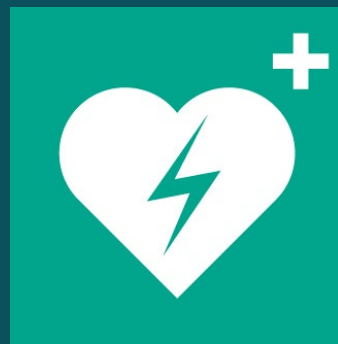
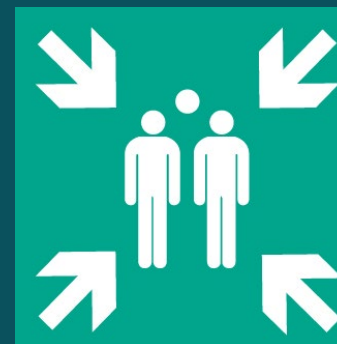




NØDUDGANGE



HJERTESTARTER



SAMLINGSSTED

VELKOMMEN OG DAGENS PROGRAM



10:00 Velkomst

10:05 Teknisk forskrift 3.3.1 krav til energilageranlæg

11:30 Frokost

12:00 Systemydelser

12:50 Pause

13:00 Systemydelser fortsat

14:00 Tak for i dag

OPLÆGSHOLDERE



Jørgen Hansen Kjær
Netregler og Tilslutning



Camilla Berg Knudsen
Systemydelse

EU-FORORDNINGER OMHANDLENDE NETTILSLUTNING

EU-forordninger omhandlende nettilslutning

- KOMMISSIONENS FORORDNING (EU) [2016/631](#) af 14. april 2016 om fastsættelse af netregler om krav til nettilslutning for produktionsanlæg
- KOMMISSIONENS FORORDNING (EU) [2016/1388](#) af 17. august 2016 om fastsættelse af netregler om nettilslutning af forbrugs- og distributionssystemer
- KOMMISSIONENS FORORDNING (EU) [2016/1447](#) af 26. august 2016 om fastsættelse af netregler om tilslutning af transmissionssystemer med højspændingsjævnstrøm og jævnstrømsforbundne elproducerende anlæg

TEKNISK FORSKRIFT 3.3.1

- EU-forordninger indeholder ikke krav til energilageranlæg, medmindre det er pump storage (vandkraftværk).
- Teknisk forskrift 3.3.1 skal sikre ensrettede tilslutningskrav for disse anlæg.
- Forskriften er harmoniseret mest muligt op mod RfG. Når RfG 2.0 træder i kraft, udgår teknisk forskrift 3.3.1 og kommer til at gælde for eksisterende anlæg.
- Forskriften finder ikke anvendelse ved UPS-anlæg. Skal der sælges ydelser, er anlægget omfattet af teknisk forskrift 3.3.1.

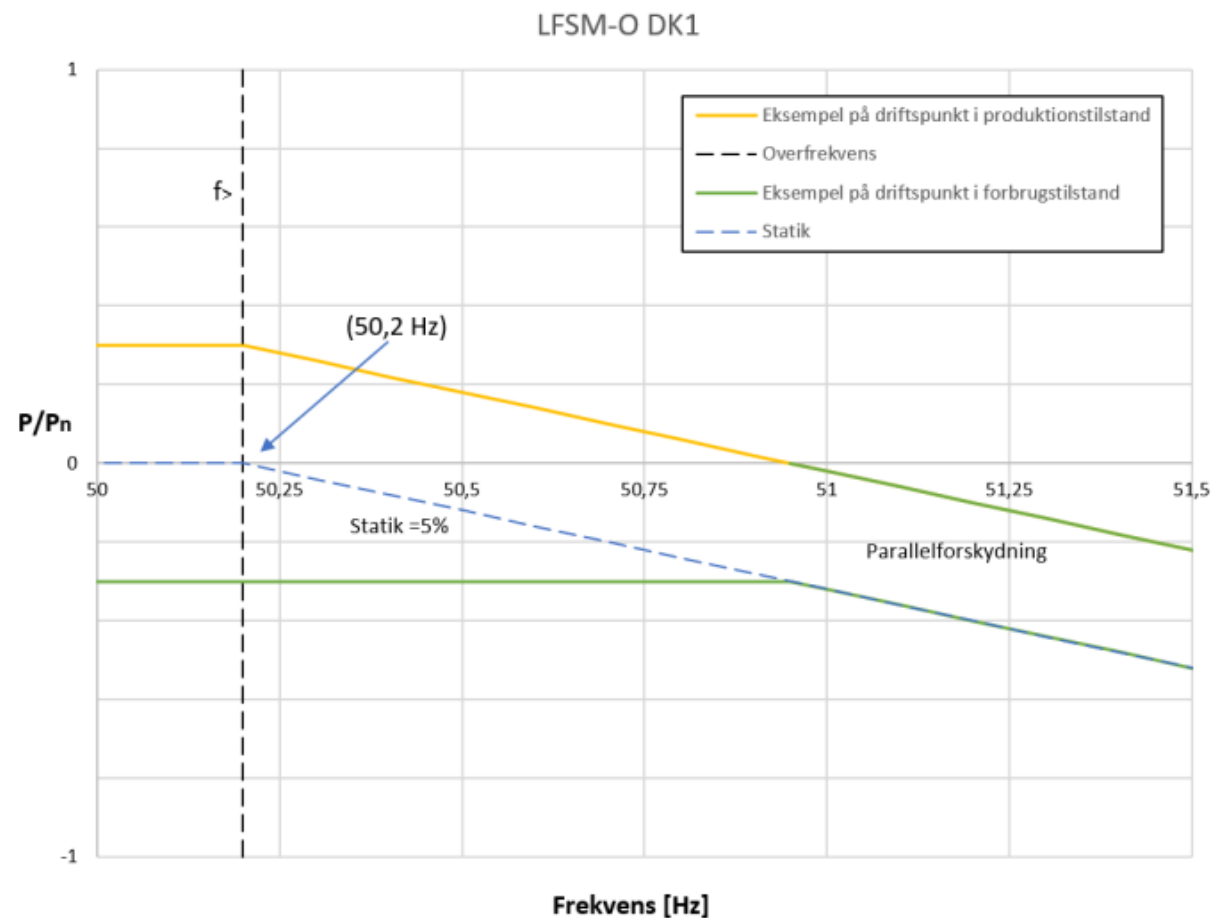
TEKNISK FORSKRIFT 3.3.1 – ENERGILAGER REV. 4

- Arbejdet med at komme fra revision 3 til 4 startede 1/2 -2023.
- Der var ca. 20 personer i arbejdsgruppen.
- Gruppen mødtes 9 + 1 gange henover hele 2023.
- Arbejdet med at komme til revision 4 endte 18/12-2023.

REV 5

Hvorfor allerede 5?


- Teknisk Forskrift 3.3.1 revision 4 trådte i kraft 1/1- 2024.
- Revision 4 indeholdt en funktion til LFSM, der ikke var korrekt. Revision 5 blev desuden også udsat for konsekvensrettelser.



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

NYT FORMAT

Teknisk forskrift 3.3.1 opbygning er overgået til bekendtgørelsesformat.

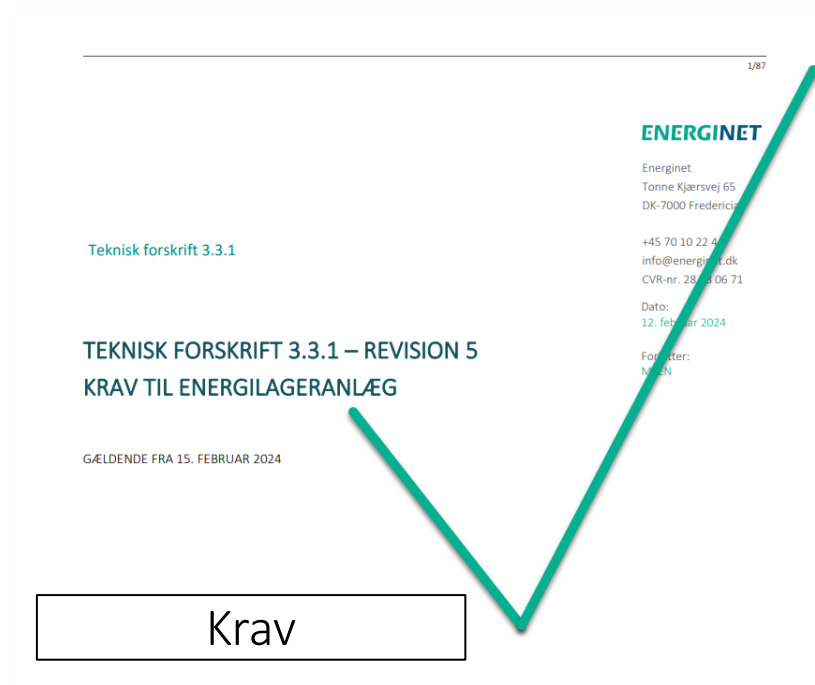


1/129

ENERGINET
Energinet
Tonne Kjærsvej 65
DK-7000 Fredericia
+45 70 10 22 44
info@energinet.dk
CVR-nr. 28 98 06 71

**TEKNISK FORSKRIFT 3.3.1 FOR ELEKTRISKE
ENERGILAGERANLÆG**
GYLDIG FRA 1. januar 2023

Krav + vejledning



1/87

ENERGINET
Energinet
Tonne Kjærsvej 65
DK-7000 Fredericia
+45 70 10 22 44
info@energinet.dk
CVR-nr. 28 98 06 71
Dato:
12. februar 2024
Forfatter:
M. SN

Teknisk forskrift 3.3.1

**TEKNISK FORSKRIFT 3.3.1 – REVISION 5
KRAV TIL ENERGILAGERANLÆG**

GÆLDENDE FRA 15. FEBRUAR 2024

Krav

NYT FORMAT

Forskriften er opbygget som en forordning.

- Forskriften skal læses ”kumulativt”.
- **Generelle krav**, der er teknologineutrale.
- Teknologispecifikke krav (**Synkrogenerator**, **effektelektronik**).

TEKNISK FORSKRIFT 3.3.1	
KRAV TIL ENERGILAGERANLÆG	
OVERSIGT/INDHOLDSFORTEGNELSE	
Kapitel 1 <i>Anvendelsesområde og definitioner</i>	3
Kapitel 2 <i>Energilageranlæg af type A</i>	5
Kapitel 3 <i>Energilageranlæg af type B</i>	15
Kapitel 4 <i>Energilageranlæg af type C</i>	20
Kapitel 5 <i>Energilageranlæg af type D</i>	27
Kapitel 6 <i>Transmissionstilsluttet energilageranlæg</i>	28
Kapitel 7 <i>Synkront energilageranlæg af type A</i>	33
Kapitel 8 <i>Synkront energilageranlæg af type B</i>	34
Kapitel 9 <i>Synkront energilageranlæg af type C</i>	39
Kapitel 10 <i>Synkront energilageranlæg af type D</i>	40
Kapitel 11 <i>Transmissionstilsluttet synkront energilageranlæg</i>	43
Kapitel 12 <i>Ikke-synkront energilageranlæg af type A</i>	48
Kapitel 13 <i>Ikke-synkront energilageranlæg af type B</i>	49
Kapitel 14 <i>Ikke-synkront energilageranlæg af type C</i>	55
Kapitel 15 <i>Ikke-synkront energilageranlæg af type D</i>	58
Kapitel 16 <i>Transmissionstilsluttet ikke-synkront energilageranlæg</i> ...	60
Kapitel 17 <i>Overholdelse af krav</i>	67

NYT FORMAT

Forskriften er opbygget som en forordning.

Eksempel

Energilageranlæg med synkron generator af type D i distributionssystemet:

Anlægget skal overholde krav i kapitlerne

- Kapitel 2 til og med 5
- kapitel 7 til og med 10.
- Derudover skal krav til verifikation i kapitel 17 overholdes.

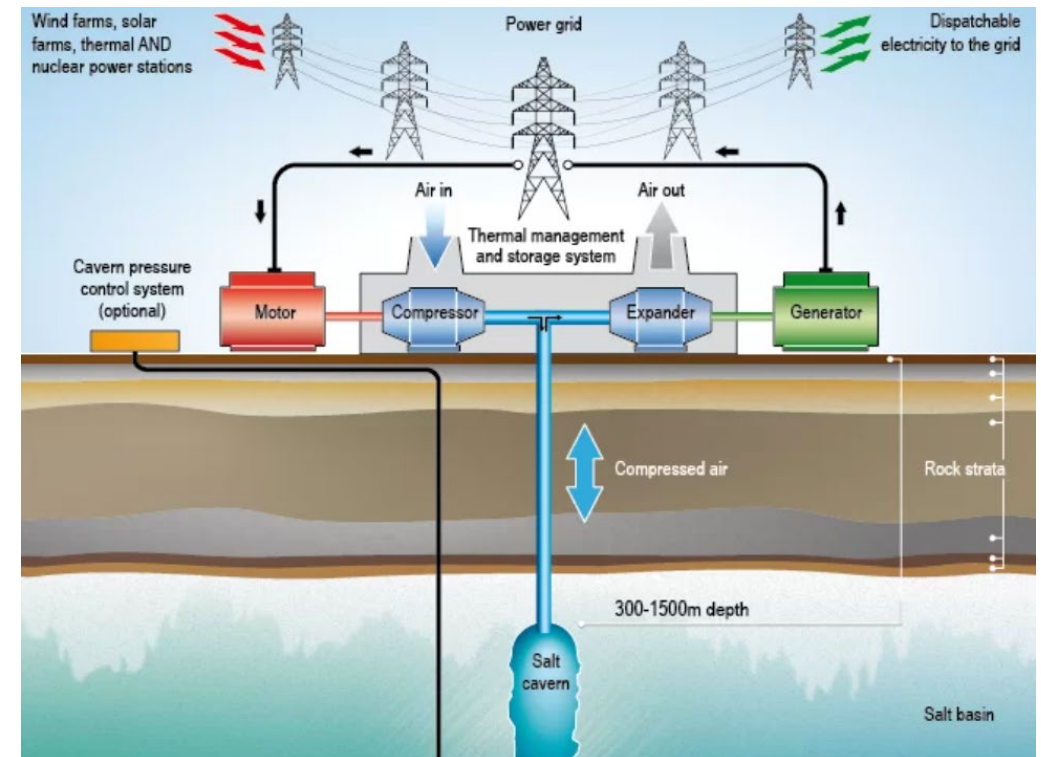
TEKNISK FORSKRIFT 3.3.1	
KRAV TIL ENERGILAGERANLÆG	
OVERSIGT/INDHOLDSFORTEGNELSE	
Kapitel 1 Anvendelsesområde og definitioner	3
Kapitel 2 Energilageranlæg af type A	5
Kapitel 3 Energilageranlæg af type B	15
Kapitel 4 Energilageranlæg af type C	20
Kapitel 5 Energilageranlæg af type D	27
Kapitel 6 Transmissionstilsluttet energilageranlæg	28
Kapitel 7 Synkront energilageranlæg af type A	33
Kapitel 8 Synkront energilageranlæg af type B	34
Kapitel 9 Synkront energilageranlæg af type C	39
Kapitel 10 Synkront energilageranlæg af type D	40
Kapitel 11 Transmissionstilsluttet synkront energilageranlæg	43
Kapitel 12 Ikke-synkront energilageranlæg af type A	48
Kapitel 13 Ikke-synkront energilageranlæg af type B	49
Kapitel 14 Ikke-synkront energilageranlæg af type C	55
Kapitel 15 Ikke-synkront energilageranlæg af type D	58
Kapitel 16 Transmissionstilsluttet ikke-synkront energilageranlæg ...	60
Kapitel 17 Overholdelse af krav	67

