

NOTAT

SYSTEMKRITISKE EGENSKABER - PERSPEKTIVERING FREM TIL 2030

Indhold

1. Introduktion	3
1.1 Overvejelse om øget markedsgørelse af systemydelser som fx ikke- frekvensrelaterede systembærende ydelser	3
2. Spændingsregulering i statisk tilstand	3
3. Hurtig tilførsel af reaktiv effekt	4
4. Inerti for stabilitet i lokale net	5
5. Kortslutningsstrøm (Kortslutningseffekt)	5
6. Systemgenoprettelseskapacitet	5
7. Ødriftkapacitet	6

1. Introduktion

Dette notat beskriver Energinets rationale for det videre arbejde med markedsførelse af ikke-frekvensrelaterede systembærende ydelser (IFSY). Redegørelsen er bygget op omkring en beskrivelse af "As-is" samt behov og potentialet for markedsførelse frem mod 2030.

Der redegøres i det følgende for nedenstående IFSY forelagt af Energistyrelsen:

1. Spændingsregulering i statisk tilstand
2. Hurtig tilførsel af reaktiv effekt
3. Inerti for stabilitet i lokale net
4. Kortslutningsstrøm
5. Systemgenoprettelseskapacitet
6. Ødriftkapacitet

Non frekvens ydelse	Markedsgjort/udbud som nu	Forudsætninger for markeds-gjort/udbud/afregning i fremtiden
Spændingsregulering i statisk tilstand	Ikke markedsgjort	Begrænset potentiale
Hurtig tilførsel af reaktiv effekt	Ikke markedsgjort	Ekstremt begrænset potentiale
Kortslutningsstrøm		
Inerti for stabilitet i lokale net	Er delvist markedsgjort i DK2 (FFR) ¹	Godt potentiale (også i DK1), men det er internationalt proces
Systemgenoprettelseskapacitet	Er markedsgjort	Fortsat markedsgjort
Ødriftkapacitet	Er markedsgjort	Fortsat markedsgjort

Tabel 1 Overblik over status og fremtidige potentialer for markedsførelse af IFSY

1.1 Overvejelse om øget markedsførelse af systemydelser som fx ikke-frekvensrelaterede systembærende ydelser

Ved overvejelse om markedsførelse af ydelser mener Energinet, at den samfundsøkonomiske værdiskabelse ved markedsførelse skal overstige transaktionsomkostningerne ved markedsførelsen.

Det understreges, at Energinet i forvejen har markedsgjort adskillige systemydelser som beskrevet i Behovsvurdering for systemydelser 2021². Energinet har prioriteret at markedsføre de systemydelser, hvor forudsætninger for velfungerende markeder har været størst vurderet ud fra bl.a. de teoretiske betingelser for "Perfect competition"³, herunder mange købere og sælgere, få entry-barrierer og homogene produkter. Ingen markeder lever formentlig fuldt op til punkterne. Flere af IFSY'erne opfylder måske kun 1 eller 2 af de teoretiske betingelser for "Perfect competition", og så vil det være meget svært og formentlig umuligt at lave velfungerende markeder.

2. Spændingsregulering i statisk tilstand

Der skal bemærkes, at spændingsregulering i statisk tilstand skelner sig fra kontinuert spændingsregulering i steady state. Kontinuert spændingsregulering er dynamisk i sin natur og leveres af komponenter, som har indbygget reguleringsmekanismer, hvor bidraget justeres kontinuert på baggrund af et indstillet referencepunkt. Spændingsregulering i statisk tilstand er statisk i sin natur, hvor bidrag til spændingsregulering er diskret i form af trinvis kobling af passive komponenter. Spændingsregulering i statisk tilstand kan også udføres af komponenter med reguleringsmekanismer (fx

¹ <https://forsyningstilsynet.dk/el/afgoerelser/forsyningstilsynets-afgoerelse-om-energinets-vilkaar-og-betingelser-for-udbud-af-ffr-i-dk2>

² [Implementering af ny elforsyningslov - markedsførelse og behovsvurdering | Energinet](#)

³ Se fx her: https://en.wikipedia.org/wiki/Perfect_competition

synkronkompensator). Disse er dog foretrukket anvendt til kontinuert spændingsregulering. Levering af både kontinuert og statisk spændingsregulering er ikke muligt samtidig. Flere detaljer om kontinuert spændingsregulering kan findes i Behovsvurdering for systemydelse 2021. Dette afsnit fokuserer på spændingsregulering i statisk tilstand.

