfor.

2663

2664 Eftersom modelverifikationen omfatter energilageranlæggets stationære og dynamiske egen-
 2665 skaber i forbindelse med eksterne hændelser i det kollektive elforsyningsnet, og tilsvarende i
 2666 forbindelse med setpunktændringer for energilageranlæggets optag og levering af aktiv og
 2667 reaktiv effekt, er det hensigtsmæssigt at definere nøjagtighedskrav og behandle verifikations-
 2668 proceduren for disse forhold separat, som beskrevet i de efterfølgende afsnit.

2669

2670 10.3.2.1.1 Nøjagtighedskrav i forbindelse med eksterne hændelser i det kollektive elforsy- 2671 ningsnet

2672 Begrebet eksterne hændelser omfatter i denne sammenhæng momentane spændingsændrin-
 2673 ger målt i energilageranlæggets tilslutningspunkt, f.eks. i forbindelse med kortslutning af en
 2674 netkomponent eller i forbindelse med manuel kobling med en netkomponent i det kollektive
 2675 elforsyningsnet.

2676

2677 Test og verifikation af et energilageranlægs stationære og dynamiske egenskaber i forbindelse
 2678 med sådanne eksterne hændelser kan gennemføres i sammenhæng med certificering og type-
 2679 godkendelse af det pågældende energilageranlæg.

2680

2681 Det primære formål med disse standardtests er verifikation og certificering af energilageran-
 2682 læggets overholdelse af de påkrævede FRT-egenskaber, herunder krav om levering af dyna-
 2683 misk spændingsstøtte (reaktiv tillægsstrøm IQ) under fejlforløbet i henhold til den definerede
 2684 FRT-karakteristik. Resultaterne af disse standardtests anvendes ved den efterfølgende verifika-
 2685 tion af de opstillede funktionskrav til og nøjagtigheden af den påkrævede simuleringssmodel.

2686

2687 Simuleringer med modellen skal vise, at kravene i afsnit 4.4 er overholdt.

2688

2689 De til modelverifikationen anvendte standardtests skal gennemføres og dokumenteres i hen-
 2690 hold til definitioner og beskrivelser som følge af krav, jf. afsnit 4, 6 og 7.

2691

2692 Modelverifikationen er baseret på evaluering af simuleringsmodellens statistiske nøjagtighed,
 2693 hvor nøjagtigheden fastlægges på baggrund af beregning af afvigelsen mellem modellens simu-
 2694 lerede svar og den tilsvarende målte værdi, hvormed afvigelsen defineres som: $X_E(n) = X_{sim}(n) -$
 2695 $X_{målt}(n)$.

2696

- 2697 • MXE - Den maksimale afvigelse (the maximum error).
- 2698 • ME – Den gennemsnitlige afvigelse (the mean error).
- 2699 • MAE – Den gennemsnitlige (absolutte) afvigelse (the mean absolute error).

2700

2701 Afsnit 0 viser, hvilke af energilageranlæggets elektriske signaler der er omfattet af ovenstående
 2702 nøjagtighedskrav.

2703

2704 For at sikre en objektiv vurdering af simuleringsmodellens nøjagtighed skal følgende kvantitati-
 2705 ve krav være opfyldt for hver af de gennemførte standardtests, idet de for modellen beregne-
 2706 de afvigelser skal være mindre end eller lig med de i Tabel 29 angivne tilladelige afvigelser for
 2707 hver af de definerede tidsperioder (pre-fault, fault og post-fault).

2708

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

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

Tabel 29 Nøjagtighedskrav - tilladelige afvigelse.

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

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

10.3.2.1.2 Nøjagtighedskrav i forbindelse med ændringer af energilageranlæggets arbejds-punkt

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

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

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

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

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

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

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

Afsnit 0 viser, hvilke af energilageranlæggets elektriske signaler der er omfattet af ovenstående nøjagtighedskrav.

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

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

Tabel 30 Nøjagtighedskrav - tilladelige afvigelser.

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

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

10.3.3 Krav til transient simuleringsmodel (EMT-model)

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

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

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

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

10.3.3.1 Modelleverance

EMT-modellen skal ved levering bestå af følgende:

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

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

10.3.3.2 Nøjagtighedskrav

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

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

10.3.4 Krav til harmonisk simuleringsmodel

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

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

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

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

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

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

2892 re for, at den anvendte metode giver et korrekt respons for energilageranlæggets samlede
2893 emission.