NYT I TEKNISK FORSKRIFT 3.3.1

Synkront energilageranlæg

Den nye forskrift omfatter :

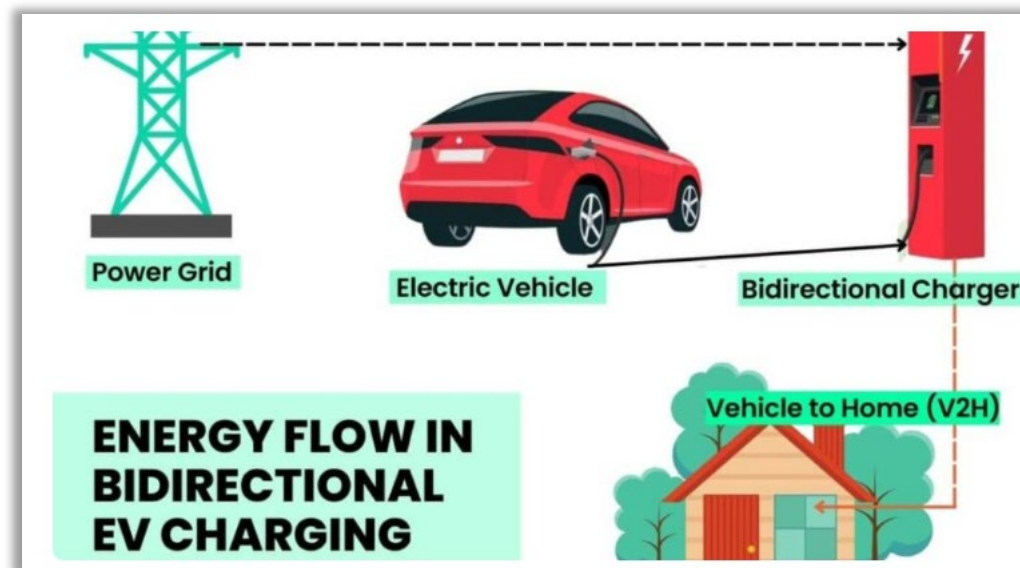
- Energilageranlæg med synkrogenerator.



NYT I TEKNISK FORSKRIFT 3.3.1

V2G

- Vehicle to grid (V2G), to-vejsladestandere.
- V2G blev tidligere behandlet som temporære tilslutninger.
- V2G bliver fremadrettet kategoriseret som ikke-synkront energilageranlæg.



SYNKRONT ENERGILAGERANLÆG

Krav for anlæg af type A-D

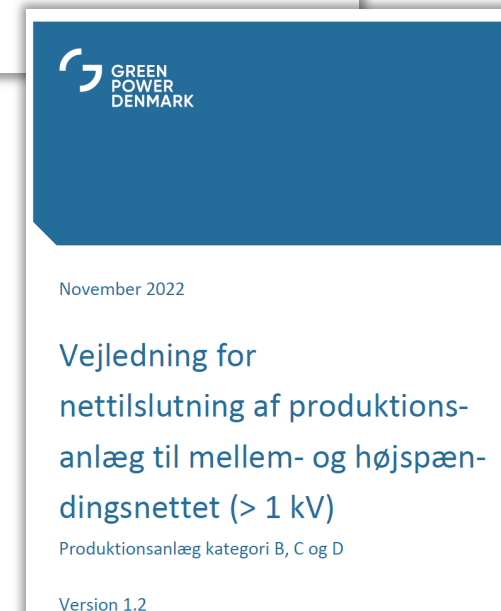
Synkrone energilageranlægs tilslutningskrav er lavet med udgangspunkt i Green power Danmarks vejledninger.

Tilslutninger på spændinger over 110 kV er

Type D uanset størrelse.

Den relevante systemoperatør har ansvaret for at sætte krav til:

- Reaktiv effekt
- Beskyttelse
- m.m.



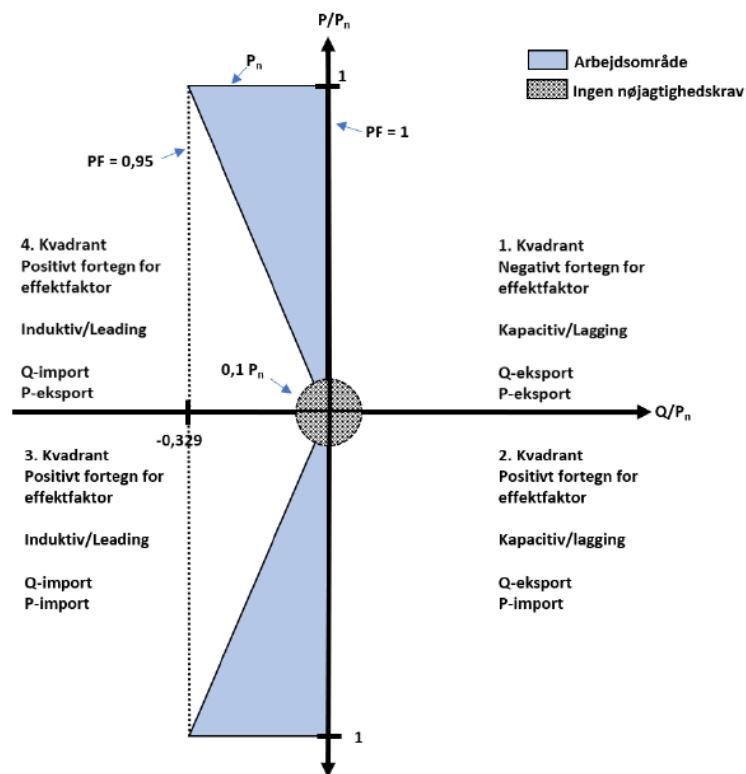
IKKE-SYNKRONE ENERGILAGER

Krav for anlæg af type A-D

- Alle tilslutninger, hvor effekten sker vha. effektelektronik, herunder DFIG
- V2G administreres som effektelektronik.
- Der er taget udgangspunkt i Green Power Denmarks vejledninger
- Krav til V2G er tilsvarende krav for regulære tilslutninger såsom solceller, vindmøller etc.

STØRRE ÆNDRING, REAKTIV EFFEKT

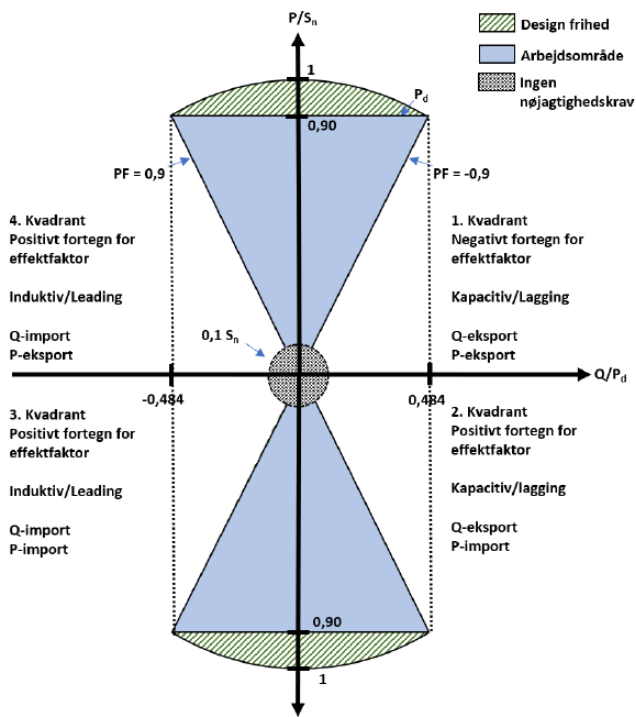
Krav til levering af reaktiv på anlæg i type A bortfalder



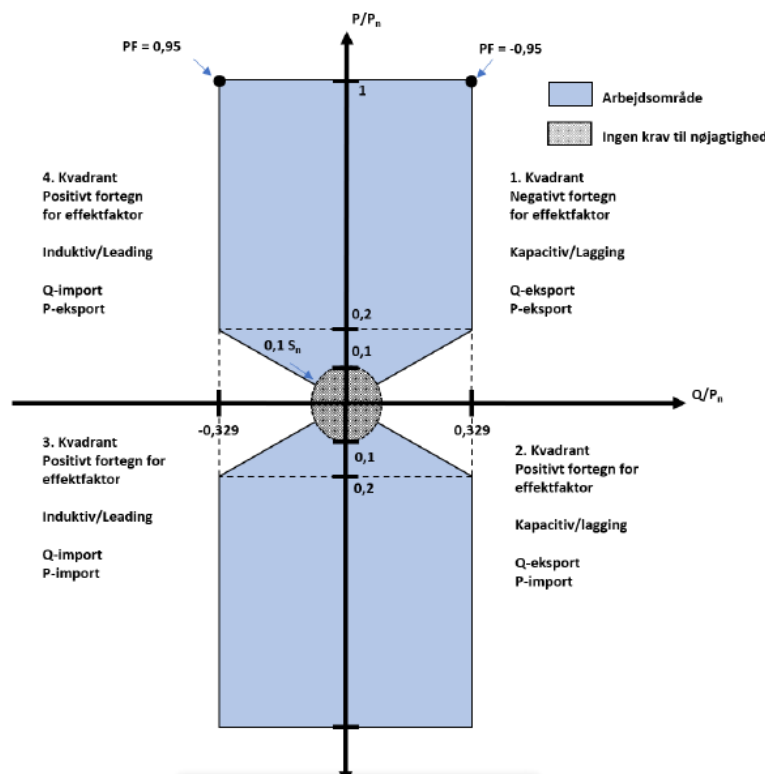
Figur 14 Krav til arbejdsområde for P/P_n .

REAKTIV EFFEKT

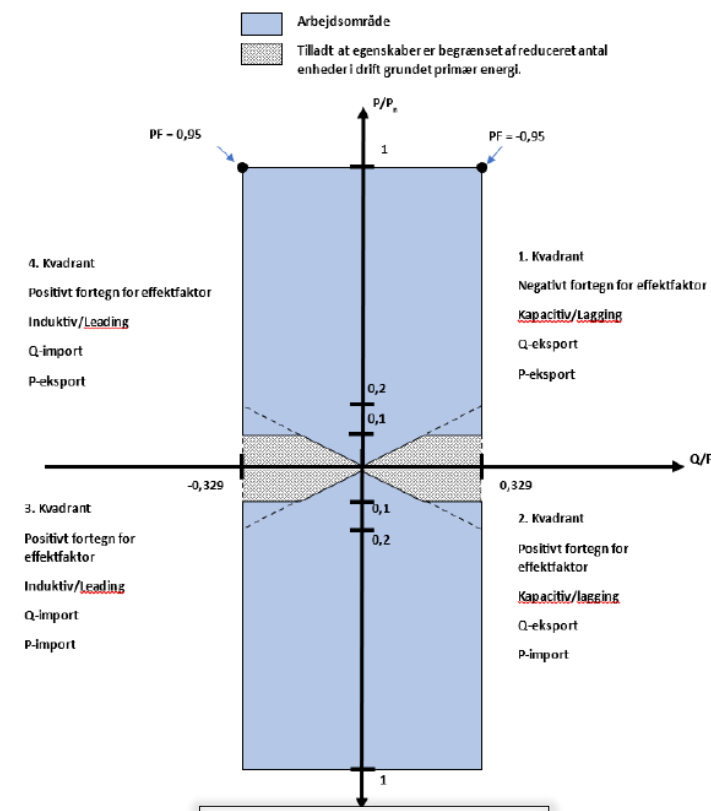
P/Q og U/Q diagrammer er opdateret for anlæg tilsluttet U < 110 kV



Type B, U < 1kV



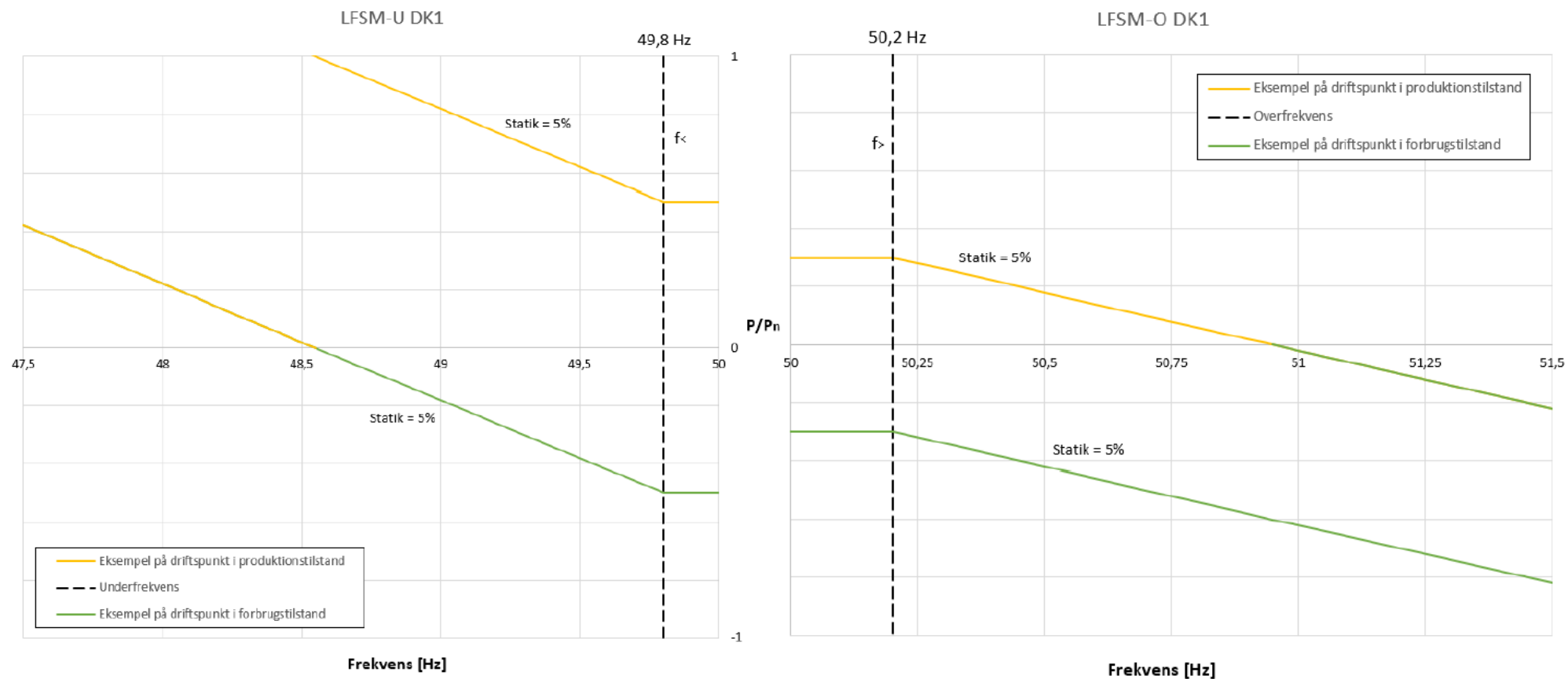
Type B, U > 1kV



Type C og D

LIMITED FREQUENCY SENSITIVITY MODULE

LFSM-O og LFSM-U



OVER VOLTAGE FAULT RIDE THROUGH

OV-FRT

Over voltage Fault ride through introduceres på transmissionstilsluttede energilageranlæg.

