

# Velkommen til webinar om vind og sol

11. januar 2024  
Teams

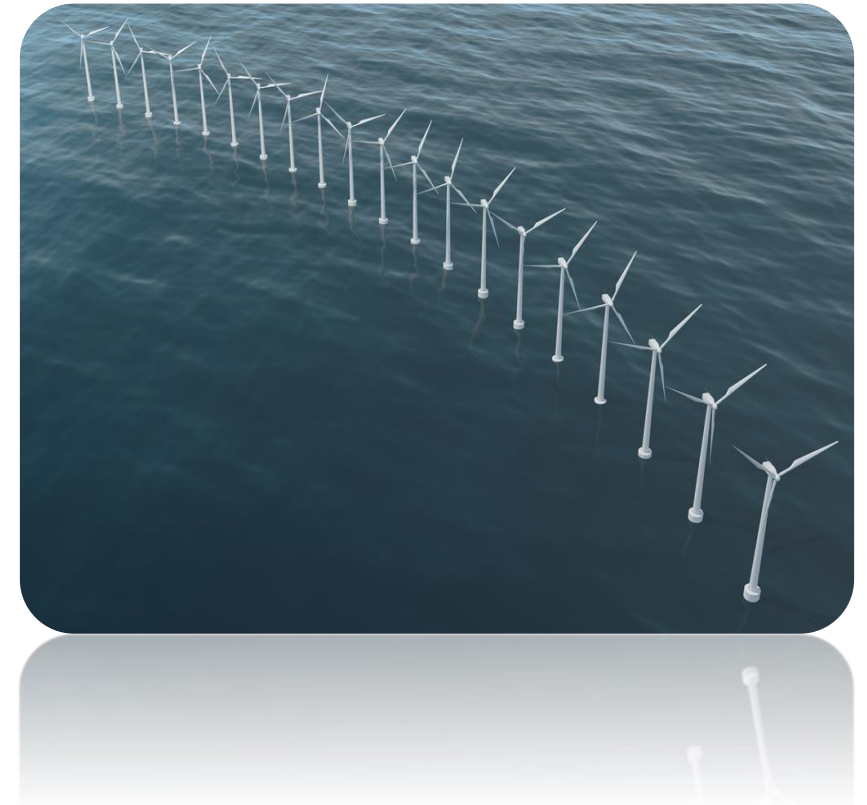
**Statnett**



Det grønne taktskiftet

# Aktiviteter for vind og sol

- Publikasjoner som presenteres i dag
  - Stabilitet i et kraftsystem i endring  
([Statnett.no > Meny > Planer og analyser > Systemutviklingsplan](#))
  - Wind and solar in the Nordic reserve markets
- To aktørers betraktninger
- Nytt webinar om vindkraft onsdag 14. februar 2024 kl. 12:00



# Agenda

Tidspunkt	Tema	Foredragsholder
12:00	Velkommen og agenda	Bjørn H. Bakken, seksjonsleder i Statnett
12:05	Stabilitet i et kraftsystem i endring	Tonje Leine Lunden, analytiker i Statnett
12:20	Muligheter for vind og sol i reservemarkedene	Eirik Haugen, rådgiver i Statnett
12:40	Sol i reservemarkedene	Espen Nordtveit, prosjektleder i Endra
12:50	Vind i reservemarkedene	Ellen Krohn Aasgård, avdelingsleder i Aneo
13:00	Utvalgte spørsmål fra chat	Bjørn H. Bakken
13:25	Avslutning	Bjørn H. Bakken

# Agenda

Tidspunkt	Tema	Foredragsholder
12:00	Velkommen og agenda	Bjørn H. Bakken, seksjonsleder i Statnett
<b>12:05</b>	<b>Stabilitet i et kraftsystem i endring</b>	<b>Tonje Leine Lunden, analytiker i Statnett</b>
12:20	Muligheter for vind og sol i reservemarkedene	Eirik Haugen, rådgiver i Statnett
12:40	Sol i reservemarkedene	Espen Nordtveit, prosjektleder i Endra
12:50	Vind i reservemarkedene	Ellen Krohn Aasgård, avdelingsleder i Aneo
13:00	Utvalgte spørsmål fra chat	Bjørn H. Bakken
13:25	Avslutning	Bjørn H. Bakken