As is:

Spændingsregulering i statisk tilstand leveres som udgangspunkt af integrerede netkomponenter, herunder reaktorer, HVDC-filtre (kondensatorer) samt ved anvendelse af viklingskoblere på transformerne. Ved netmangel kan synkronkompensatorerne og VSC-HVDC-udlandsforbindelserne anvendes.

Behov frem mod 2030:

Ydelsen vil fortsat blive leveret af integrerede netkomponenter. Der kan opstå situationer, hvor der ikke er tilstrækkeligt kompensationsudstyr til rådighed grundet havari, forsinkelse under netudbygning eller ved revision. Under disse forhold kan det være en mulighed, at produktions-, lager- og forbrugsanlæg ville kunne bidrage til statisk spændingsregulering. Ydelsen er dog både geografisk og nettopologi afhængig, hvorfor der vil være et begrænset udbud af ydelsen. En markedsføring i form af et åbent marked vil derfor være meget svært at lave. Der kan potentielt anvendes en direkte afregning til den pågældende aktør.

3. Hurtig tilførsel af reaktiv effekt

As is:

Krav til hurtig tilførsel af reaktiv effekt (strøm) under fejlforløb i elsystemet er fastlagt i netregel "krav til Nettilslutning for Produktionsanlæg" (NC RfG) for produktionsanlæg og i netregel for "Tilslutning af Transmissionssystemer med Højspændingsjævnstrøm og Jævnstrømsforbundne Elproducerende Anlæg" (NC HVDC) for VSC-HVDC-forbindelser.

Ved observation af utilstrækkelig levering af hurtig reaktiv effekt under fejl af integrerede netkomponent(er) med systembærende egenskaber (SBE) (fx synkronkompensatorer og VSC-HVDC), som ellers ikke kan løses ved ændring af nettopologien, fremskaffes dette behov gennem udbud for kommercielle enheder med SBE. Typisk vil der være enkelte leverandører, som kan opfylde behov på grund af geografisk afhængighed, og dette behov opstår kun under netfejl eller kritiske revisioner, idet behovet ellers er dækket af integreret netkomponenter.

Det er ikke muligt for aktørerne at levere reaktiv effekt i en bestemt mængde i fejlstedet, da dette afhænger af bl.a. geografi og nettopologi, som aktøren ikke kan påvirke og derfor ikke garantere. Tilførslen af reaktiv effekt er ganske kortvarig under spændingsdyk (typisk en varighed af 0,1-1 sek.) og vanskelig at opgøre via måling og dermed vanskelig at afregne. Hurtig tilførsel af reaktiv effekt er derfor ikke egnet som særskilt markedsprodukt.

Behov frem mod 2030:

Med udgangspunkt i ovenstående har Energinet ingen overvejelser om at markedsføre hurtig tilførsel af reaktiv effekt. Grundet planlagte forstærkninger af nettet herunder udlandsforbindelser, yderligere tilslutning af VSC-HVDC-forbindelser samt transmissionstilsluttede elproducerende anlæg, som leverer hurtig tilførsel af reaktiv effekt, forventes det fremtidige behov at blive dækket.

4. Inerti for stabilitet i lokale net

As is:

Mængden af inert i et synkronområde er reguleret internationalt. I Norden er situationer med lav inert i efter 2020 håndteret ved anvendelse af hurtige reserver (FFR)⁴. Grundet den høje binding med centrale kraftværker i det kontinentale synkronområde, er der ingen udfordringer med lav inert i.

Behov frem mod 2030:

På grund af gradvis udfasning af store centrale kraftværker og en stigning i andelen af inverterbaserede produktionsanlæg, kan der opstå et antal timer med lav inert i i det kontinentale synkronområde og i Norden. For at håndtere disse perioder forventes det, at der anvendes både hurtige reserver samt syntetisk inert i leveret af inverterbaserede anlæg. Udover pilotprojekter findes der i dag ingen praktisk anvendelse af syntetisk inert i. Omfattende modeldannelse og udførsel af omfattende systemstudier er nødvendige for at forstå indvirkningen af syntetisk inert i på systemniveau. Herunder kan blandt andet nævnes, hvordan levering af syntetisk inert i distribueres på tværs af synkronområdet.