Overvoltage Fault-Ride-Through (OV-FRT)

§ 72. Energilageranlæg skal i tilslutningspunktet kunne tolerere en spændingsstigning uden udkobling (OV-FRT), som anført i Tabel 38. Den højeste fase-fase eller fase-jord spænding (effektivværdi) skal anvendes i spændingsevalueringen.

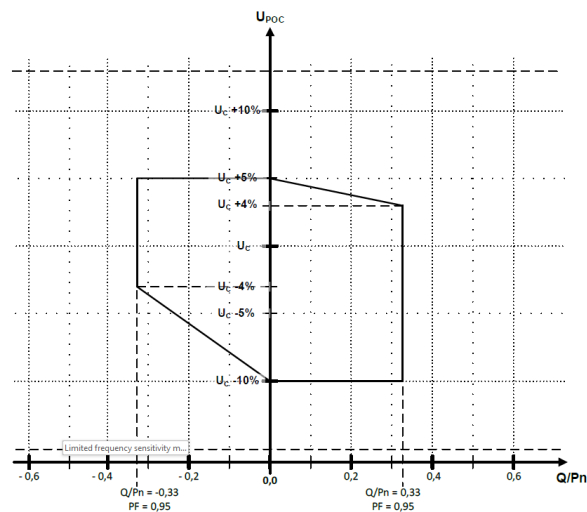
Spænding	Varighed [s]
1,30 pu	0,1
1,20 pu	30

Tabel 38 Krav til OV-FRT.

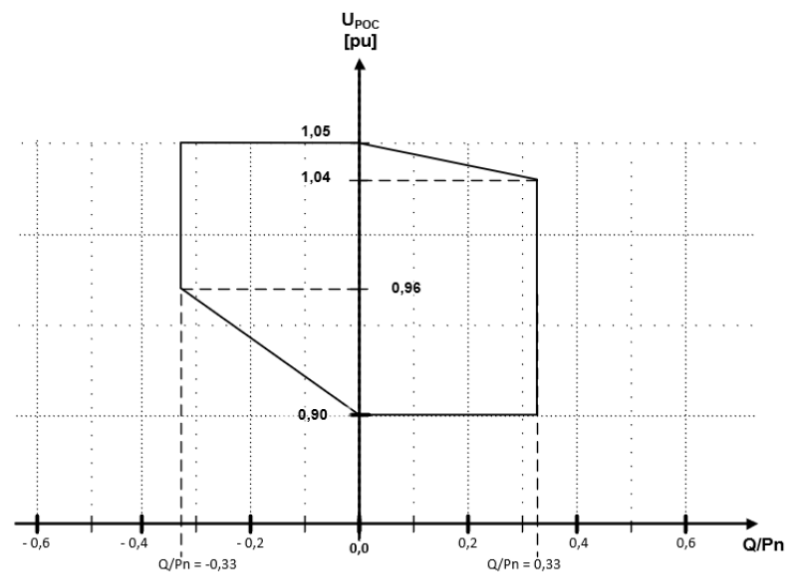
U/Q DIAGRAM

U/Q diagram for transmissionstilsluttet anlæg

- U_c anvendes ikke på transmissionssystemet.
- Spændingen i PoC oplyses i pu.



Figur 36 Krav til levering af reaktiv effekt ved P_{rel} og P_{res} som funktion af spændingen i PoC for energilageranlæg i kategori D tilsluttet transmissionssystemet.



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

+ RESTEN

- Der er meget mere....

SAMPLACERING

For at få det fulde overblik, kan seneste version af Teknisk forskrift 3.3.1 findes på www.energinet.dk.

INTRODUKTION TIL SYSTEMYDELSER

Deltagelse med energilageranlæg

*Camilla Berg Knudsen
ckd@energinet.dk
Systemydelser, Energinet*

AGENDA



- Hvorfor er der behov for balancering af elnettet?
- Kort om jeres baggrund
- Elmarkedets opbygning og systemydelse
- Indtjeningsmuligheder
- LER-krav + scenarier

HAR DU OVERVEJET...

Hvordan fungerer et 100 % VE-baseret elsystem med fluktuerende el-produktion?

Hvorfor spiller fleksibilitet fra både produktion og forbrug en central rolle i den grønne omstilling?

En analogi til motorvejene:

- Kapaciteten er udfordret i myldretiden.
- Hvis du ikke ønsker at sidde fast i trafikken, kan din "fleksibilitet" være at køre på et andet tidspunkt eller bruge toget.

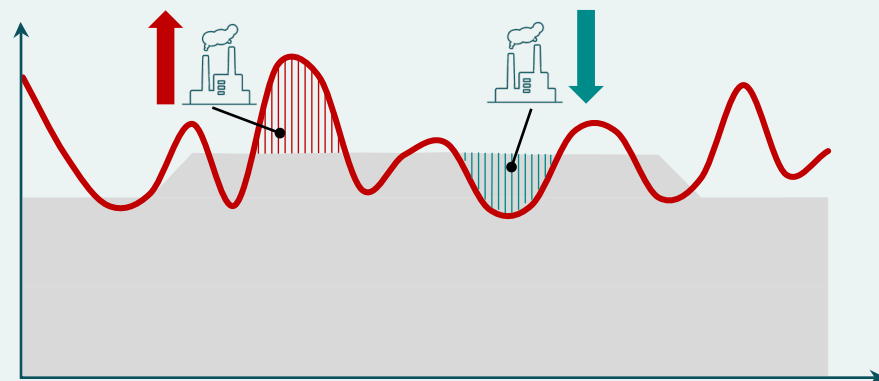


BEHOVET FOR BALANCERING ÆNDRER SIG

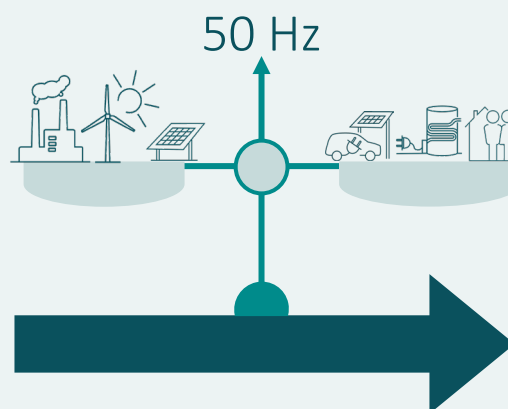
Behovet for balance ændrer sig i takt med, at vi bevæger os væk fra det traditionelle energisystem og hen imod et energisystem baseret på vedvarende energi.

TRADITIONELT SYSTEM

- Traditionelle kraftværker dominerer
- Ufleksibel forbrug
- Høj inert
- Ubalancer forårsaget af afbrydelser og forbrug

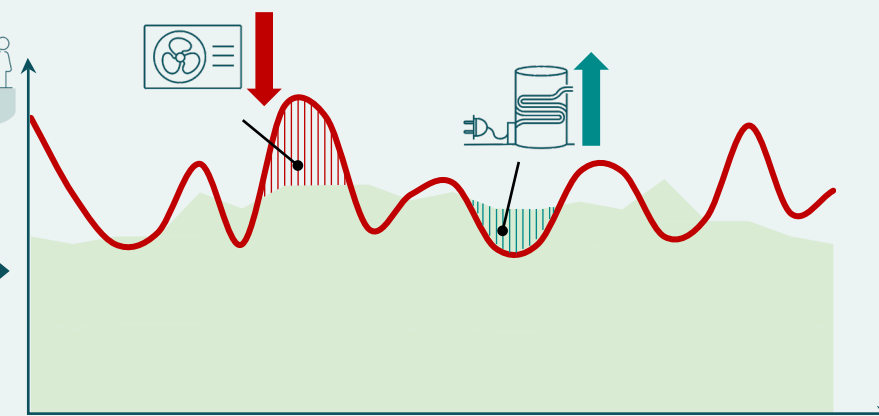


— Produktion — Forbrug



FREMTIDIGE SYSTEM

- Fluktuerende VE-produktion dominerer
- Fleksibel forbrug
- Lav inert
- Ubalancer forårsaget af afbrydelser og prognosefejl

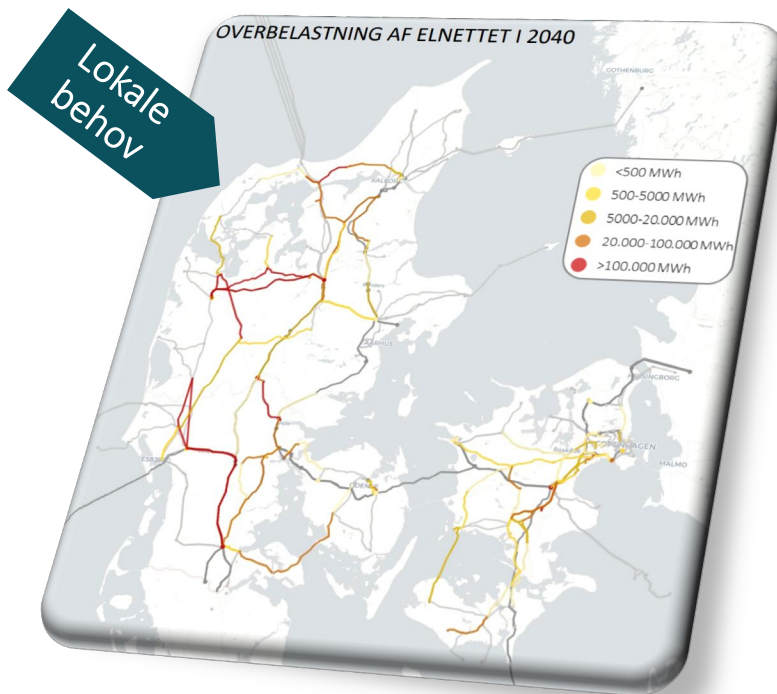
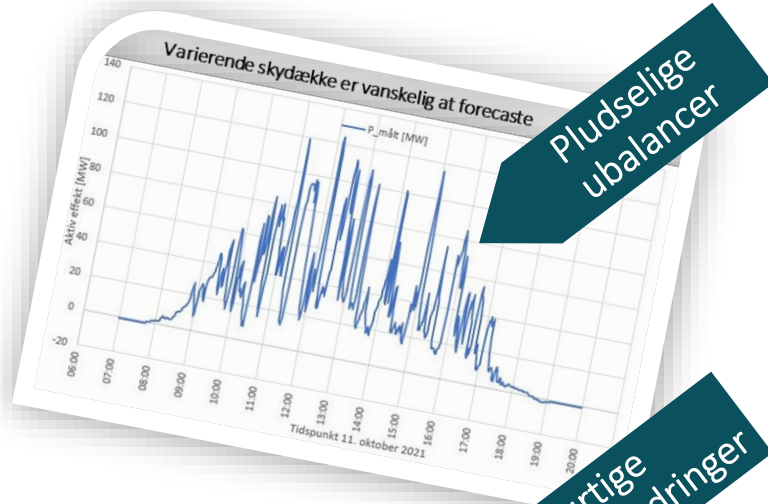
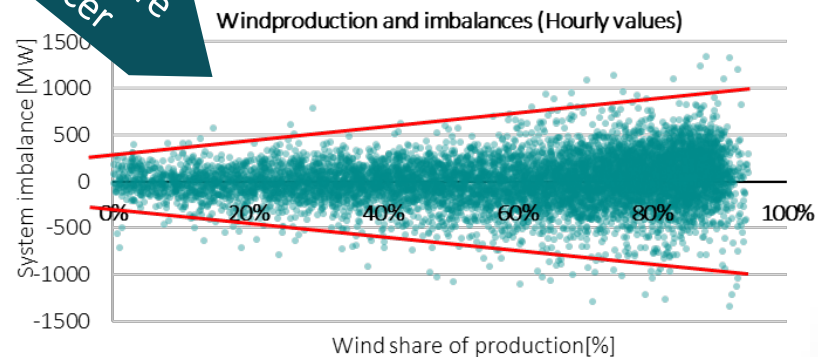


— Produktion — Forbrug

Behovet for balancering stiger med den grønne omstilling



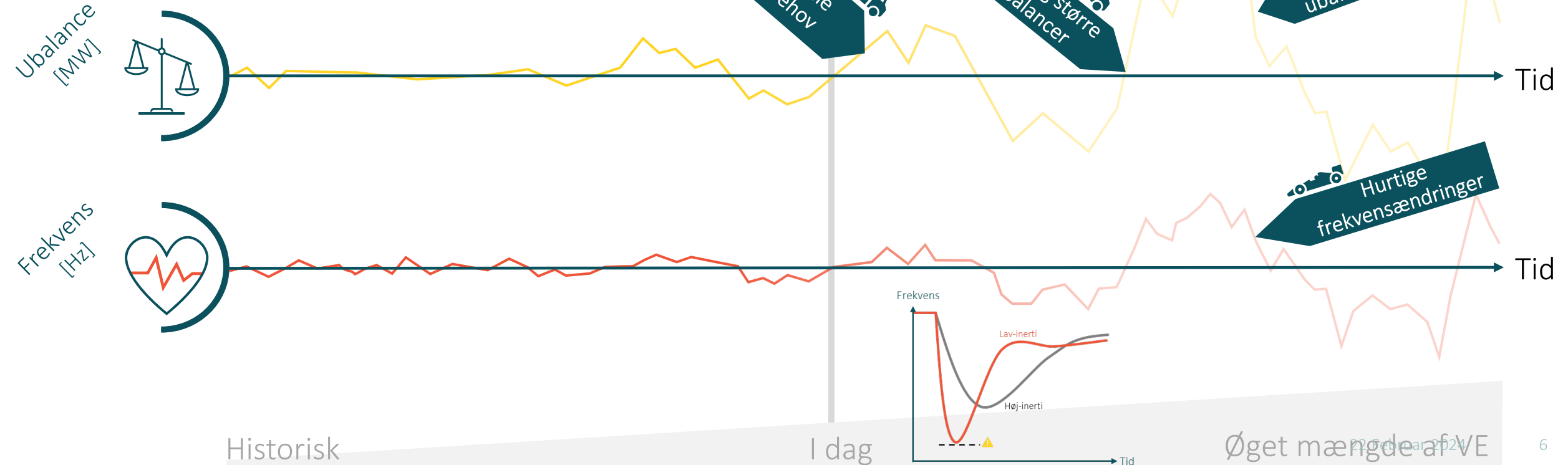
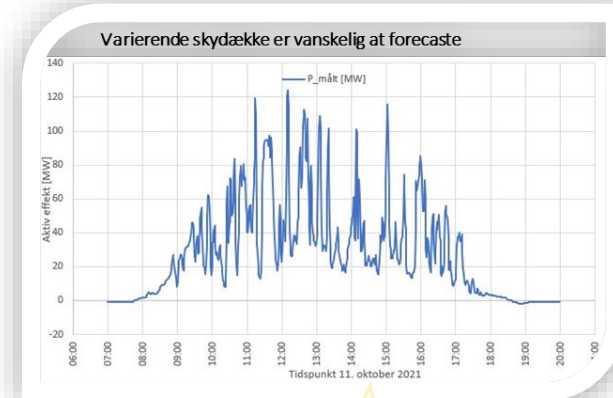
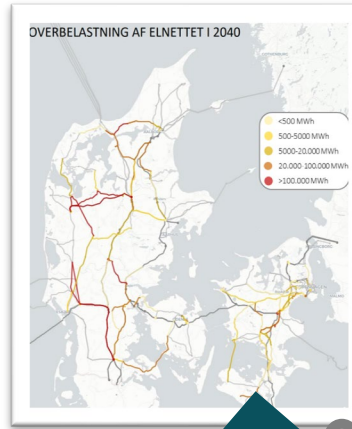
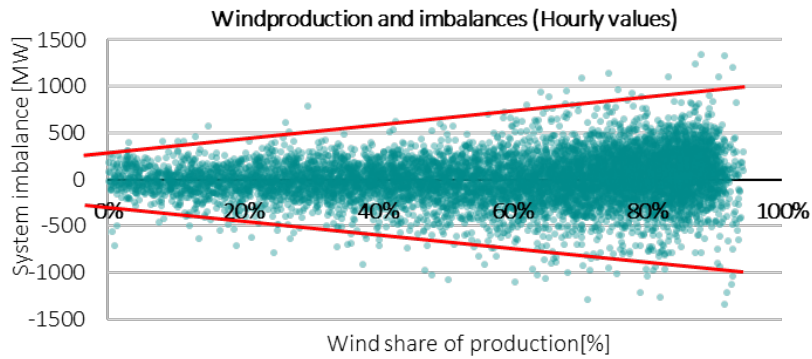
Flere og større ubalancer