2894

2895 Data for netkomponenter og øvrige dele, som indgår i anlægsinfrastrukturen, skal have et
2896 omfang og et detaljeringsniveau, som muliggør opbygning af en komplet frekvensafhængig
2897 simuleringsmodel i frekvensområdet 50 Hz til 2500 Hz. Dette inkluderer opsamlingskabler,
2898 transformere, filtre mm. Omfanget af leverancen godkendes af den systemansvarlige virksom-
2899 hed.

2900

2901 10.3.4.1 Nøjagtighedskrav

2902 Metoden anvendt til opstilling af modellen for det enkelte energilageranlæg skal specificeres
2903 og godkendes af den systemansvarlige virksomhed. Bestemmes modelparametre ved måling,
2904 skal en målerapport vedlægges som dokumentation. Desuden skal der redegøres for, hvordan
2905 modelparametre fastsættes ud fra målerapportens resultater. Fastsættes modelparametre ved
2906 beregning eller simulering, skal metoden anvendt specificeres samt eksempler på resultatbe-
2907 handling for udledning af modelparametre gives.

2908

2909 10.4 Verificering af simuleringsmodel

2910 Simuleringsmodellen for det samlede anlæg omfattende samtlige reguleringsformer skal verifi-
2911 ceres af anlægsejer, som følge af krav jf. afsnit 4, 6 og 7.

2912

2913 Anlægsejer er ansvarlig for al udførelse af test til verificering, herunder fremskaffelse af nød-
2914 vendigt måleudstyr, dataloggere og personel. Anlægsejer er desuden ansvarlig for gennemfø-
2915 relse og dokumentation af den påkrævede modelverifikation, herunder dokumentation af
2916 overholdelse af de definerede nøjagtighedskrav til simuleringsmodellerne.

2917

2918 Den praktiske udførelse af test til verificering skal senest tre måneder inden endelig idriftsæt-
2919 telse af anlægget fastlægges i samarbejde med Energinet Elsystemansvar A/S, efter oplæg fra
2920 anlægsejer.

2921

2922 Anlægsejer skal dokumentere målingerne anvendt til verifikation af simuleringsmodellen for
2923 energilageranlægget i form af en rapport indeholdende beskrivelser af hvert datasæt, herun-
2924 der det anvendte måleudstyr og den efterfølgende databehandling, samt randbetingelser for
2925 de gennemførte overensstemmelsesprøvninger og årsag til eventuelle afvigelser i forhold til de
2926 specificerede randbetingelser.

2927

2928 Måleresultater sammenholdes med de tilsvarende simulerede resultater og simuleringsmodel-
2929 lens nøjagtighed dokumenteres i form af en verifikationsrapport. Modelverifikationsprocedu-
2930 ren betragtes først som afsluttet, når den systemansvarlige virksomhed har godkendt den af
2931 anlægsejer fremsendte modelverifikationsrapport.

2932

2933 Tidsseriemålingerne anvendt til verifikation af simuleringsmodellen skal vedlægges verifikati-
2934 onsrapporten i CSV-format (comma-separated values).

2935

2936

2937 10.4.1 Signaler omfattet af modelverifikationskravet

2938 Signaler omfattet af modelverifikationskravet:

2939

- 2940 • Aktiv effekt – målt i tilslutningspunktet (eller ved primærsiden af maskintransformer
2941 ved typetest).
- 2942 • Reaktiv effekt – målt i tilslutningspunktet (eller ved primærsiden af maskintransfor-
2943 mer ved typetest).
- 2944 • Fassestrømme (aktiv komponent) – målt i tilslutningspunktet (eller ved primærsiden af
2945 maskintransformer ved typetest).
- 2946 • Fassestrømme (reaktiv komponent) – målt i tilslutningspunktet (eller ved primærsiden
2947 af maskintransformer ved typetest).

2948

2949

2950

2951

2952 11. Referencer

2953

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

2954

2955

Bilag 1 Dokumentation

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

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

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

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

Alle delafsnit i bilaget skal udfyldes for det pågældende anlæg.

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

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

Indholdsfortegnelse Bilag 1

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

Dokumentation – kategori A

B1.1. Dokumentation for energilageranlæg i kategori A

Dokumentationen udfyldes med data for energilageranlægget og sendes til elforsyningsvirksomheden.

B1.1.1. Identifikation

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

B1.1.2. Positivliste

Gælder kun anlæg op til 50 kW.