Inert i egner sig bedre til at blive markedsgjort end mange andre systemkritiske egenskaber, da leveringen ikke er geografisk begrænset på samme måde som mange andre systemkritiske egenskaber. Inert i i synkronområderne forventes fortsat at blive reguleret internationalt. Mulighed for markedsføring, eller om hvorvidt der skal stilles tekniske krav i forbindelse af nettilslutning af nye anlæg, skal derfor afklares i internationalt regi inden for det enkelte synkronområde, dvs. i Norden for Østdanmark og på kontinentet for Vestdanmark.

5. Kortslutningsstrøm (Kortslutningseffekt)

As is:

For at sikre et stabilt elsystem skal kortslutningseffekten ligge inden for et bestemt interval. Kortslutningseffekten er unik i hvert knudepunkt og afhænger af den aktuelle nettopologi og systemdrift. Udover bidraget fra danske enheder vil en væsentlig del af kortslutningseffekten komme fra AC-udlandsforbindelserne. Kortslutningseffekten reguleres ved anvendelse af integrerede netkomponenter. Kortslutningsbidrag fra produktionsanlæg er specificeret i netreglerne.

Behov frem mod 2030:

Markedsføring af kortslutningseffekt som særskilt produkt vurderes meget svært og måske ikke gennemførlig. Dette begrundes med, at aktøren ikke kan levere en bestemt mængde kortslutningseffekt i fejlstedet, da kortslutningseffekten er stærk afhængig af flere systemparametre, som aktøren ikke kan påvirke og derfor ikke garantere. Eksempler på dette er koblingstilstand i elnettet, antallet af systembærende enheder, produktionsanlæg og forbrugsanlæg i drift etc. Det forventes fortsat, at kortslutningsbidrag vil være specificeret i netreglerne igennem hurtig tilførsel af reaktiv tillægsstrøm fra inverterbaserede anlæg.

Der skal bemærkes at hurtig tilførsel af reaktive effekt og kortslutningsstrøm/kortslutningseffekt er to sider af samme mønt – de kan ikke adskilles fra hinanden og bør refereres til som den samme IFSY.

6. Systemgenoprettelseskapacitet

As is:

Systemgenoprettelse er en markedsgjort ydelse. Energinet har i dag to tekniske uafhængige aftaler i hvert synkronområde. De integrerede netkomponenter VSC-HVDC-udlandsforbindelser Skagerrak 4 og Combined Grid Solution Back-to-

⁴ <https://forsyningstilsynet.dk/el/afgoerelser/forsyningstilsynets-afgoerelse-om-energinets-vilkaar-og-betingelser-for-udbud-af-ffr-i-dk2>

back kan yde systemgenoprettelse i henholdsvis DK1 og DK2. Herudover er behovet for systemgenoprettelse fremskaffet gennem åbent udbud med teknisk prækvalificering. Jf. netregel for "Nødsituationer og Systemgenoprettelse" (NC ER) indgår vekselstrømsbaserede udlandsforbindelser ikke i systemgenoprettelsesstrategien.

Behov frem mod 2030:

Energinet ser ikke et stort ændret behov for systemgenoprettelsesydelse. Energinet vil dog løbende revurdere de tekniske krav, så der tages højde for den teknologiske udvikling, og at ydelsen kan leveres af nye aktører, herunder anlæg med grid-forming egenskab og måske en pulje af anlæg i stedet for få større anlæg.