Grøn omstilling øger behovet for balancering

- Lav inertie (rotationsenergi) resulterer i mindre tid til at reagere.
- Flere og større ubalancer på grund af prognosefejl.

Behovet for balancering stiger med andel af vedvarende energi



MENTI – KORT OM JERES BAGGRUND

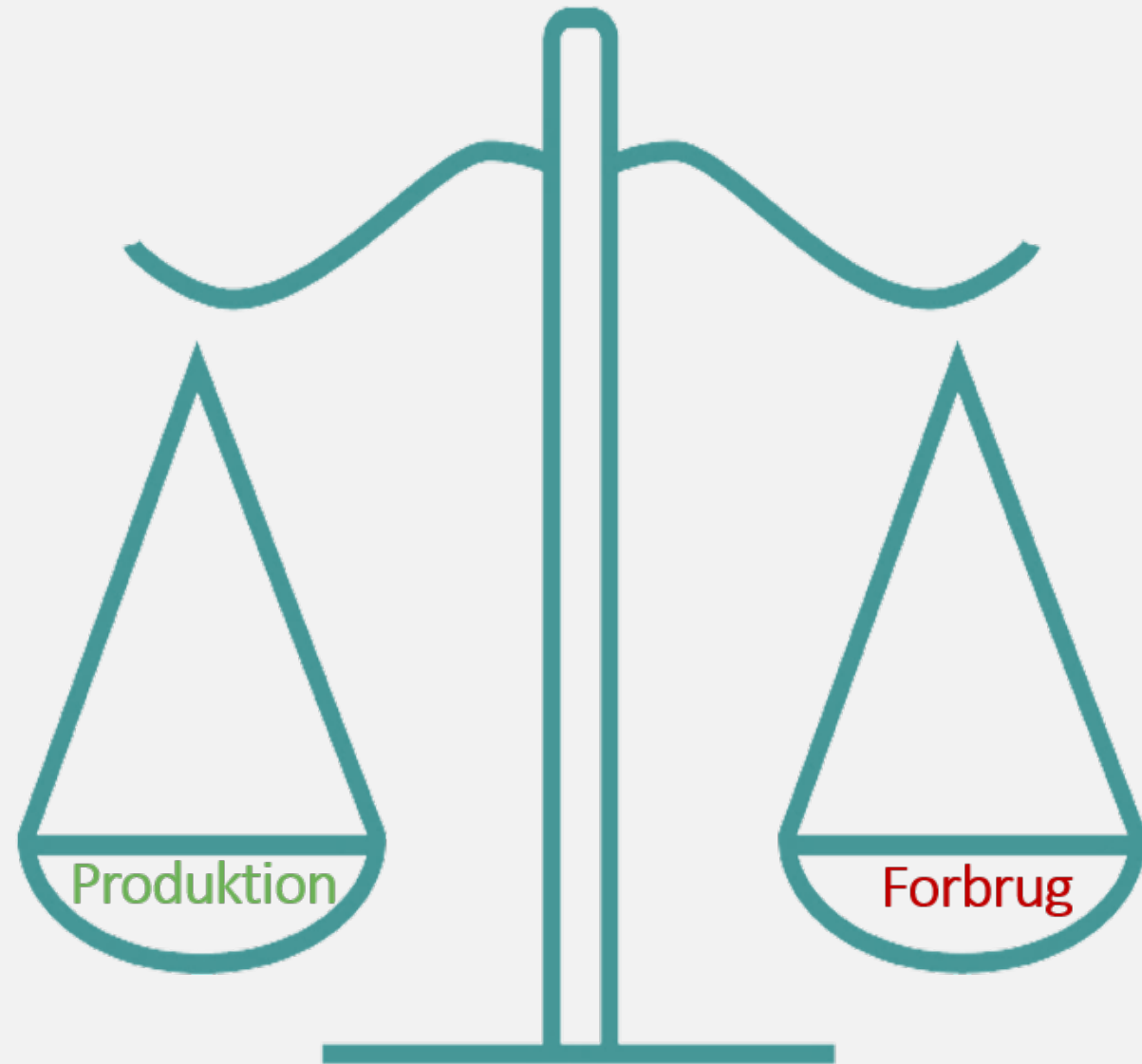


BALANCERING AF SYSTEMET

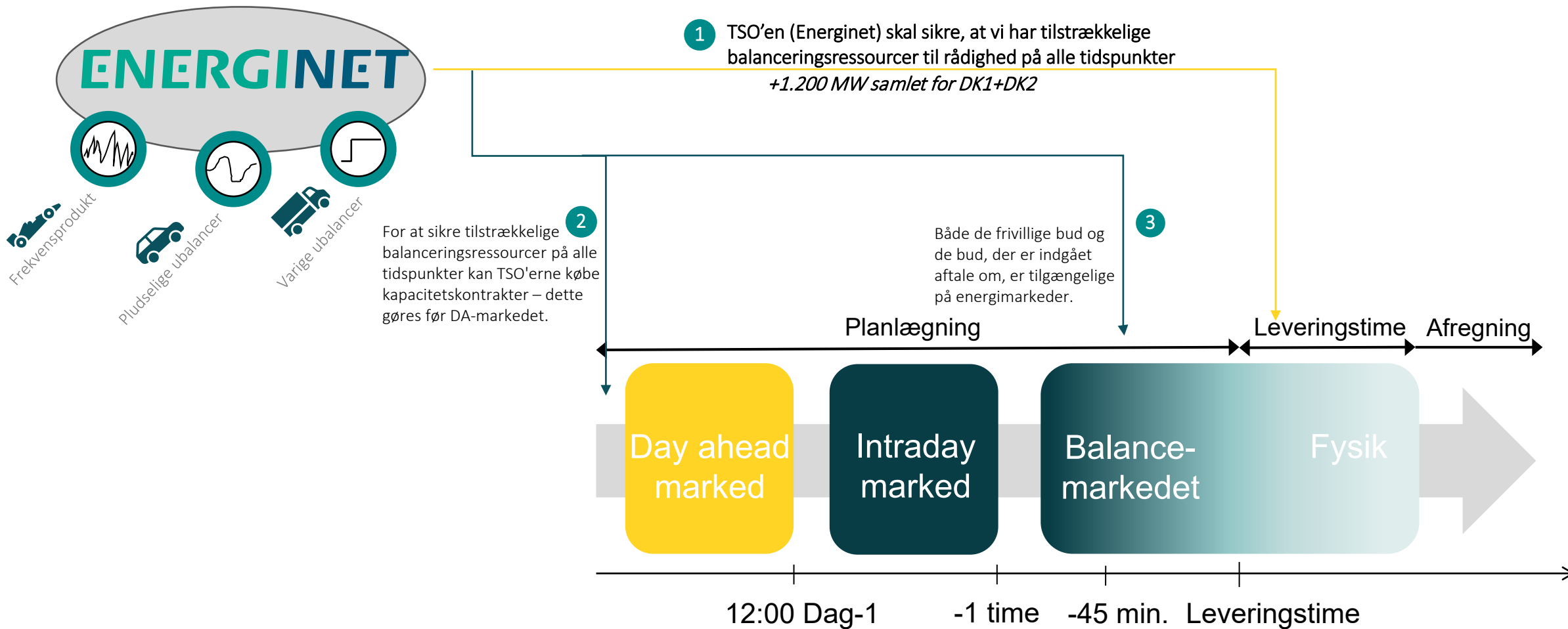
Energinets opgave er bl.a. at balancere elsystemet, dette benyttes systemydelse til.

Overordnet set gøres dette ved, at Energinet betaler nogle for at:

- Forbruge mere eller mindre el
- Producere mere eller mindre el.



HVORDAN SIKRER VI RESSOURCER?



KAPACITETSMARKED VS. ENERGIMARKED

Kapacitetsmarked

(Forsikring/reserve)

Kapacitetsmarkedet kan sammenlignes med en "forsikring", som Energinet køber for at sikre tilstrækkelig balanceringskapacitet tilgængelig, når der opstår ubalancer.

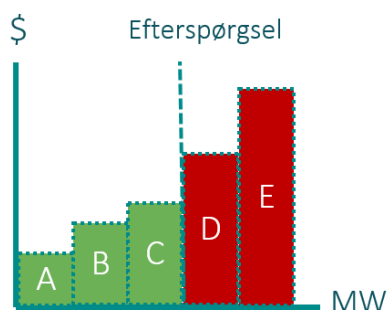
Energimarked

(Aktivering)

Energimarkedet er der, hvor energien aktiveres, når det er nødvendigt.

Frivillige bud

Det er altid muligt at byde på energimarkedet, uanset om man byder på kapacitetsmarkedet eller ej

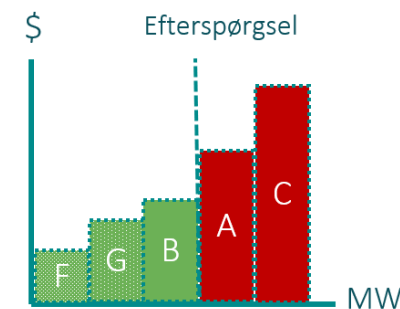


- Accepteret (A,B,C)
- ikke accepteret (D,E)

- Accepterede tilbud (A, B, C) fra kapacitetsmarkedet forpligter sig automatisk til at byde på energimarkedet.
- Prisen fastsættes individuelt for begge markeder

Konklusion:

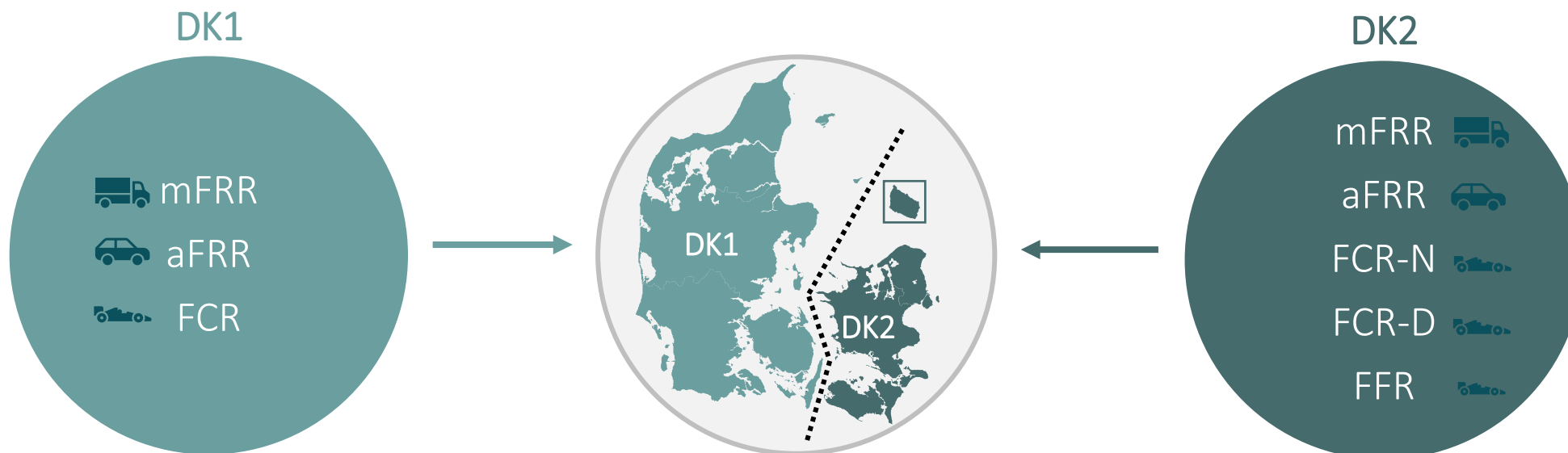
A & C: Kapacitetsbetaling
 B: Kapacitet og energibetaling
 F & G: Energibetaling
 D & E: Ingen betaling



- Accepteret (F,G,B)
- Ikke accepteret (A,C)

OVERSIGT OVER SYSTEMYDELSER I DANMARK

Danmark er delt mellem to **synkronområder**. I hver del findes en budzone, hvor vi indkøber systemydelser til den pågældende region. Det specifikke behov for systemydelser er forskelligt for hvert synkronområde på grund af størrelse, produktionsmix osv.



BALANCERING GENNEM SYSTEMYDELSER (DK1)



FCR (Frequency Containment Reserve)

Stabiliserer automatisk frekvensen og forhindrer frekvensen i at afvige yderligere.