# Stabilitet i et kraftsystem i endring



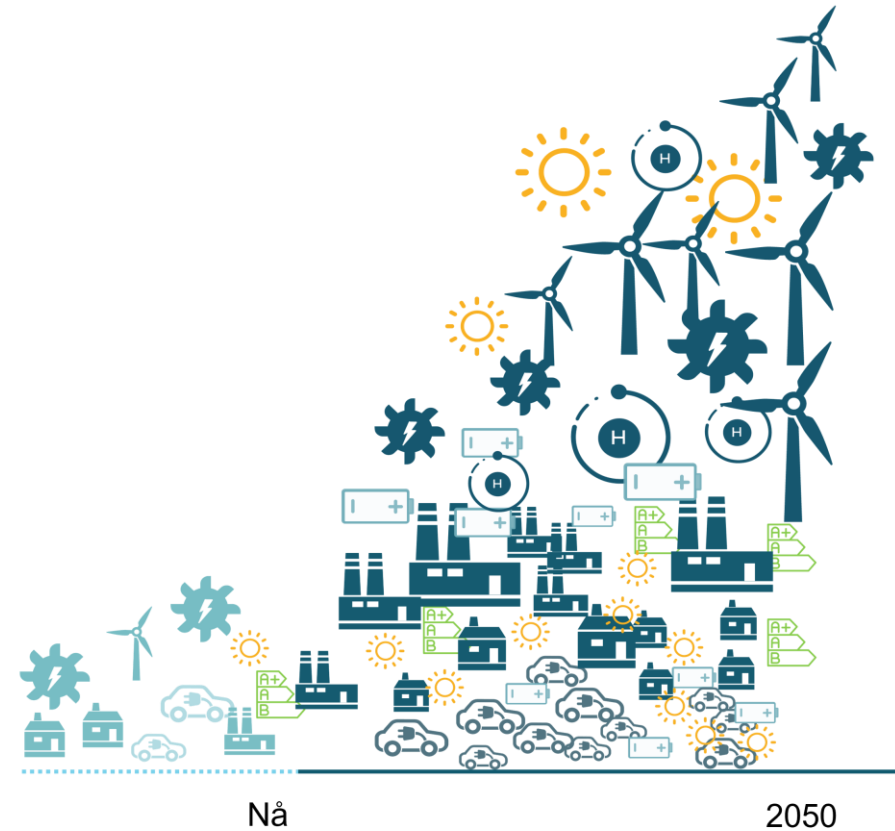
Stabilitet i et kraftsystem i endring

Temarapport Systemutviklingsplan 2023

**Statnett**

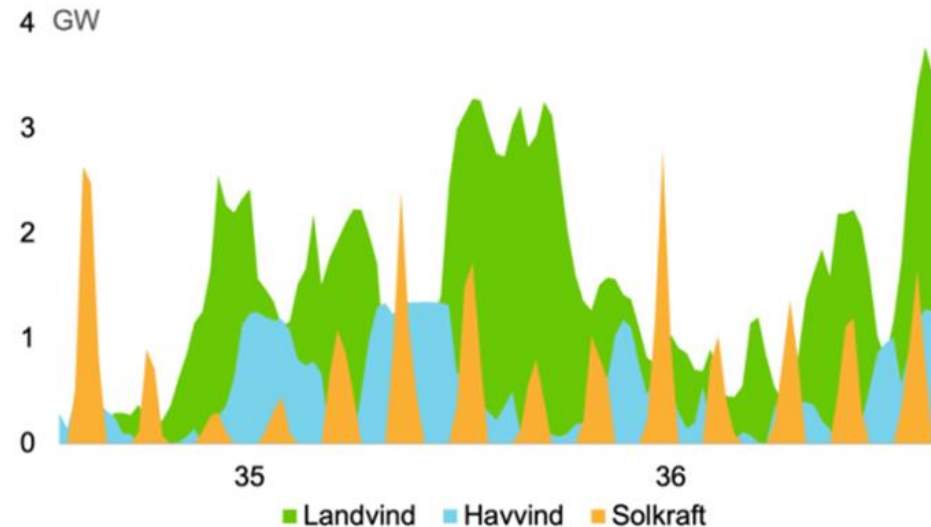
# Europa styrer mot nullutslipp

- Omstillingen til nullutslipp innen energi, industri og transport har de siste årene skutt fart i hele Europa.
- Dette gir mye høyere kraftforbruk og et mye større kraftsystem, med flere aktører, mer sol- og vindkraft, hydrogen og batterier.



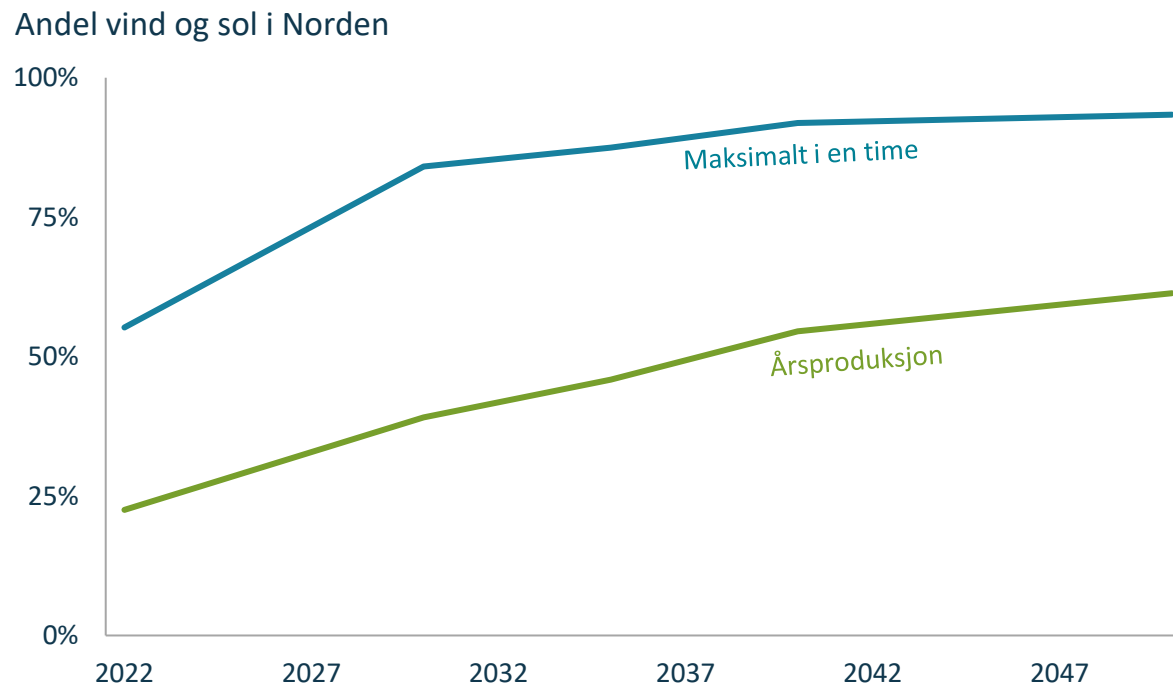
# Kraftsystemets egenskaper endres

- I Norden har produksjon fra vann- og kjernekraft vært dominerende i produksjonsmiksen. Disse kraftverkene har egenskaper som er viktig for stabiliteten i kraftsystemet.
- Fremover får vi en kraftig vekst i andel produksjon fra vind- og solkraft som har litt andre egenskaper.
- Vi må sørge for at kraftsystemet teknisk sett fungerer slik det skal, uavhengig av hvilke kraftverk som produserer.



*Simulert fornybarproduksjon (sol, land- og havvind) i Norge for to uker i 2030. Statnetts Langsiktige markedsanalyse.*

# Vind og sol vil framover utgjøre betydelige mengder av produksjonen i det nordiske kraftsystemet



Kilde: Statnetts langsiktige markedsanalyse, 2022-2050



# Omformere endrer kraftsystemets egenskaper

Fortid – "containerskip"



- Stor massetreghet (inerti)
- Stor motstand mot forstyrrelser
- Treg styring basert på fysisk utforming

(Nær) fremtid – "seilbåt"



- Liten massetreghet (inerti)
- Mindre motstand mot forstyrrelser
- Rask og fleksibel styring (kraftelektronikk)

Hentet fra et Cigre webinar holdt av TenneT : "Energy transition system needs in the Netherlands"

# Vi må sørge for å iverksette riktig tiltak til riktig tid



## Markedsbaserte tiltak

Gjennom markedsløsninger kan aktører konkurrere om å levere tjenester som svarer til kraftsystemets behov.