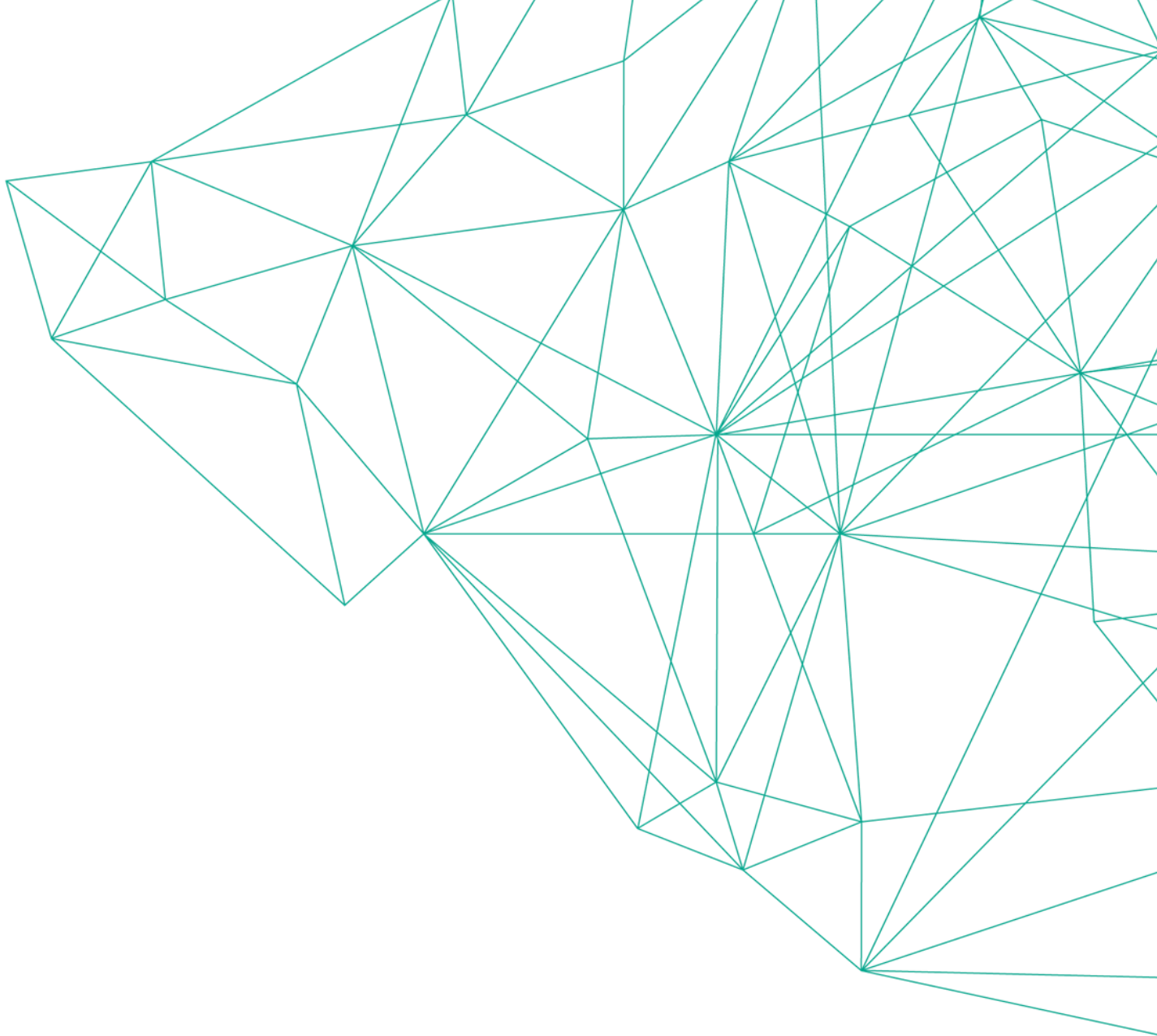
7. Ødriftkapacitet

As is:

Til opretholdelse af forsyningssikkerheden på Bornholm, Læsø og Anholt der hver er forbundet med det sammenhængende eltransmissionsnet via kun ét søkabel, har Energinet gennem udbud indgået reserveforsyningsaftaler med leverandører på hver af øerne. Leverandørerne skal sikre forsyning i situationer, hvor søkablet ikke er tilgængeligt. Leverandørernes anlæg skal kunne foretage systemgenoprettelse af øen.

Behov frem mod 2030:

Energinet ser ikke et stort behov for tilpasning af metoden for fremskaffelse af reserveforsyninger. Fremtidige udbud skal dog i højere grad sikre teknologineutralitet, således aktører, der anvender grid-forming teknologien, kan byde på ydelsen.



ENERGINET

Energinet
Tonne Kjærsvej 65
DK-7000 Fredericia

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