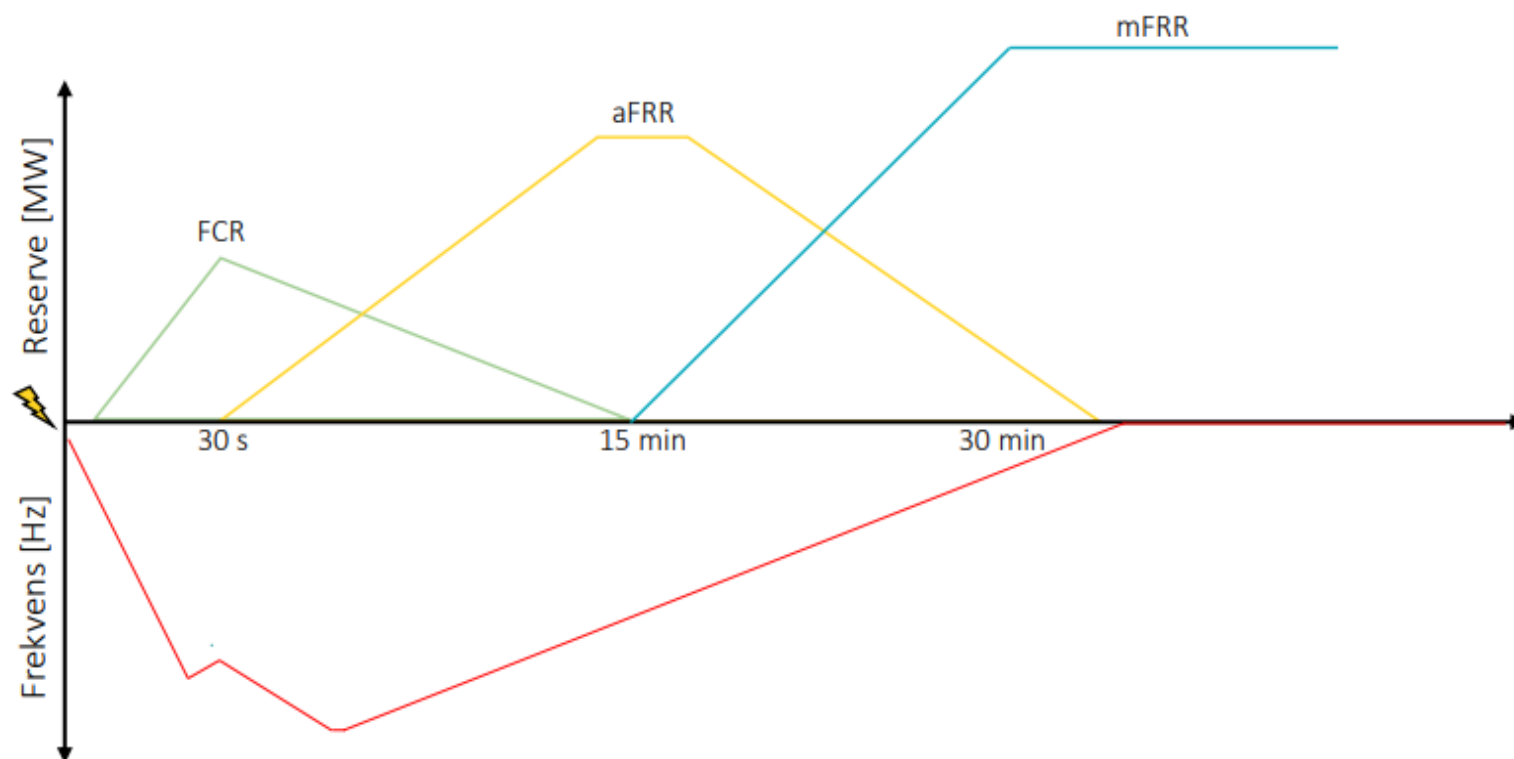
aFRR (Automatic Frequency Restoration Reserve)

Hjælper systemet med at komme sig efter større ubalancer og bringer frekvensen tilbage til 50 Hz, efter at FCR har stabiliseret frekvensen.



mFRR (Manual Frequency Restoration Reserve)

Hjælper systemet med at komme sig efter meget store ubalancer, der ikke stabiliseres af FCR- og aFRR-aktiveringerne.



BALANCERING GENNEM SYSTEMYDELSER (DK2)



FCR (Frequency Containment Reserve)

Stabiliserer automatisk frekvensen og forhindrer frekvensen i at afvige yderligere.



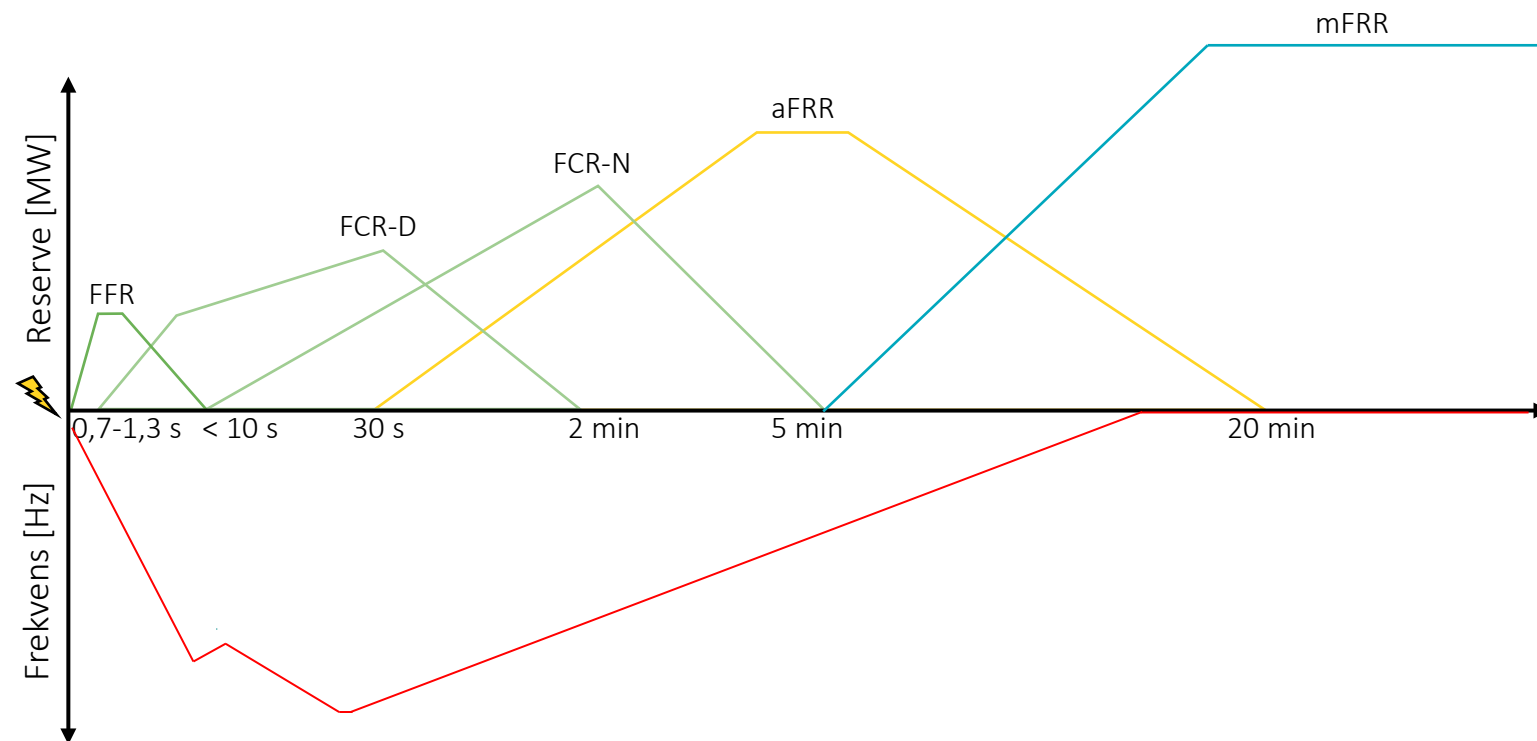
aFRR (Automatic Frequency Restoration Reserve)

Hjælper systemet med at komme sig efter større ubalancer og bringer frekvensen tilbage til 50 Hz, efter at FCR har stabiliseret frekvensen.

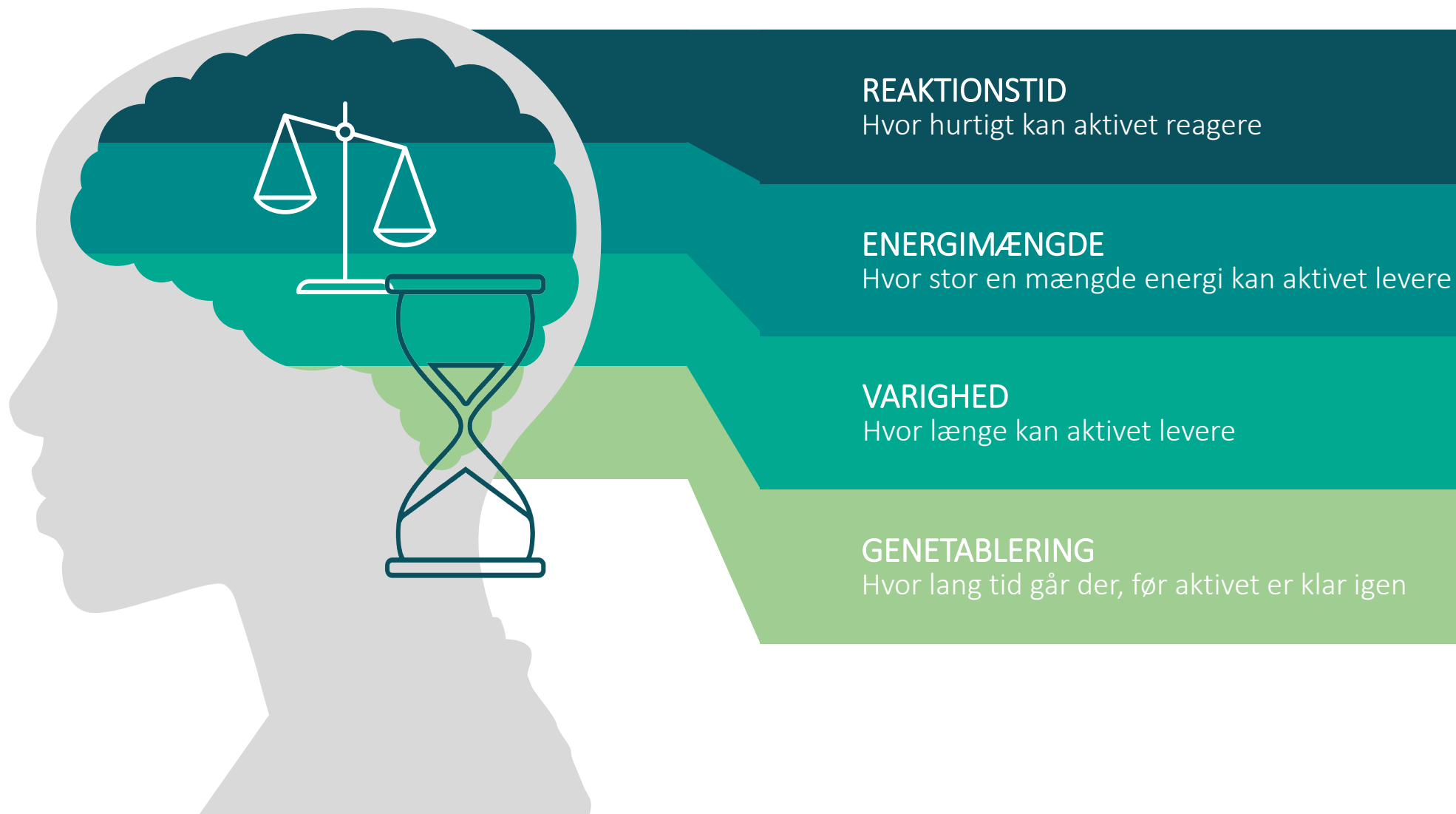


mFRR (Manual Frequency Restoration Reserve)

Hjælper systemet med at komme sig efter meget store ubalancer, der ikke stabiliseres af FCR- og aFRR-aktiveringerne.



SYSTEMYDELSESLEVERANCE MULIGHEDER?





FCR



Prisområde: DK1



Reserve til frekvensstabilisering



Aktiveringstid: >0% inden for 2 sek., >50% inden for 15 sek., 100% inden for 30 sek.



Kontraktperiode: 4 timer



Indkøb: 25 MW (+100) indkøbes dagligt



Minimums budstørrelse: 1 MW



Købes som: Symmetrisk



Kun kapacitetsmarkedet



Prissætning: Marginalprisafregnet



Fælles marked med Centraleuropa



Hvem kan byde: BSP'er og BRP'er



FCR-D / FCR-N



Prisområde: DK2



Reserve til frekvensstabilisering



Aktiveringstid: 86% effekt inden for 7,5 sek. og respons inden for 2,5 sek. / 63% inden for 60 sek.



Kontraktperiode: 1 time / 1 time



Indkøb: 43MW (Nordisk behov: 200 MW) / 18 MW (Nordisk behov: 600 MW)



Minimums budstørrelse: 0,1 MW / 0,1 MW



Købes som: Asymmetrisk / Symmetrisk



Kun kapacitetsmarkedet / Kun kapacitetsmarkedet



Prissætning: Marginalprisafregnet / Marginalprisafregnet



Dansk-svensk marked / Dansk-svensk marked



Hvem kan byde: BSP'er og BRP'er / BRP'er



FFR



Prisområde: DK2



Reserve til frekvensstabilisering



Aktiveringstid: 0,7-1,3 sek.