## Funksjonskrav

Ved å stille funksjonskrav kan vi sørge for at nye omformerbaserte kraftverk får flere synkron-generatorlignende egenskaper.



## Nettiltak

Gjennom tiltak i nettet kan vi øke tilgangen på inertieffekt og systemstyrke, eller redusere behovet for disse egenskapene.

# Agenda

Tidspunkt	Tema	Foredragsholder
12:00	Velkommen og agenda	Bjørn H. Bakken, seksjonsleder i Statnett
12:05	Stabilitet i et kraftsystem i endring	Tonje Leine Lunden, analytiker i Statnett
<b>12:20</b>	<b>Muligheter for vind og sol i reservemarkedene</b>	<b>Eirik Haugen, rådgiver i Statnett</b>
12:40	Sol i reservemarkedene	Espen Nordtveit, prosjektleder i Endra
12:50	Vind i reservemarkedene	Ellen Krohn Aasgård, avdelingsleder i Aneo
13:00	Utvalgte spørsmål fra chat	Bjørn H. Bakken
13:25	Avslutning	Bjørn H. Bakken

# Barrierer og muligheter i reservemarkedene



# Hvorfor delta i reservemarkedene?



Bidra til energitransisjonen



TSO må sørge for et stabilt system



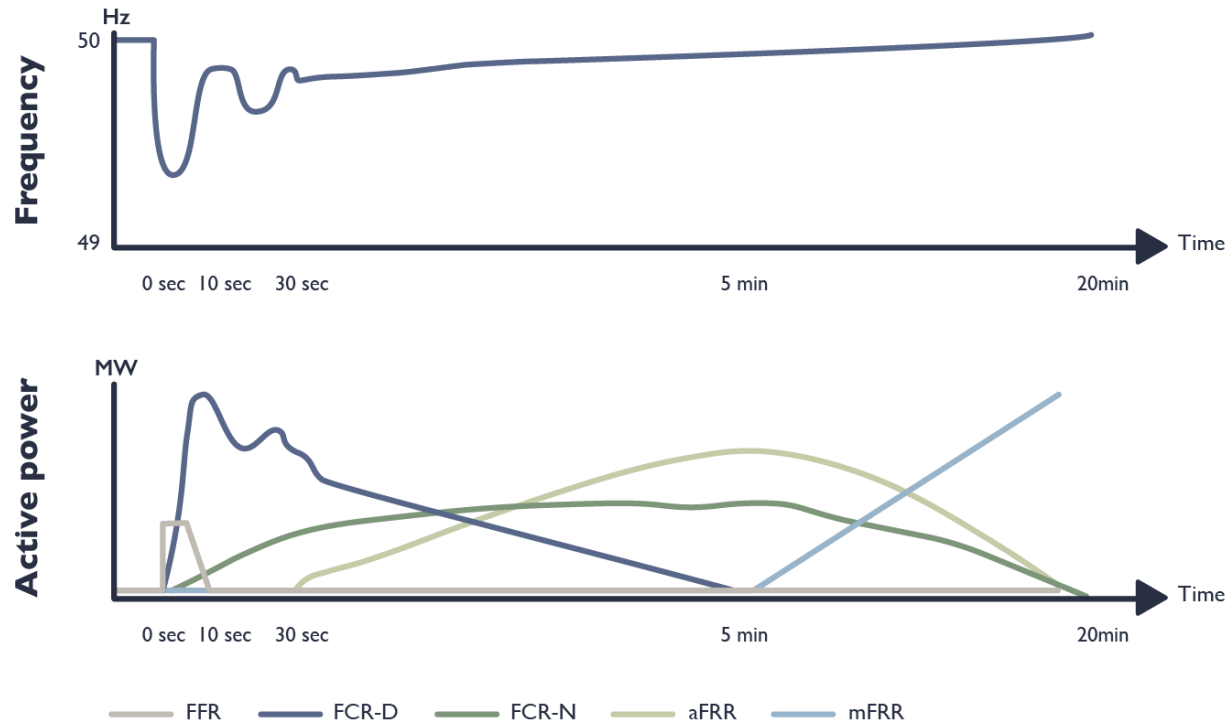
Det finnes et reserveprodukt som passer til alle



Ekstra inntekter og mer effektive markeder



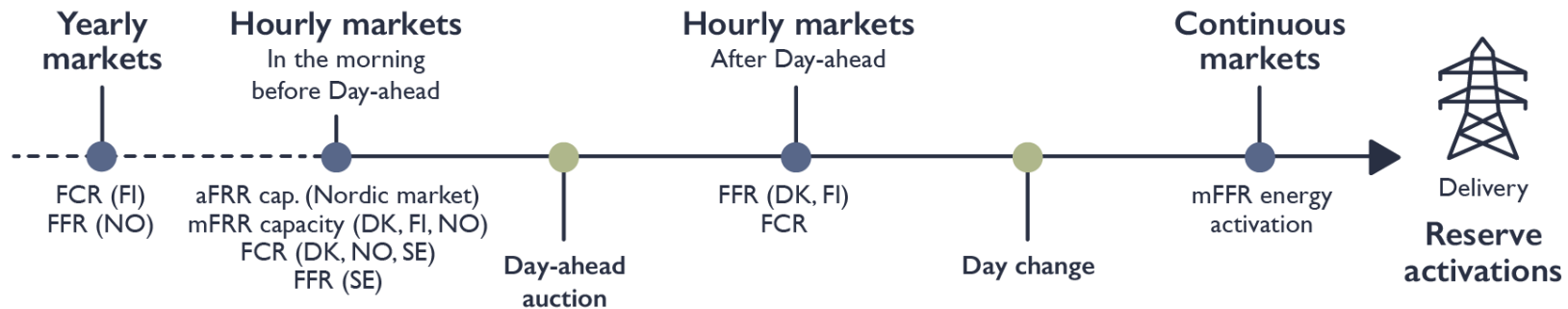
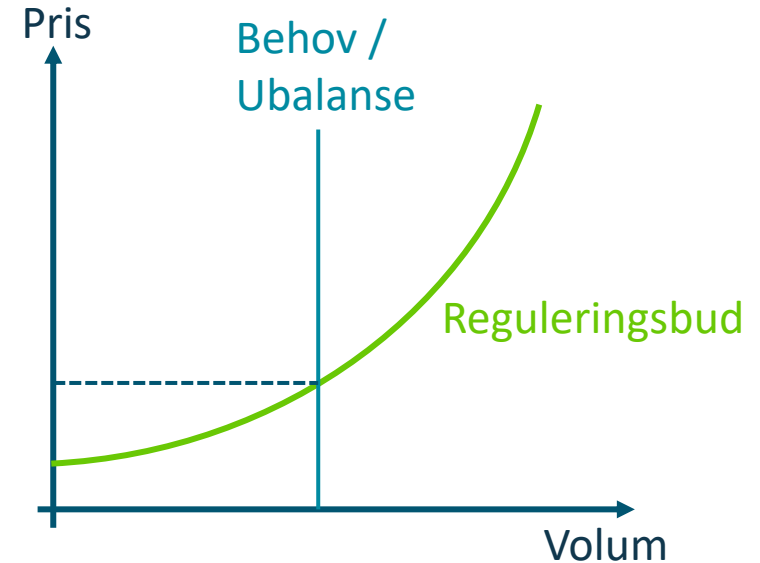
# Reservene sørger for å stabilisere frekvensen