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

B1.1.3. Regulering af aktiv effekt

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

B1.1.4. Regulering af reaktiv effekt**B1.1.4.1. Effektfaktorregulering**

Er effektfaktorreguleringsfunktionen aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, med hvilket setpunkt?	_____ $\cos\phi$
(Værdi forskellig fra $\cos\phi$ 1,0 skal aftales med elforsyningsvirksomheden.)	Induktiv ☐ Kapacitiv ☐

B1.1.4.2. Automatisk effektfaktorregulering

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

B1.1.4.3. Q-regulering

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

B1.1.5. Beskyttelse**B1.1.5.1. Relæindstillinger**

I nedenstående tabel angives de aktuelle værdier på idriftsættelsestidspunktet.

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

*Mindst en af funktionerne skal aktiveres.

B1.1.6. Underskrift

Dato for idriftsættelse:	
Installatørfirma:	
Idriftsættelsesansvarlig:	
Underskrift (idriftsættelsesansvarlig):	
Anlægssejer:	
Underskrift (anlægssejer):	

B1.2. Bilag 1 for energilageranlæg kategori A

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

B1.2.1. Identifikation

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

B1.2.2. Normaldrift

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

B1.2.3. Tolerance over for frekvensafvigelser

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

B1.2.4. Opstart og genindkobling af et energilageranlæg

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

B1.2.5. Elkvalitet

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

B1.2.5.1. Hurtige spændingsændringer

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

B1.2.5.2. DC-indhold

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

B1.2.5.3. Strømubalance

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

B1.2.5.4. Flicker

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

B1.2.5.5. Harmoniske overtoner

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

B1.2.5.6. Interharmoniske overtoner

Afsnittet skal kun udfyldes for energilageranlæg større end 50 kW.

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

B1.2.5.7. Forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz

Afsnittet skal kun udfyldes for energilageranlæg større end 50 kW.

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

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

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

B1.2.6.1.2. Absolut-effektbegrænser

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

B1.2.6.1.3. Gradient-effektbegrænserfunktion

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

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

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

B1.2.6.2.2. Effektfaktorregulering

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

B1.2.6.2.3. Automatisk effektfaktorregulering

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

B1.2.6.2.4. Q-regulering

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

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

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

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

B1.2.8. Underskrift

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

Dokumentation – kategori B

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

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

B1.3.1. Identifikation

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

B1.3.2. Normaldrift

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

B1.3.3. Tolerance over for frekvensafvigelser

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

B1.3.4. Tolerance over for spændingsafvigelser (FRT)

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

B1.3.5. Reaktiv tillægsstrøm

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

B1.3.6. Opstart og genindkobling af et energilageranlæg

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

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

Er energilageranlægget udstyret med en frekvensresponsfunktion for overfrekvens, som specificeret i afsnit 0? Hvis Ja, henvisning til dokumentation:	Ja ☐ Nej ☐
---	---

B1.3.7.2. Absolut-effektbegrænserfunktion

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

B1.3.7.3. Gradient-effektbegrænser

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

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

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

B1.3.8.2. Effektfaktorregulering

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

B1.3.8.3. Q-regulering

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

B1.3.9. Elkvalitet

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

B1.3.9.1. Hurtige spændingsændringer

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

B1.3.9.2. DC-indhold

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

B1.3.9.3. Spændingsubalance

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

B1.3.9.4. Flicker

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

B1.3.9.5. Harmoniske overtoner

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

B1.3.9.6. Interharmoniske overtoner

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

B1.3.9.7. Forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz

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

B1.3.10. Beskyttelse

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

B1.3.10.1. Ø-drift-detektering

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

B1.3.11. Krav til informationsudveksling

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

B1.3.12. Underskrift

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

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

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

B1.4.1. Identifikation

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

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

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

B1.4.2.2. Absolut-effektbegrænserfunktion

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

B1.4.2.3. Gradient-effektbegrænser

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

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

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

B1.4.3.2. Effektfaktorregulering

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

B1.4.4. Beskyttelse**B1.4.4.1. Relæindstillinger**

I nedenstående tabel angives de aktuelle værdier på idriftsættelsestidspunktet.