Kontraktperiode: 1 time



Indkøb: Forudsigelse baseret på ugentligt behov



Minimums budstørrelse: 0,3 MW



Købes som: Asymmetrisk (kun opregulering)



Kun kapacitetsmarkedet



Prissætning: Marginalprisafregnet



Hvem kan byde: BSP'er og BRP'er





AFRR (NOW / FUTURE)



Prisområde: DK1



Automatisk frekvensgenoprettelse



Aktiveringstid: 15 min / 5 min



Kontraktperiode: ugentligt / 1 time



Indkøb: 100 MW



Minimums budstørrelse: 1 MW



Købes som: Symmetrisk / Asymmetrisk



Kun kapacitetsmarked /
Kapacitets- og energimarked



Prissætning: Pay-as-bid /
Marginalprisafregnet



Lokalt marked / Fælles energimarked
med Centraleuropa



Hvem kan byde: BRP'er



AFRR



Prisområde: DK2



Automatisk frekvensgenoprettelse



Aktiveringstid: 5 min



Kontraktperiode: 1 time



Indkøb: 0/38/52 MW*



Minimums budstørrelse: 1 MW



Købes som: Asymmetrisk



Kapacitets og energimarked



Prissætning: Marginalprisafregnet



Nordisk marked



Hvem kan byde: BRP'er



MFRR



Prisområde: DK1 og DK2



Manuel frekvensgendannelse



Aktiveringstid: 15 min



Kontraktperiode: DK1: 1 time/ DK2: 1 time/ 1 måned



Indkøb: 284 MW i DK1 dagligt + 623 MW i DK2 (maks. 60% fra månedsauktionen)



Minimums budstørrelse: 1 MW



Købes som: Asymmetrisk (kun opregulering), Energi: Asymmetrisk



Kapacitets og energimarked



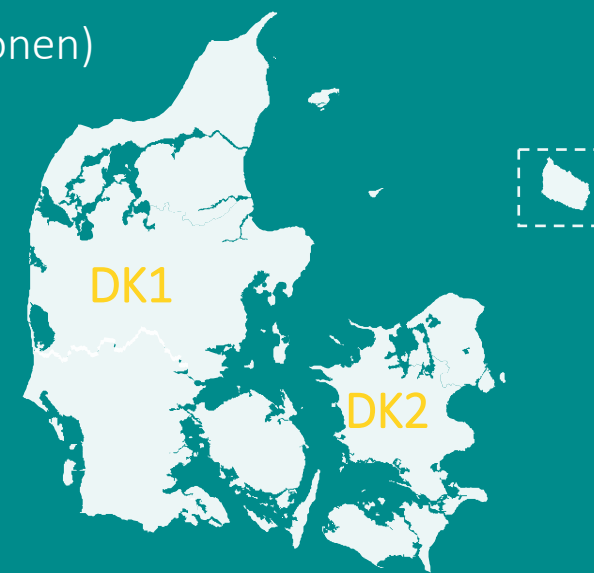
Prissætning: Marginalprisafregnet



Nationalt marked, Energi: nordisk marked








Hvem kan byde: BRP'er





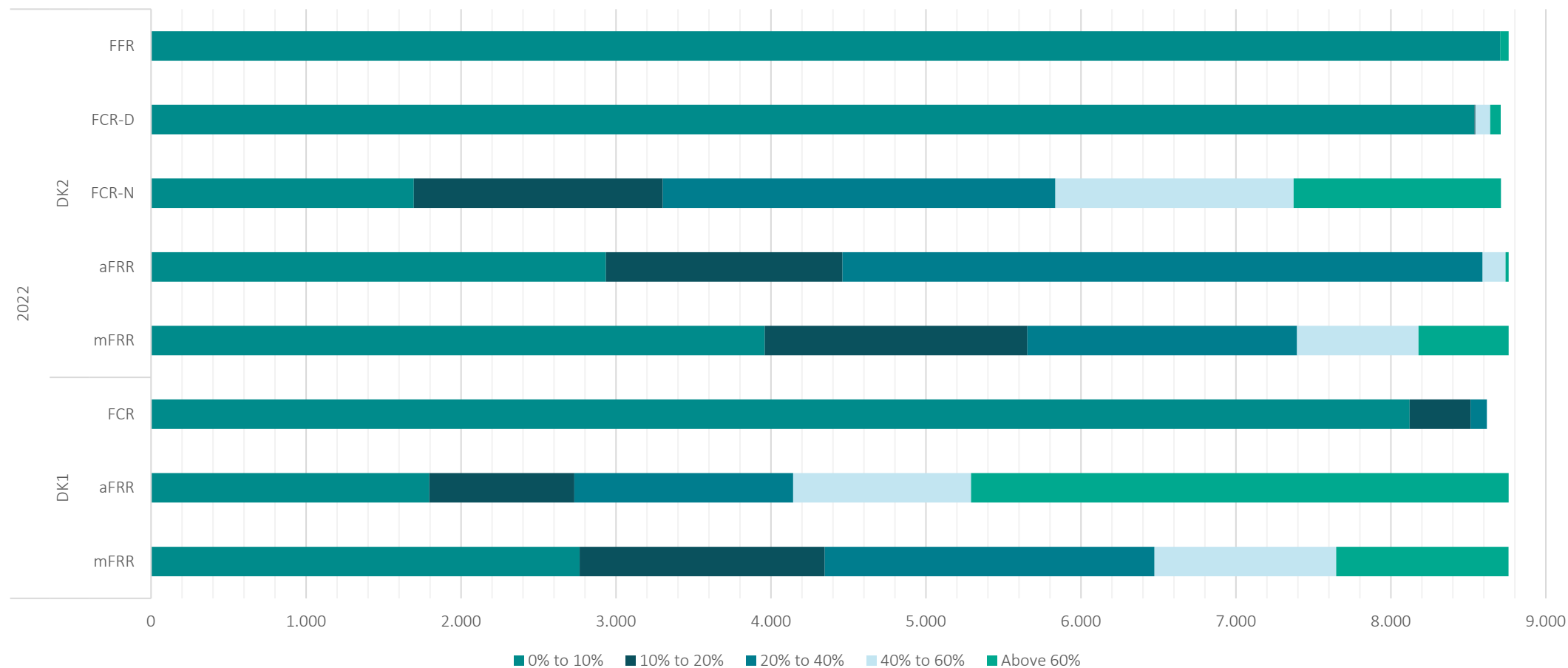
Produkt navn	Frequency Containment Reserve	Automatic Frequency Restoration Reserve	Manual Frequency Restoration Reserve
Funktion	Frekvensstabilisering	Frekvensgenopretning	Balanceudligning
Tekniske specifikationer			
Reaktionstid	30 sekunder	15 minutter	15 minutter
Min. leveringstid	N/A	7 dage	1 time
Max. reetableringstid	Ingen reetableringstid	Ingen reetableringstid	Ingen reetableringstid
Karakteristika for levering	Leverandøren måler selv frekvensen i elnettet og leverer ved frekvensfald/-stigninger	Leverandøren modtager et automatisk signal fra Energinet hvert 4. sekund via Scada system	Leverandøren modtager et manuelt signal fra Energinet ved behov
Load faktor (2021) <i>aktiveret energi ift. solgt kapacitet</i>	0,05 %	Net: ↓12 %	100 %
Markedsspecifikationer			
Min. budstørrelse	1 MW	1 MW	5 MW
Max. budstørrelse	N/A	50 MW	50 MW
Indkøbes som	Op- og nedregulering som et symmetrisk produkt	Op- og nedregulering som et symmetrisk produkt	Opregulering som et asymmetrisk produkt
Kapacitetsmarked	Ja	Ja	Ja
Energiaktiveringsmarked	Nej	Forventes indført i 2024	Ja
Rådighedsbetaling	Marginalprisafregnet	Pay-as-bid afregnet	Marginalprisafregnet
Energiaktiveringsbetaling	Afregnes via ubalanceafregningen	Spotprisen +/- 100 DKK/MWh	Regulerkraftprisen
Kræver leverancen balanceansvar?	Nej	Ja	Ja

DK2	FFR 	FCR-D 	FCR-N 	aFRR 	mFRR 
Produkt navn	Fast Frequency Reserve	Frequency Containment Reserve for Disturbances	Frequency Containment Reserve for Normal operation	Automatic Frequency Restoration Reserve	Manual Frequency Restoration Reserve
Funktion	Frekvensstabilisering	Frekvensstabilisering	Frekvensstabilisering	Frekvensgenopretning	Balanceudligning
Tekniske specifikationer					
Reaktionstid	0,7 – 1,3 sekunder	86% på 7,5 sekunder 3,2 sekunders energi indenfor 7,5 sekunder	63% indenfor 60 sekunder 95% indenfor 3 minutter	5 minutter	15 minutter
Min. leveringstid	5 sekunder	N/A	N/A	1 time	1 time eller 1 måned
Max. reetableringstid	15 minutter	Ingen reetableringstid	Ingen reetableringstid	Ingen reetableringstid	Ingen reetableringstid
Karakteristika for levering	Leverandøren måler selv frekvensen i elnettet og leverer ved frekvensfald	Leverandøren måler selv frekvensen i elnettet og leverer ved frekvensfald/-stigninger	Leverandøren måler selv frekvensen i elnettet og leverer ved frekvensfald/-stigninger	Leverandøren modtager et automatisk signal fra Energinet hvert 4. sekund via Scada system	Leverandøren modtager et manuelt signal fra Energinet ved behov.
Load faktor (2021) <i>aktiveret energi ift. solgt kapacitet</i>	0 %	0,05 %	Net: ↓0,5 %	Net: ↓12 %	100 %
Markedsspecifikationer					
Min. budstørrelse	0,3 MW	0,1 MW	0,1 MW	1 MW	5/1 MW
Max. budstørrelse	N/A	N/A	N/A	50 MW	100/50 MW
Indkøbes som	Opregulering som et asymmetrisk produkt	Opregulering og nedregulering som to asymmetriske produkter	Op- og nedregulering som et symmetrisk produkt	Opregulering og nedregulering som to asymmetriske produkter	Opregulering som et asymmetrisk produkt
Kapacitetsmarked	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Energiaktiveringsmarked	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja
Rådighedsbetaling	Marginalprisafregnet	Marginalprisafregnet	Marginalprisafregnet	Marginalprisafregnet	Marginalprisafregnet
Energiaktiveringsbetaling	Afregnes via ubalanceafregningen	Afregnes via ubalanceafregningen	Regulerkraftprisen for hhv. op- eller nedregulering	Regulerkraftprisen	Regulerkraftprisen
Kræver leverancen balanceansvar?	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja

NYTTIGE LINKS

- Introduktion til Systemydelse – [Introduktionsmateriale, Energinet](#)
- Udbudsbetingelser – [Udbudsbetingelser](#) (Dansk), [Tender conditions, Energinet](#) (Engelsk)
- Prækvalifikationsdokumentet - [Prequalification, Energinet](#)

AKTIVERINGER PÅ SYSTEMYDELSMARKEDERNE



PRÆKVALIFICEREDE ANLÆG - 2023

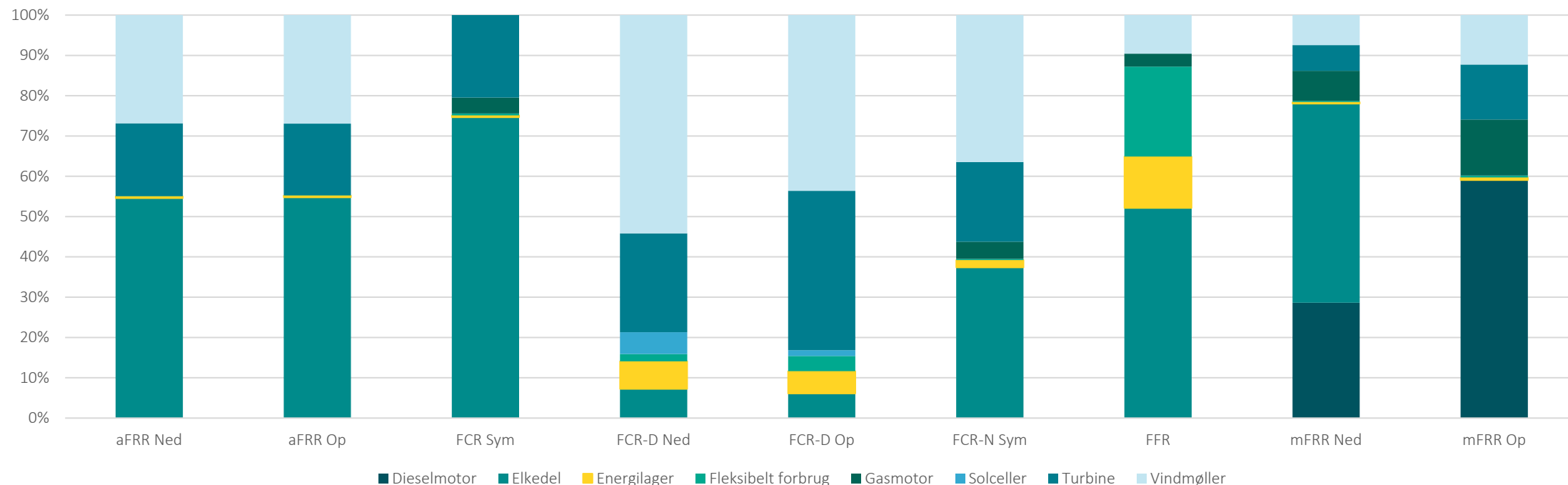
Understående mængder er prækvalificerede anlæg – ikke aktive anlæg

- mFRR leveres i stor stil af fossile anlæg.
- Elkedler kan levere alt, men kan være dyre at anvende.
- Vind, energilagre, elbiler, varmepumper er nye teknologier i systemydelse-regi.

Type	Dieselmotor	Elkedel	Energilager	Fleksibelt forbrug	Gasmotor	Solceller	Turbine	Vindmøller	Total
aFRR Ned	0	610	5	1	0	0	202	300	1.118
aFRR Op	0	610	5	1	0	0	198	300	1.114
aFRR Sym	0	255	3	1	0	0	169	224	651
FCR Ned	14	491	2	2	30	0	157	0	695
FCR Op	14	493	3	13	31	0	160	0	713
FCR Sym	0	321	2	2	17	0	88	0	429
FCR-D Ned	0	20	19	5	0	15	68	150	278
FCR-D Op	0	21	19	13	0	5	136	150	344
FCR-N Ned	1	174	5	1	28	0	78	150	437
FCR-N Op	1	174	5	0	28	0	78	150	436
FCR-N Sym	0	123	6	1	14	0	65	120	329
FFR	0	49	12	21	3	0	0	9	94
mFRR Ned	577	996	8	6	150	0	129	150	2.015
mFRR Op	721	1.238	8	6	170	0	167	150	2.459
Total	1.327	5.573	103	72	472	20	1.693	1.853	11.112

Opgørelse af prækvalificerede mængder (energinet.dk)

Tallene i tabellen er i MW



INDKØB OG PRISER 2023

Produkt	Indkøbt i antal timer	DK-levering Gns. MW	Gns. pris kr./MW/h	Årsbetaling for 1 MW (kr.)
mFRR (DK1) – dag	8760	320	18	160.883
mFRR (DK2) – dag	8760	239	116	1.014.390
mFRR (DK2) – måned	8760	330	94	819.432
aFRR symmetrisk (DK1)	4992	100	828	4.132.752
aFRR opregulering (DK2)	7300	0	213	1.558.026
aFRR nedregulering (DK2)	7300	0	317	2.312.026
FCR symmetrisk (DK1)	8760	2	95	834.003
FCR-N symmetrisk (DK2)	8760	9	494	4.324.463
FCR-D opregulering (DK2)	8760	30	287	2.510.823
FCR-D nedregulering (DK2)	8760	33	526	4.608.031
FFR-opregulering (DK2)	1010	6	947	956.394