	Svenska kraftnät	Fingrid	Statnett	Energinet
<b>Vind</b>				
FFR	0	0	0	9
FCR-D opp	170	0	0	150
FCR-D ned	320	0	0	150
FCR-N	150	0	0	120
aFRR opp	0	0	0	224
aFRR ned	250	0	0	224
mFRR aktivering opp	10	290	100	410
mFRR aktivering ned	1440	860	1200	2850
mFRR kapasitet opp	-	0	0	150
mFRR kapasitet ned	-	340	0	-
<b>Sol</b>				
FCR-D ned	10	0	0	15
FCR-D opp	0	0	0	5

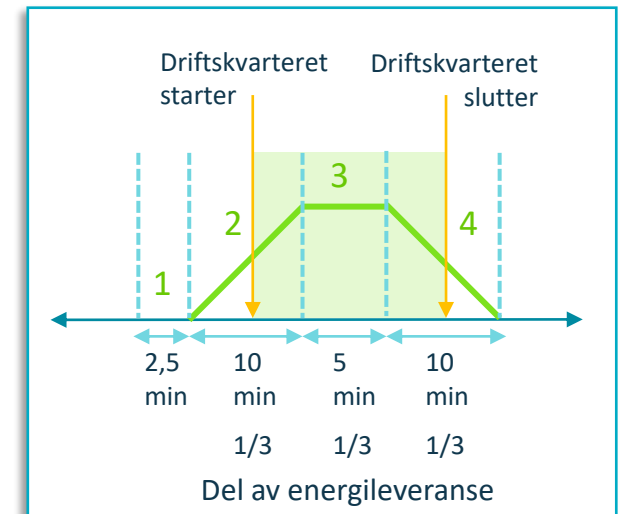
# Markedsprinsipper

- Kapasitetsmarked
- Aktivering
  - Marked
  - Automatisk



## Markedsbasert aktivering: mFRR

- Kapasitet: Overgang fra ukesmarked til døgnmarked Q1 2024
- Opp- og nedregulering separat
- Økende antall timer med negative energipriser
- Krever elektronisk bestilling (eBestill)
- Aktiveringsprofil mFRR EAM →

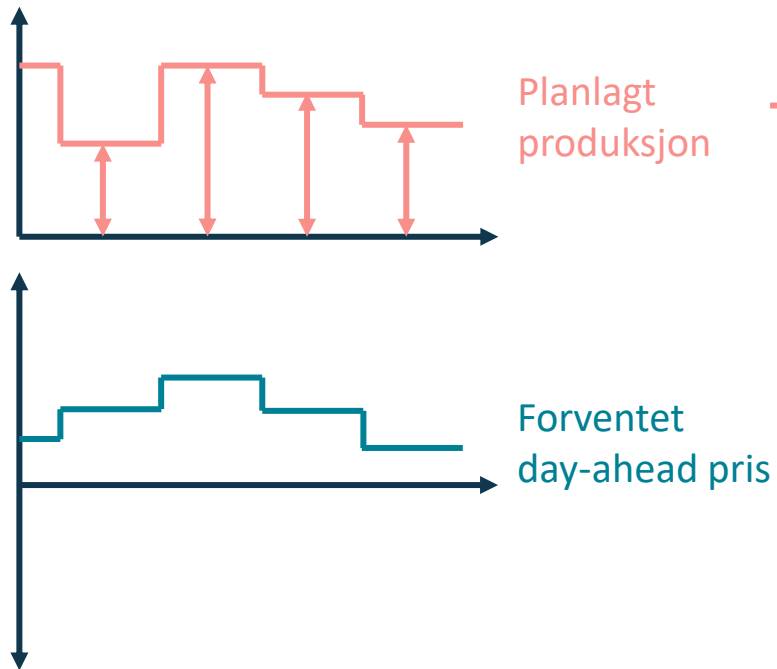




## Automatisk aktivering: FFR, FCR og aFRR

- FFR (kun opp) og FCR aktiveres på lokal frekvensmåling
  - FCR-N er symmetrisk og FCR-D er asymmetrisk
  - Felles nordiske krav for FCR
  - FCR-D har to ulike krav: dynamisk og statisk
- aFRR aktiveres på automatisk signal fra Statnett
  - SCADA-SCADA kommunikasjon
- Raskere og mer dynamiske reserver enn mFRR