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

*Anvendes til Ø-driftsdetektering i distributionsnettet

B1.4.5. Underskrift

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

Dokumentation – kategori C og D

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

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

B1.5.1. Identifikation

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

B1.5.2. Normale driftsforhold

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

B1.5.3. Tolerance over for frekvensafvigelser

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

B1.5.4. Tolerance over for spændingsafvigelser (FRT)

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

B1.5.4.1. Reaktiv tillægsstrøm

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

B1.5.5. Indkobling og synkronisering

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

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

Er energilageranlægget udstyret med en frekvensresponsfunktion for overfrekvens, som specificeret i afsnit 0 for kategori C og D?	Ja ☐ Nej ☐
---	---

B1.5.6.2. Regulering af aktiv effekt ved underfrekvens

Er energilageranlægget udstyret med en frekvensresponsfunktion for underfrekvens, som specificeret i afsnit 6.2.2.3 for kategori C og D?	Ja ☐ Nej ☐
--	---

B1.5.6.3. Frekvensregulering

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

B1.5.6.4. Systemværn

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

B1.5.6.5. Absolut-effektbegrænserfunktion

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

B1.5.6.6. Gradient-effektbegrænserfunktion

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

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

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

B1.5.7.2. Q-regulering

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

B1.5.7.3. Effektfaktorregulering

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

B1.5.7.4. Spændingsregulering

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

B1.5.8. Elkvalitet

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

B1.5.8.1. Hurtige spændingsændringer

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

B1.5.8.2. DC-indhold

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

B1.5.8.3. Spændingsubalance

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

B1.5.8.4. Flicker

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

B1.5.8.5. Harmoniske overtoner

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

B1.5.8.6. Interharmoniske overtoner

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

B1.5.8.7. Forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz

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

B1.5.9. Beskyttelse

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

B1.5.9.1. Ø-drift-detektering

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

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

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

B1.5.10.2. Registrering af fejlhændelser

Gælder kun kategori D-anlæg

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

B1.5.11. Krav til simuleringsmodel

Gælder kun anlæg over 10 MW

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

B1.5.12. Overensstemmelsesprøvning

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

B1.5.13. Underskrift

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

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

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

B1.6.1. Identifikation

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

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

Er frekvensresponsfunktionen for overfrekvens som specificeret i afsnit 0 for kategori C og D aktiveret?	Ja ☐ Nej ☐
Hvis Ja, med hvilke indstillingsværdier? Frekvenstærskel:	_____ Hz
Statik:	_____ %
Tid til ø-drift-detektering (minimum responstid):	_____ ms

B1.6.2.2. Regulering af aktiv effekt ved underfrekvens

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

B1.6.2.3. Frekvensregulering

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

B1.6.2.4. Absolut-effektbegrænserfunktion

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

B1.6.2.5. Gradient-effektbegrænserfunktion

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

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

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

B1.6.3.2. Effektfaktorregulering

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

B1.6.3.3. Spændingsregulering

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

B1.6.4. Beskyttelse

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

B1.6.5. Overensstemmelsesprøvning

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

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

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

B1.6.7. Underskrift

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

Dokumentation – kategori Sx

B1.7. Dokumentation for energilageranlæg i kategori Sx

Dokumentationen udfyldes med data for energilageranlægget og sendes til elforsyningsvirksomheden

B1.7.1. Identifikation

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

B1.7.2. Underskrift

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

Dokumentation – kategori T

B1.8. Dokumentation for energilageranlæg i kategori T

Dokumentationen udfyldes med data for energilageranlægget og sendes til elforsyningsvirksomheden

B1.8.1. Identifikation

Anlæg	Beskrivelse af anlægget:
GSRN-nummer	
Anlægsejer navn og adresse	
Anlægsejer telefonnr.	
Anlægsejer e-mail	
Inverter – fabrikat:	
Inverter – model:	
Inverter – nominel effekt:	
Lagermedie – fabrikat:	
Lagermedie – modelnr.:	
Ladestanderens nominelle aktive effekt, P _{nl} og P _{no} [kW]	

B1.8.2. Normaldrift

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

B1.8.3. Tolerance over for frekvensafvigelser

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

B1.8.4. Elkvalitet

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

B1.8.4.1. Hurtige spændingsændringer

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

B1.8.4.2. DC-indhold

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

B1.8.4.3. Strømubalance

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

B1.8.4.4. Flicker

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

B1.8.4.5. Harmoniske overtoner

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

B1.8.4.6. Interharmoniske overtoner

Afsnittet skal kun udfyldes for energilageranlæg større end 50 kW.

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

B1.8.4.7. Forstyrrelser i intervallet 2-9 kHz

Afsnittet skal kun udfyldes for energilageranlæg større end 50 kW.

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

B1.8.5. Underskrift

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