1. CHOOSE FILTER

Pricearea

Reaction time

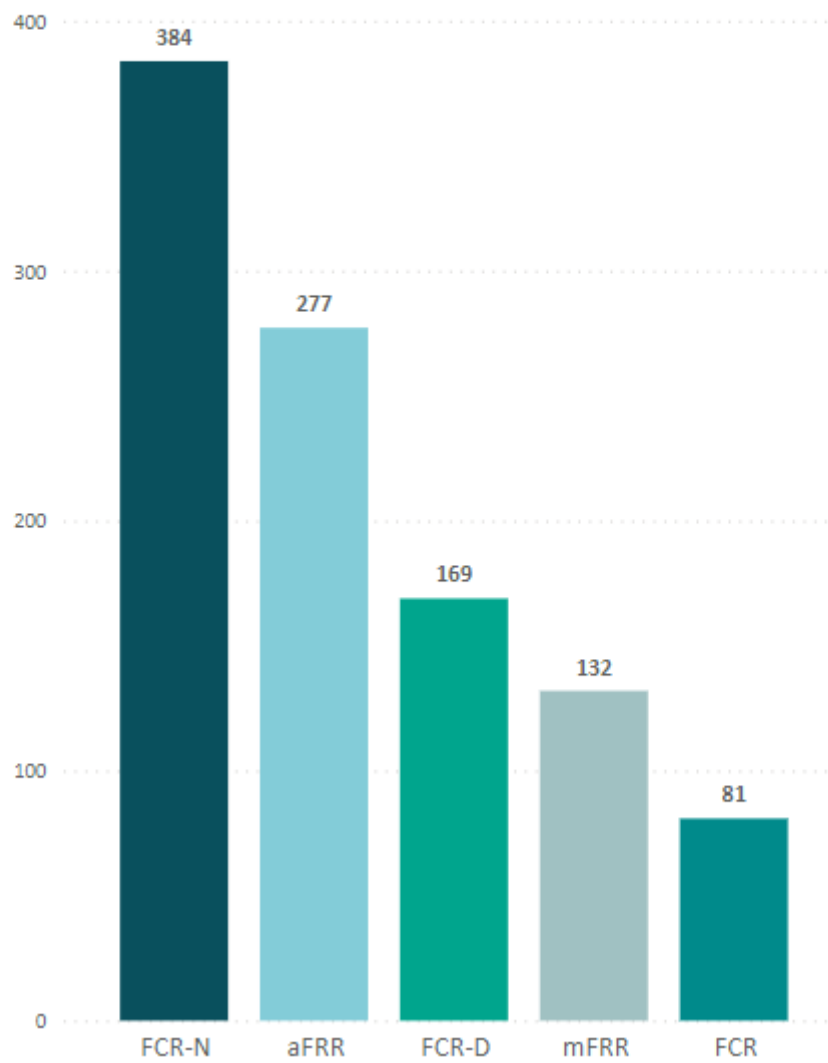
Duration

Direction

2. YOU HAVE THE OPPORTUNITY TO PARTICIPATE HERE
 (Based on input above)

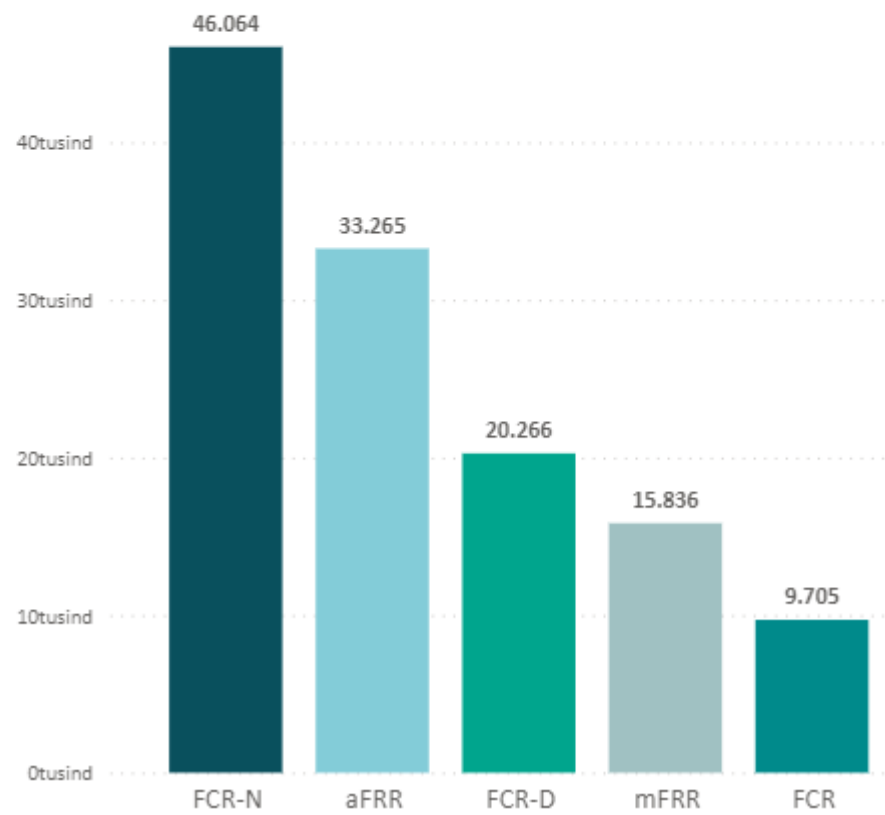
- aFRR
- FCR
- FCR-D
- FCR-N
- FFR
- mFRR

Average price per reserve the last whole month [DKK/MW/Hour]



3. CHOOSE EXPECTED DAILY PARTICIPATION [Hours]

Potential revenue from 1 MW sold the last 30 days based on expected daily participation [DKK/MW]



PAUSE



DEFINITION AF LER-KRAV

Hvad er definitionen af en Limited Energy Reservoir (LER) enhed?

En LER-enhed er en enhed, der ikke kan levere den fulde FCR-leverance i mindst 2 timer i de(n) pågældende reguleringsretning(er).

- **FCR op og ned:** Kræver mindst en 4-timers enhed (symmetrisk produkt).
- **FCR-D op eller ned:** Kræver mindst en 2-timers enhed.
- **FCR-D op og ned:** Kræver mindst en 4-timers enhed.
- **FCR-N:** Kræver mindst en 4-timers enhed (symmetrisk produkt).

Hvis du har et større energilager end dette, kan du undgå alle LER-kravene

EFFEKT OG ENERGIRESERVATIONER (LER-ENHEDER)

Hvis du er kategoriseret som LER-enhed, er der krav til to forskellige energistyrernde systemer.

- Energistyring i normaltilstand (Normal state Energy Management - NEM).
- Energistyring i alarmtilstand (Alert state Energy Management - AEM).

Du skal reservere en del af din effekt og energikapacitet til NEM for at sikre, at LER-enheder har tilstrækkelig energi til rådighed i reservoiret til at aktivere.

	Enhed	FCR	FCR-N	FCR-D op	FCR-D ned
Påkrævet effekt opad (P_{NEM})	[MW]	25 % af den solgte FCR-kapacitet	34 % af den solgte FCR-N-kapacitet	N/A	20% af den solgte FCR-D ned kapacitet
Påkrævet effekt nedad (P_{NEM})	[MW]	25 % af den solgte FCR-kapacitet	34 % af den solgte FCR-N-kapacitet	20% af den solgte FCR-D op kapacitet	N/A
Påkrævet energi opad	[MWh]	24 minutter af den solgte FCR kapacitet	1 time af den solgte FCR-N-kapacitet	20 minutter af den solgte FCR-D kapacitet	
Påkrævet energi nedad	[MWh]	24 minutter af den solgte FCR kapacitet	1 time af den solgte FCR-N-kapacitet		20 minutter af den solgte FCR-D kapacitet

$$\text{FCR: } 1 \text{ MW} \cdot 1,25 = 1,25 \text{ MW}$$

$$\text{FCR-N: } 1 \text{ MW} \cdot 1,34 = 1,34 \text{ MW}$$

$$\text{FCR-D: } 1 \text{ MW} \cdot 1,2 = 1,2 \text{ MW}$$

ENERGI-RESERVATIONSKRAV FOR FCR – 1 MWh

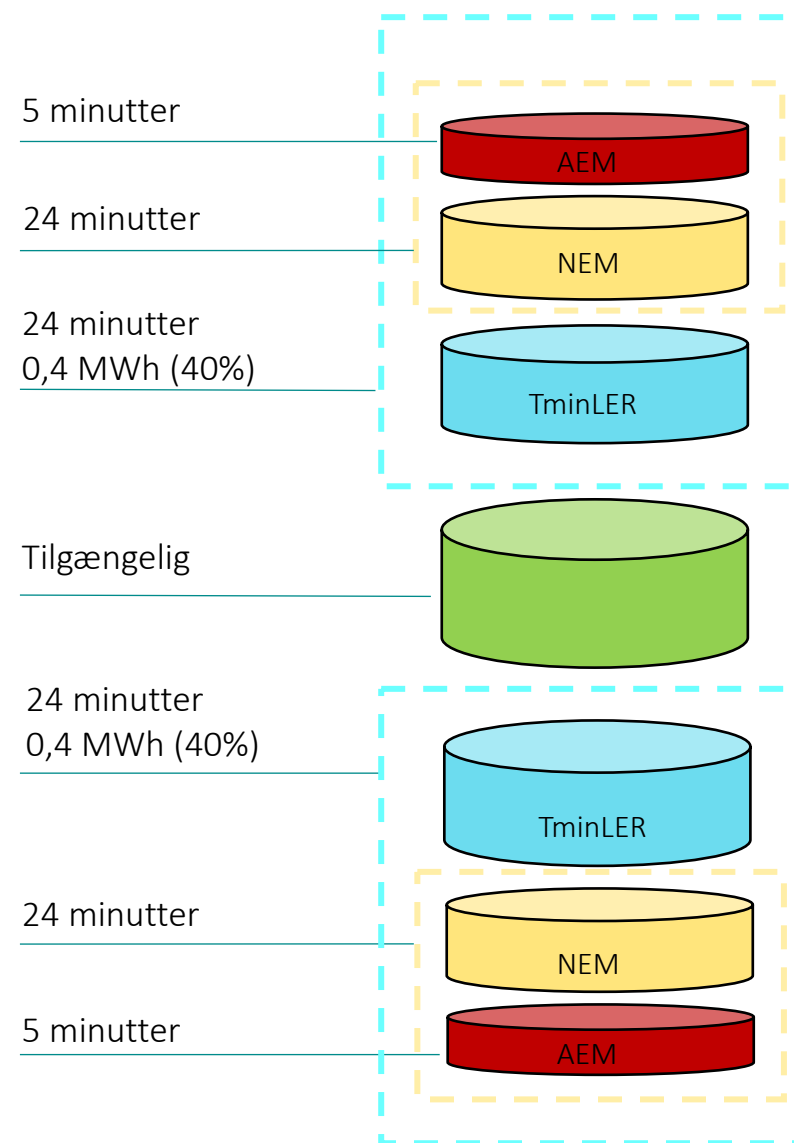
$$\frac{\text{Effekt}}{\text{Energi}} = \frac{1 \text{ MW}}{1 \text{ MW/h}} = 1 \text{ h} = 1 \text{ time}$$

De røde områder er forbeholdt AEM.

Det gule områder er forbeholdt NEM og omfatter AEM.

De blå områder er til TminLER, hvoraf 24 minutter er reserveret til NEM/AEM.

Det grønne område er ekstra råderum og er ikke et krav for at kunne levere.



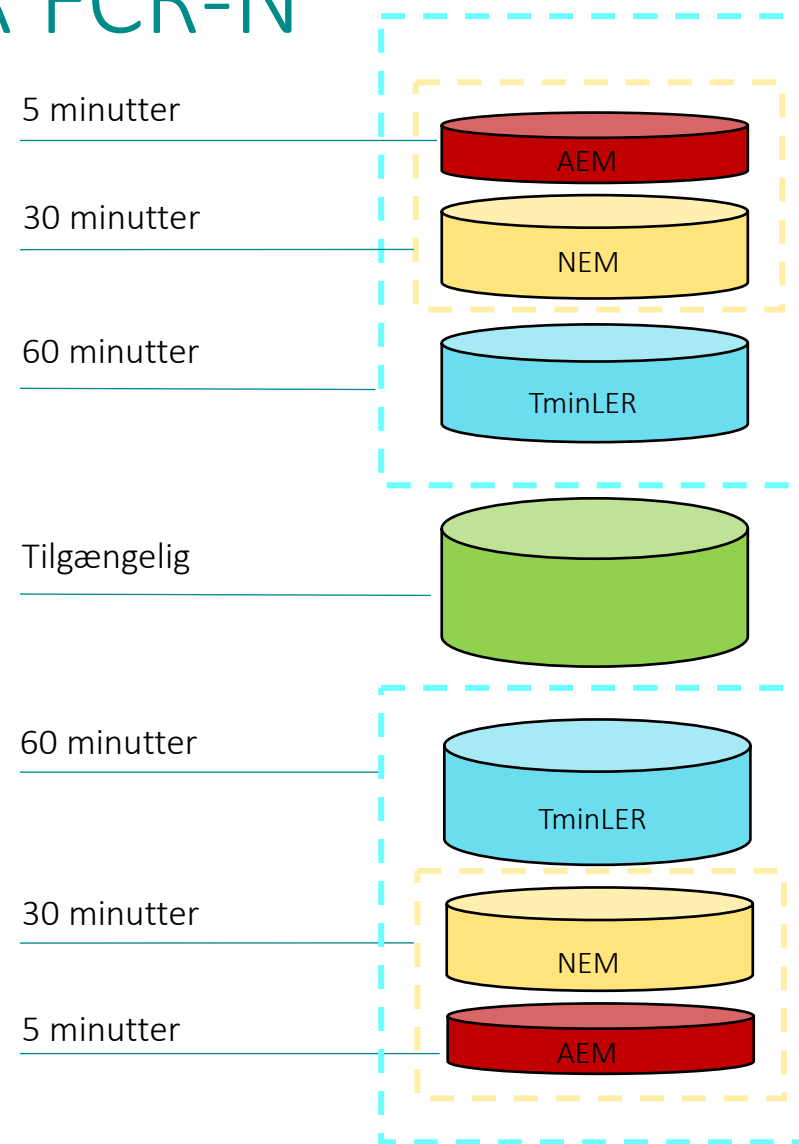
ENERGI-RESERVATIONSKRAV FOR FCR-N

De røde områder er forbeholdt AEM.

Det gule områder er forbeholdt NEM og omfatter AEM.

De blå områder er til TminLER, hvoraf 30 minutter er reserveret til NEM/AEM, mens de resterende 30 minutter er gratis at bruge.

Det grønne område er ekstra råderum og er ikke et krav for at kunne levere.



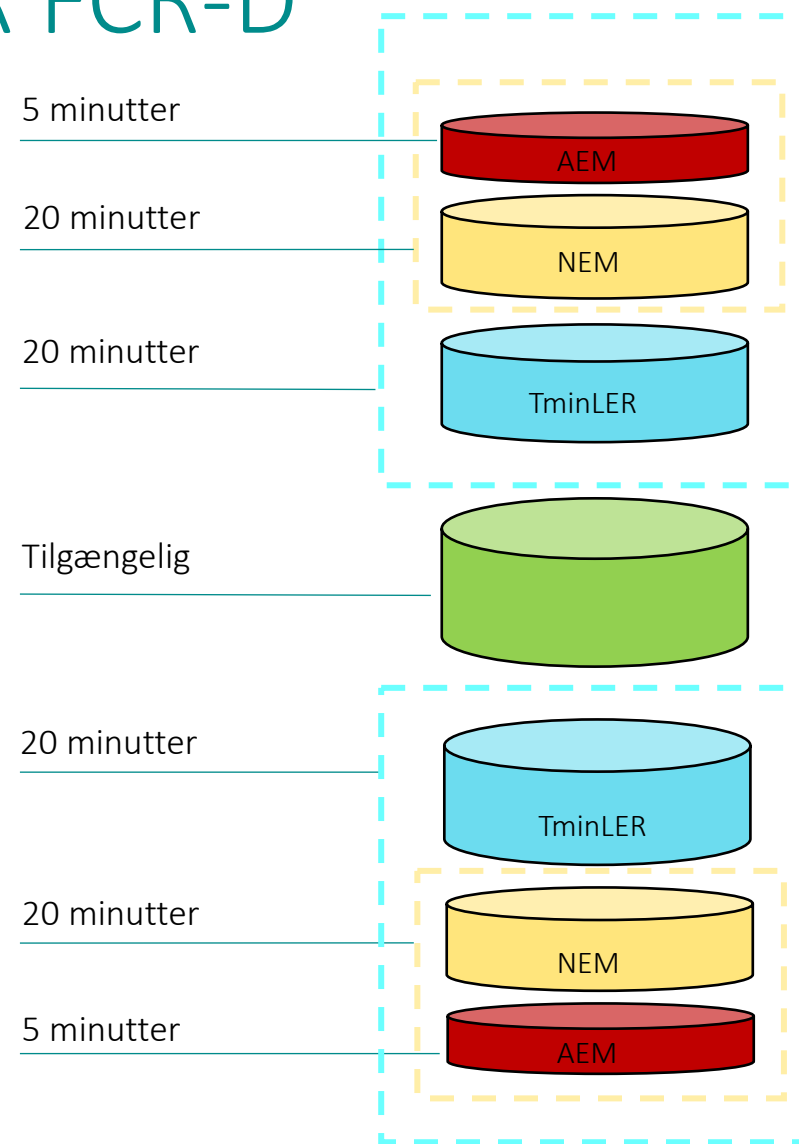
ENERGI-RESERVATIONSKRAV FOR FCR-D

De røde områder er forbeholdt AEM.