# Full produksjon med ned-reguleringskapasitet



Selger all produksjon i day-ahead  
Selger i tillegg noe ned-regulering

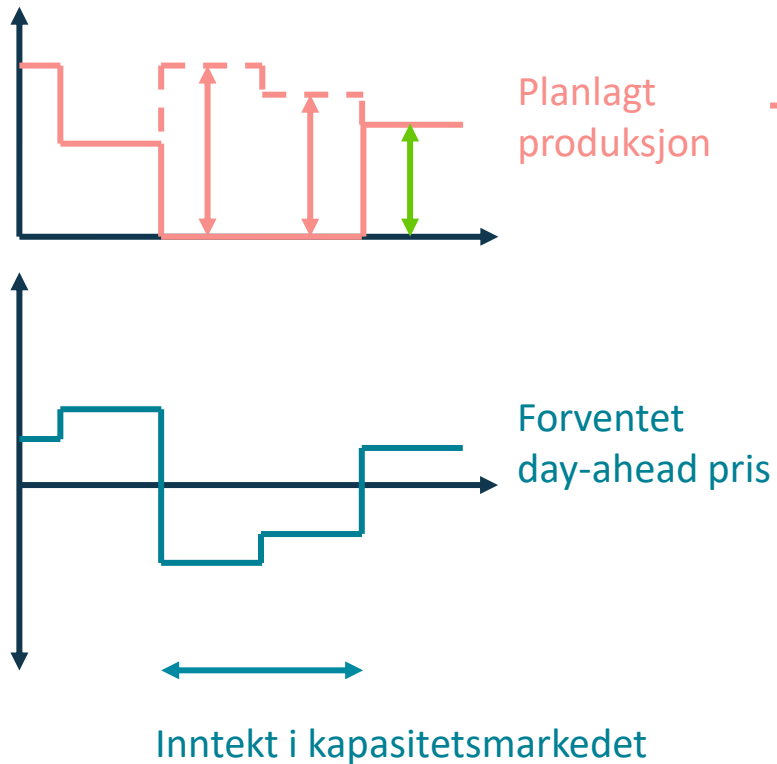


Legg inn bud i  
aktiveringsmarkedet

Evt. aktivering → Inntekt i tillegg



# Eksempel opp-regulering



Selger ikke produksjon i day-ahead til minuspriser

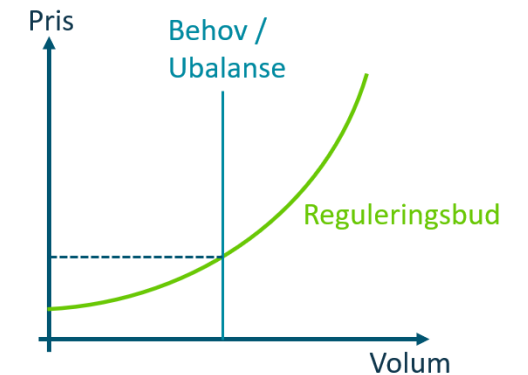
Selger opp-reguleringskapasitet i stedet

Legger inn bud for opp-regulering til forventet day-ahead pris

Ved tilslag selges ikke produksjonen i day-ahead

Legg inn bud i aktiveringsmarkedet

Legg inn bud i aktiveringsmarkedet



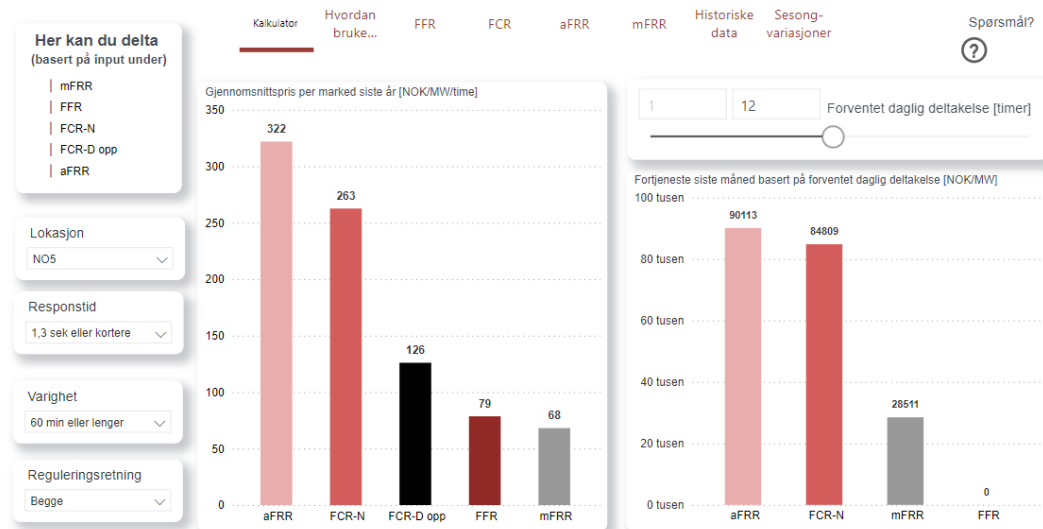
# Hva kan du tjene på å delta i *kapasitetsmarkedene*?

## Reservemarkedskalkulator: Hvor mye kan du tjene på å være fleksibel?

Med reservekalkulatoren kan du estimere hvor mye du kan tjene på å være fleksibel med kraftforbruket ditt eller kraftproduksjonen din, og hvilke reservemarkeder du kan delta i.

[Les mer om hvordan reservemarkedene fungerer.](#)

[Se hva du må gjøre for å delta i markedene.](#)



Kom gjerne med en  
tilbakemelding til oss!



## Muligheter og barrierer for vind og sol i reservemarkedene

Hei, håper du har lyst til å dele dine tanker med oss rundt dette. Skjemaet lukkes fredag 12.januar kl 23:00. Takkl

\* Obligatorisk

1. Hva er de største barrierene for å delta i reservemarkedene med vind og sol? \*

Skriv inn svaret

2. Hva vil være de største fordelene for selskapet ditt dersom dere deltar i reservemarkedene? \*

Skriv inn svaret

3. Hva slags informasjon ønsker dere fra Statnett for å senke terskelen for å delta i reservemarkedene? Spørsmål \*

Skriv inn svaret

4. Vet du hva du skal gjøre dersom du ønsker å delta i reservemarkedene? \*

Skriv inn svaret

Du kan skrive ut en kopi av svaret ditt etter at du har sendt inn

Send

# Agenda

Tidspunkt	Tema	Foredragsholder
12:00	Velkommen og agenda	Bjørn H. Bakken, seksjonsleder i Statnett
12:05	Stabilitet i et kraftsystem i endring	Tonje Leine Lunden, analytiker i Statnett
12:20	Muligheter for vind og sol i reservemarkedene	Eirik Haugen, rådgiver i Statnett
<b>12:40</b>	<b>Sol i reservemarkedene</b>	<b>Espen Nordtveit, prosjektleder i Endra</b>
12:50	Vind i reservemarkedene	Ellen Krohn Aasgård, avdelingsleder i Aneo
13:00	Utvalgte spørsmål fra chat	Bjørn H. Bakken
13:25	Avslutning	Bjørn H. Bakken



# Solkraft i Reservemarkedene

11.01.2023

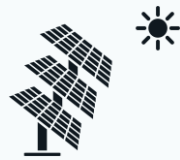
Espen Nordtveit – [espen.nordtveit@endra.no](mailto:espen.nordtveit@endra.no)

Prosjektutvikler - Endra AS

# Overordnet strategisk mål



**1 GW**  
Installert  
kapasitet



**1 TWh**  
produksjon



Innen  
2030



# Marked og forretningsmodell

- ❖ Ambisjonen til Endra er å bli en ledende utvikler og produsent av solenergi i det Nordiske markedet.
- ❖ Endra ser på muligheter for å tilby solenergi som kapasitet til reservemarkedene.
- ❖ Ser på muligheter med å kombinere solkraft med BESS.



## Reservemarkedene for Endra

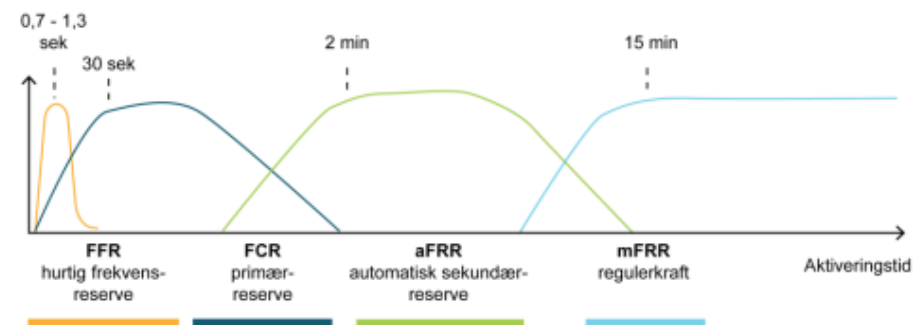
- ❖ For å utvikle maks potensialet for solkraft må nettet brukes smart og effektivt:
  - Tilby fleksibilitet og reserver til DSO og TSO mener vi at vi letter kan få tilgang til nettilknytning.
  - Mulighet til å øke lønnsomhet i prosjektene.
- ❖ Basert på simuleringer og værprognoser kan vi estimere effekt som vi kan tilby til reservemarkedet.



Bildet viser en visualisering av et prosjekt vi har i Sveio, nord for Haugesund. Installert effekt blir ca. 12 MWp (3D Studio Bopak-Napora).

# Markeder for solkraftprodusenter

- ❖ «FFR,» «FCR-D opp» og «FCR-D ned» er mest aktuelle for Endra per dags dato.
  - «Raske» markeder som gir omsetning uavhengig om budet aktiveres eller ikke
  - Ekstra inntekt og mer lønnsomme prosjekt
  - Både opp- og nedregulering kan være aktuelt, spesielt i kombinasjon med energilager
- ❖ «FRR»
  - Krever mer integrering med TSO.
  - Mindre egnet for rene solkraftverk uten energilager pga. lengre varighet.



Fra «Presentasjon av Systemutviklingsplan», Statnett 2023

## Batteri gir ytterligere muligheter i markedet

- ❖ Batteri kan være med på å tilby mer fleksibilitet til markedet gjennom hele døgnet
- ❖ «FCR –D Ned» kan tilbys enkelt uten batteri ved å stupe produksjonen. Ved å kombinere med batteri kan denne «tapte» produksjonen brukes til å lade batteriet.
- ❖ «FCR – D Opp» kan tilbys i alle timer med batteri, utenom de timer der kraftverket produserer med full effekt.
- ❖ Kombinere flere markeder med for eksempel prisarbitrasje.
- ❖ Lønnsomhet er fortsatt usikker per dag dato

# Utsira Micro Grid

- et levende testsenter for smarte og klimavennlige energiløsninger



Citizen Science



Off grid hytte  
11,9 kWp solcelleanlegg  
Batteri og vindturbin på gang

Følgeforskning fugl



Bioavfall  
Biogassproduksjon



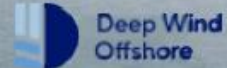
Tilførsel av oksygen og varmtvann  
Onshore fiskeoppdrett (ca 1-4 MW)



Hydrogenproduksjon



Servicefartøy, H<sub>2</sub>



Offshore vind – Utsira Nord (1 500 MW)



Utsira kommune  
48 kWp solcelleanlegg + 81 kWh/36 kW batteri

Distribusjonsnett 22 kV

**fagne**  
Ny nettkabel 22kV

**HAVNE KRAFT**



Elektrisk ferje  
4 MW



Solceller/microvind/batteri for privatmarkedet



Sustainable Energy  
Catapult Test  
Centre



Kraftelektronikk/ batteri 1,5 MW  
11 kWp solcelleanlegg

**endra**



Solceller  
Landbasert transformatorstasjon

Microvind



Transformator  
7,9 kWp solcelleanlegg

Fiberkabel

Eksisterende sjøkabel, 17 km  
(ca 1-2,5 MW)

Ny sjøkabel (500-1500MW)



Flytende solceller



Offshore fiskeoppdrett



Bølgekraft

Eksisterende vindturbiner  
2 stk. à 600 kW  
Erstattes med 3 nye à 4-5 MW?

Nye sjøkabler, 20km  
(500-1500MW)





# Agenda

Tidspunkt	Tema	Foredragsholder
12:00	Velkommen og agenda	Bjørn H. Bakken, seksjonsleder i Statnett
12:05	Stabilitet i et kraftsystem i endring	Tonje Leine Lunden, analytiker i Statnett
12:20	Muligheter for vind og sol i reservemarkedene	Eirik Haugen, rådgiver i Statnett
12:40	Sol i reservemarkedene	Espen Nordtveit, prosjektleder i Endra
<b>12:50</b>	<b>Vind i reservemarkedene</b>	<b>Ellen Krohn Aasgård, avdelingsleder i Aneo</b>
13:00	Utvalgte spørsmål fra chat	Bjørn H. Bakken
13:25	Avslutning	Bjørn H. Bakken

An aerial photograph of a wind farm at dusk. The sky is a mix of deep blue and orange near the horizon. Several wind turbines are visible, with a large yellow 'ANEEO' logo overlaid in the center. The logo is tilted and has the words 'Energy Management' written below it in a smaller font.