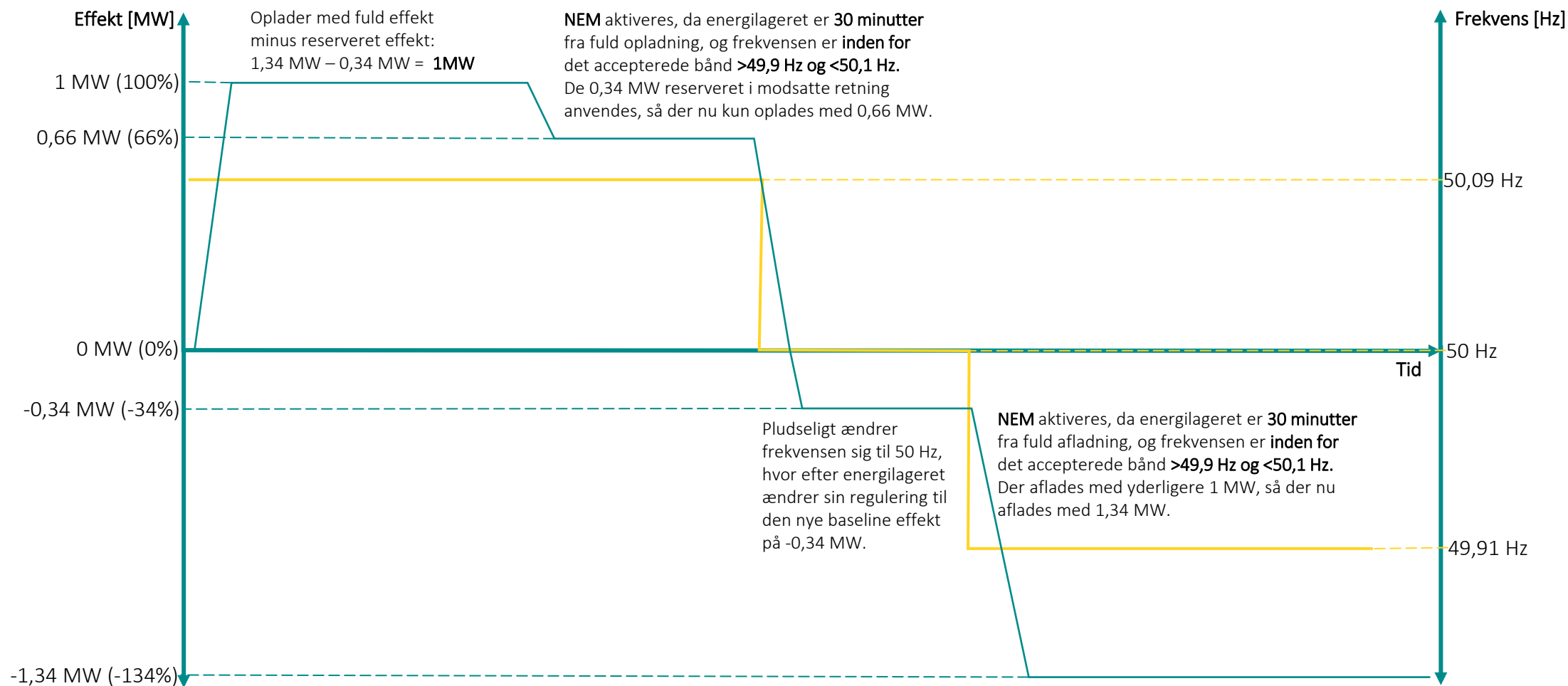
Det gule områder er forbeholdt NEM og omfatter AEM.

De blå områder er til TminLER, hvoraf 20 minutter er reserveret til NEM/AEM.

Det grønne område er ekstra råderum og er ikke et krav for at kunne levere.



FCR-N – 1,34 MW ENERGILAGER



FORSKELLIGE SCENARIER

10 MW/10 MWh

FCR	FCR – N	FCR – D op	FCR – D ned	Brugt effekt opad	Brugt effekt nedad	Brugt energi
0	5	0	0	6,7	6,7	10
0	0	0	10	2	10	3,33
0	0	10	10	12	12	6,66
0	0	8,33	8,33	10	10	5,47
0	4	3	3	8,97	8,97	10
0	0	9	3	9,6	4,8	3,96
8	0	0	0	10	10	6,4

Rød er over grænserne

Gul er på grænsen

Grøn er inden for grænserne

Brugt effekt opad: $5 \text{ MW} \cdot 1,34 = 6,7 \text{ MW}$

Brugt effekt nedad: $5 \text{ MW} \cdot 1,34 = 6,7 \text{ MW}$

Brugt energi $5 \text{ MW} \cdot 2\text{h} = 10 \text{ MWh}$

I kan sende e-mail til APQ@energinet.dk for at få ark til at beregne dette

FORSKELLIGE SCENARIER

10 MW/10 MWh

FCR	FCR – N	FCR – D op	FCR – D ned	Brugt effekt opad	Brugt effekt nedad	Brugt energi
0	5	0	0	6,7	6,7	10
0	0	0	10	2	10	3,33
0	0	10	10	12	12	6,66
0	0	8,33	8,33	10	10	5,47
0	4	3	3	8,97	8,97	10
0	0	9	3	9,6	4,8	3,96
8	0	0	0	10	10	6,4

Rød er over grænserne

Gul er på grænsen

Grøn er inden for grænserne

Brugt effekt opad: $10 \text{ MW} \cdot 0,2 = 2 \text{ MW}$

Brugt effekt nedad: $10 \text{ MW} = 10 \text{ MW}$

Brugt energi $10 \text{ MW} \cdot 1/3\text{h} = 3,33 \text{ MWh}$

I kan sende e-mail til APQ@energinet.dk for at få ark til at beregne dette

FORSKELLIGE SCENARIER

10 MW/10 MWh

FCR	FCR – N	FCR – D op	FCR – D ned	Brugt effekt opad	Brugt effekt nedad	Brugt energi
0	5	0	0	6,7	6,7	10
0	0	0	10	2	10	3,33
0	0	10	10	12	12	6,66
0	0	8,33	8,33	10	10	5,47
0	4	3	3	8,97	8,97	10
0	0	9	3	9,6	4,8	3,96
8	0	0	0	10	10	6,4

Rød er over grænserne

Gul er på grænsen

Grøn er inden for grænserne

Brugt effekt opad: $10 \text{ MW} \cdot 1,2 = 12 \text{ MW}$

Brugt effekt nedad: $10 \text{ MW} \cdot 1,2 = 12 \text{ MW}$

Brugt energi $10 \text{ MW} \cdot 2/3\text{h} = 6,6 \text{ MWh}$

I kan sende e-mail til APQ@energinet.dk for at få ark til at beregne dette

FORSKELLIGE SCENARIER

10 MW/10 MWh

FCR	FCR – N	FCR – D op	FCR – D ned	Brugt effekt opad	Brugt effekt nedad	Brugt energi
0	5	0	0	6,7	6,7	10
0	0	0	10	2	10	3,33
0	0	10	10	12	12	6,66
0	0	8,33	8,33	10	10	5,47
0	4	3	3	8,97	8,97	10
0	0	9	3	9,6	4,8	3,96
8	0	0	0	10	10	6,4

Rød er over grænserne

Gul er på grænsen

Grøn er inden for grænserne

Brugt effekt opad: $8,33 \text{ MW} \cdot 1,2 = 10 \text{ MW}$

Brugt effekt nedad: $8,33 \text{ MW} \cdot 1,2 = 10 \text{ MW}$

Brugt energi $8,33 \text{ MW} \cdot 2/3\text{h} = 5,47 \text{ MWh}$

I kan sende e-mail til APQ@energinet.dk for at få ark til at beregne dette

FORSKELLIGE SCENARIER

10 MW/10 MWh

FCR	FCR – N	FCR – D op	FCR – D ned	Brugt effekt opad	Brugt effekt nedad	Brugt energi
0	5	0	0	6,7	6,7	10
0	0	0	10	2	10	3,33
0	0	10	10	12	12	6,66
0	0	8,33	8,33	10	10	5,47
0	4	3	3	8,97	8,97	10
0	0	9	3	9,6	4,8	3,96
8	0	0	0	10	10	6,4

Rød er over grænserne

Gul er på grænsen

Grøn er inden for grænserne

Brugt effekt opad: $4 \text{ MW} \cdot 1,34 + 3 \text{ MW} \cdot 1,2 = 8,97 \text{ MW}$

Brugt effekt nedad: $4 \text{ MW} \cdot 1,34 + 3 \text{ MW} \cdot 1,2 = 8,97 \text{ MW}$

Brugt energi $4 \text{ MW} \cdot 2\text{h} + 3 \text{ MW} \cdot 2/3\text{h} = 10 \text{ MWh}$

I kan sende e-mail til APQ@energinet.dk for at få ark til at beregne dette

FORSKELLIGE SCENARIER

10 MW/10 MWh

FCR	FCR – N	FCR – D op	FCR – D ned	Brugt effekt opad	Brugt effekt nedad	Brugt energi
0	5	0	0	6,7	6,7	10
0	0	0	10	2	10	3,33
0	0	10	10	12	12	6,66
0	0	8,33	8,33	10	10	5,47
0	4	3	3	8,97	8,97	10
0	0	9	3	9,6	4,8	3,96
8	0	0	0	10	10	6,4

Rød er over grænserne

Gul er på grænsen

Grøn er inden for grænserne

$$\text{Brugt effekt opad: } 9 \text{ MW} + 3 \text{ MW} \cdot 0,2 = 9,6 \text{ MW}$$

$$\text{Brugt effekt nedad: } 3 \text{ MW} + 9 \text{ MW} \cdot 0,2 = 4,8 \text{ MW}$$

$$\text{Brugt energi } 9 \text{ MW} \cdot 1/3\text{h} + 3 \text{ MW} \cdot 1/3\text{h} = 3,96 \text{ MWh}$$

I kan sende e-mail til APQ@energinet.dk for at få ark til at beregne dette

FORSKELLIGE SCENARIER

10 MW/10 MWh

FCR	FCR – N	FCR – D op	FCR – D ned	Brugt effekt opad	Brugt effekt nedad	Brugt energi
0	5	0	0	6,7	6,7	10
0	0	0	10	2	10	3,33
0	0	10	10	12	12	6,66
0	0	8,33	8,33	10	10	5,47
0	4	3	3	8,97	8,97	10
0	0	9	3	9,6	4,8	3,96
8	0	0	0	10	10	6,4

Rød er over grænserne

Gul er på grænsen

Grøn er inden for grænserne

$$\text{Brugt effekt opad: } 8 \text{ MW} \cdot 1,25 = 10 \text{ MW}$$

$$\text{Brugt effekt nedad: } 8 \text{ MW} \cdot 1,25 = 10 \text{ MW}$$

$$\text{Brugt energi } 8 \text{ MW} + 2 \cdot 2/5\text{h} = 6,4 \text{ MWh}$$

I kan sende e-mail til APQ@energinet.dk for at få ark til at beregne dette

BEREGNING AF SCENARIER FRA FOREGÅENDE SLIDE

$$\text{Brugt effekt opad: } 5 \text{ MW} \cdot 1,34 = 6,7 \text{ MW}$$

$$\text{Brugt effekt nedad: } 5 \text{ MW} \cdot 1,34 = 6,7 \text{ MW}$$

$$\text{Brugt energi } 5 \text{ MW} \cdot 2\text{h} = 10 \text{ MWh}$$

$$\text{Brugt effekt opad: } 10 \text{ MW} \cdot 0,2 = 2 \text{ MW}$$

$$\text{Brugt effekt nedad: } 10 \text{ MW} = 10 \text{ MW}$$

$$\text{Brugt energi } 10 \text{ MW} \cdot 1/3\text{h} = 3,33 \text{ MWh}$$

$$\text{Brugt effekt opad: } 10 \text{ MW} \cdot 1,2 = 12 \text{ MW}$$

$$\text{Brugt effekt nedad: } 10 \text{ MW} \cdot 1,2 = 12 \text{ MW}$$

$$\text{Brugt energi } 10 \text{ MW} \cdot 2/3\text{h} = 6,6 \text{ MWh}$$

$$\text{Brugt effekt opad: } 8,33 \text{ MW} \cdot 1,2 = 10 \text{ MW}$$

$$\text{Brugt effekt nedad: } 8,33 \text{ MW} \cdot 1,2 = 10 \text{ MW}$$

$$\text{Brugt energi } 8,33 \text{ MW} \cdot 2/3\text{h} = 5,47 \text{ MWh}$$

$$\text{Brugt effekt opad: } 4 \text{ MW} \cdot 1,34 + 3 \text{ MW} \cdot 1,2 = 8,97 \text{ MW}$$

$$\text{Brugt effekt nedad: } 4 \text{ MW} \cdot 1,34 + 3 \text{ MW} \cdot 1,2 = 8,97 \text{ MW}$$

$$\text{Brugt energi } 4 \text{ MW} \cdot 2\text{h} + 3 \text{ MW} \cdot 2/3\text{h} = 10 \text{ MWh}$$

$$\text{Brugt effekt opad: } 9 \text{ MW} + 3 \text{ MW} \cdot 0,2 = 9,6 \text{ MW}$$

$$\text{Brugt effekt nedad: } 3 \text{ MW} + 9 \text{ MW} \cdot 0,2 = 4,8 \text{ MW}$$

$$\text{Brugt energi } 9 \text{ MW} \cdot 1/3\text{h} + 3 \text{ MW} \cdot 1/3\text{h} = 3,96 \text{ MWh}$$

$$\text{Brugt effekt opad: } 8 \text{ MW} \cdot 1,25 = 10 \text{ MW}$$

$$\text{Brugt effekt nedad: } 8 \text{ MW} \cdot 1,25 = 10 \text{ MW}$$

$$\text{Brugt energi } 8 \text{ MW} + 2 \cdot 2/5\text{h} = 6,4 \text{ MWh}$$

SPØRGSMAÅL