# ANEEO

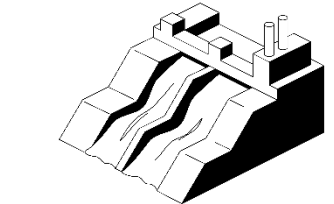
Energy Management

**Vindkraft i mFRR-markedet –  
ned og opp**



# Aneo – 2023 – Growth and Internationalization

## Renewable Energy production

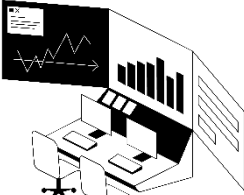


2.5 TWh hydro in mother Company (TrønderEnergi)



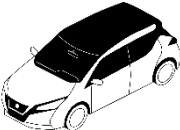
1.2 TWh wind

## Energy Management Services

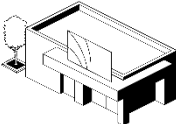


7 TWh managed wind & Hydro

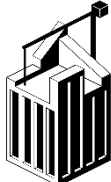
## “Energy as a service” corporate startups



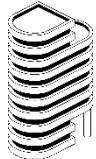
Mobility



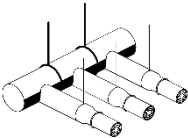
Retail



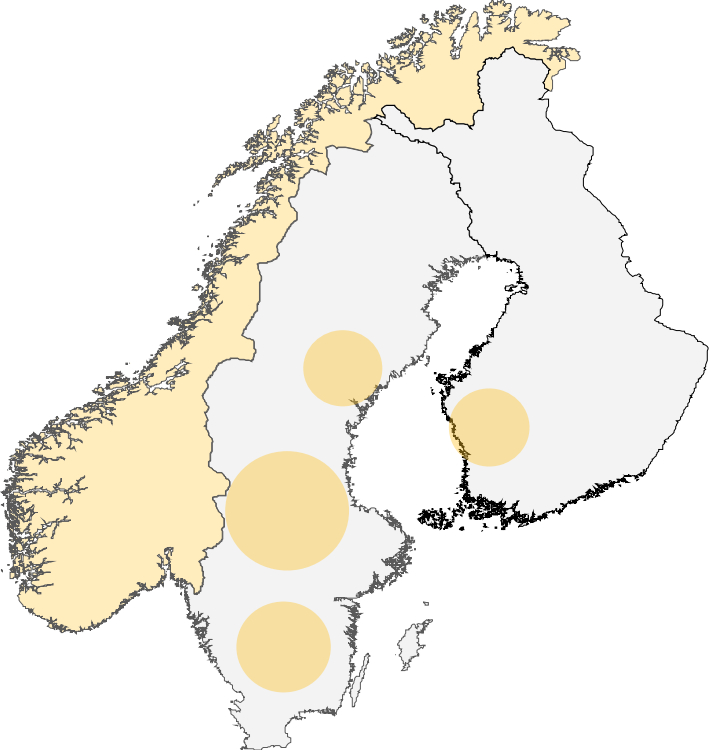
Build



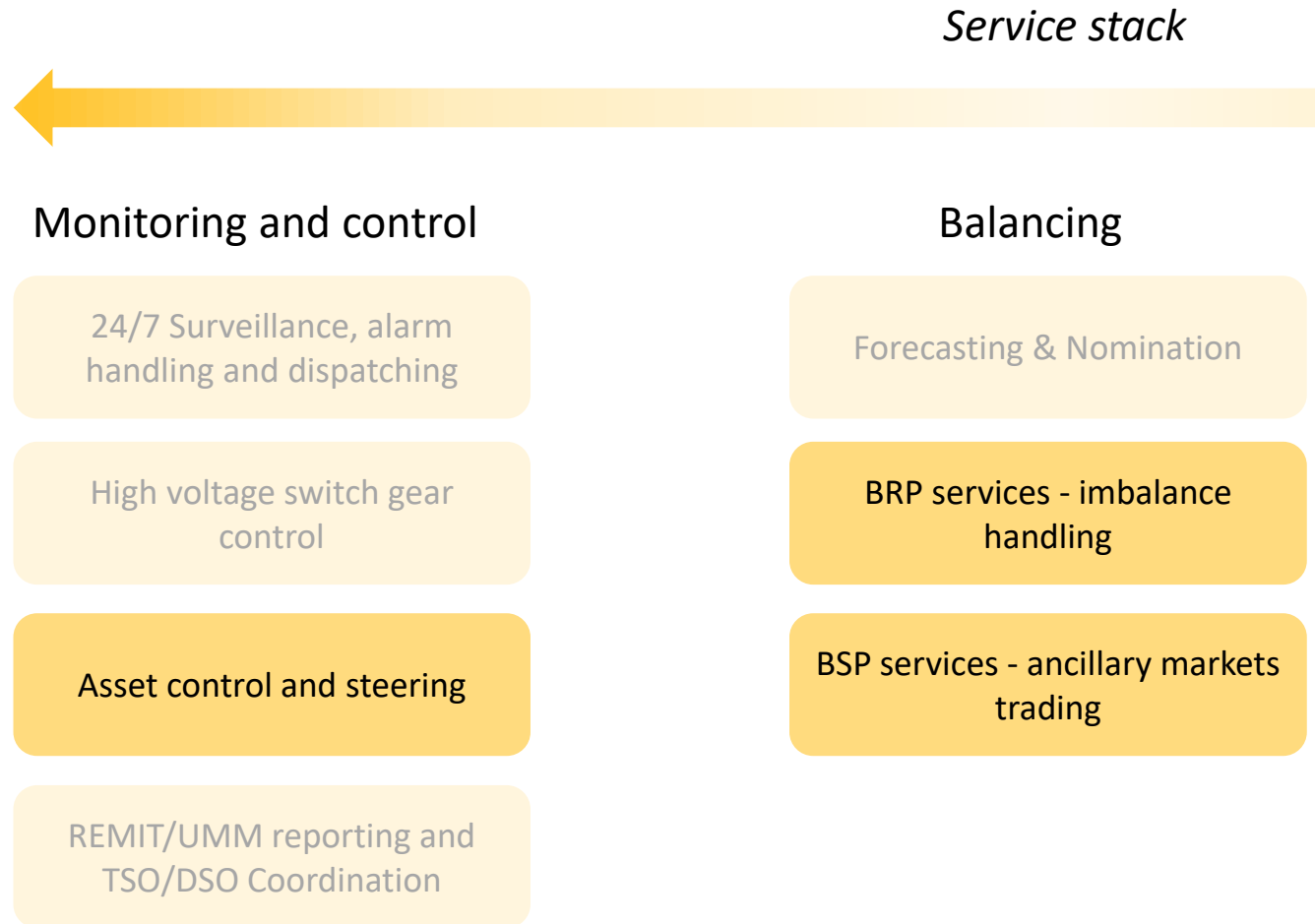
Real Estate (PV)



Industry



# A Service Provider That Thinks Like an Owner



## Aneo har «temmet» vindkraften: Kan levere mer vindkraft på sju minutter

I strømmettet må det produseres like mye som det forbrukes – til enhver tid. Vindkraften får ofte skylden for å skape ubalanse i nettet, men nå kan vindkraften bidra i balansemarkedene – både opp og ned.

13. juni 2023 5:01 OPPDATERT 13. juni 2023 22:07

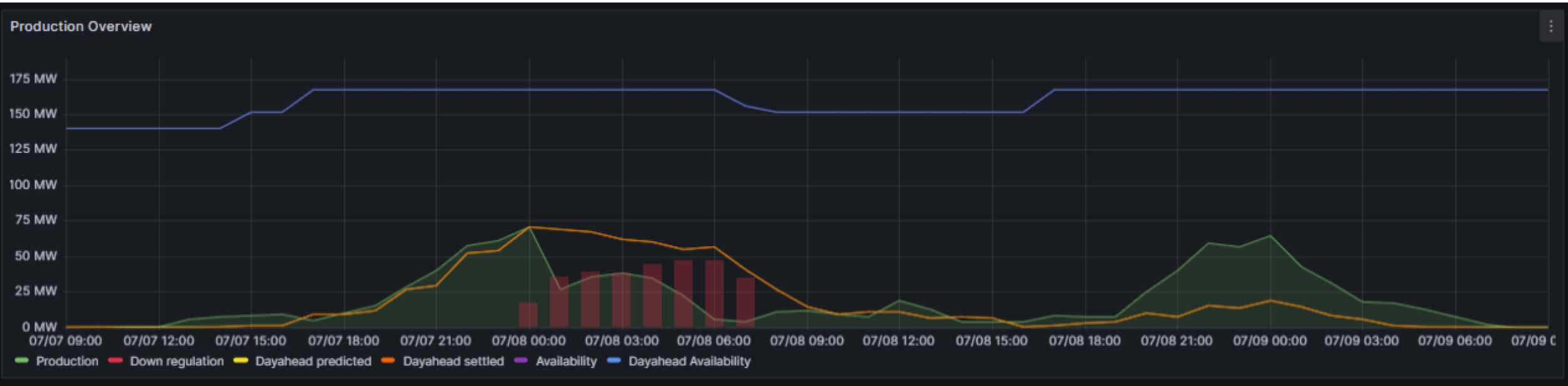
Av Magnus Lingjærde

Stor utbygging av vindkraft de siste årene gjør at det i perioder produseres mer strøm enn vi klarer å forbruke. I tillegg varierer produksjonen og kan skape ubalanse i strømmettet.

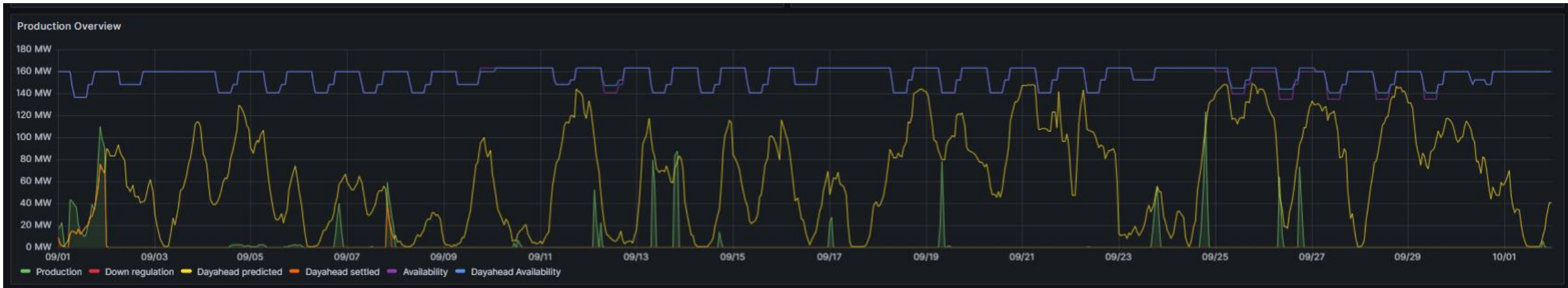
Nå har det trønderske kraftselskapet Aneo bevist at vindkraft kan bidra i balanseringen av strømmettet. Både når det er for mye strøm, og når det er for lite.

**ANEU**

# Nedregulering av vindkraft – relativt enkelt?



# Oppregulering av vindkraft – ikke like intuitivt, men stort potensiale



## Wind and solar in mFRR

With increasing wind and solar production, it is important to get the producers to offer their flexibility to the markets. Technically mFRR regulation is relatively easy to provide. The full activation time requirement for the regulation is 15 minutes. In many cases, regulation activation can use the same technical functionalities as when curtailing production due to e.g. negative Day-ahead prices.

Continuous mFRR energy activation market enables the use of up-to-date production forecasts which minimizes forecast errors. The need for mFRR energy activation also affects the imbalance price which is a significant cost factor for weather dependent production. More supply in the markets increases competition, makes the markets more efficient, and thus reduces the likelihood of extreme regulation and balancing prices.

### Remote regulation capabilities are needed

Being able to control the production of an asset remotely to provide flexibility will increase in value in the future as price volatility increases and negative prices become more common. This can also help avoiding high balancing costs even if the asset is not participating in the mFRR markets. Some older or smaller wind and solar assets might be missing commercially usable remote control capabilities that are needed for activating the regulation. When new or additional investments are planned, this remote control should be included.

### Including reserves in operational agreements

If a wind or solar producer does not participate in the reserve markets, it is possible that the participation possibility is not taken into account in the operational agreements of the asset. These are typically balancing agreements and PPA contracts. To be able to operate flexibly and market based, one needs to have this possibility included in the agreements. Renegotiating them later is a clear delaying factor when aiming to participate in the markets.

### mFRR energy activation price levels becoming more attractive

In the past, mFRR down direction energy activation prices have rarely been negative. This has made it economically unprofitable for wind and solar production to participate in the mFRR markets. Down regulation activation means curtailing production and buying the energy from the TSO. Buying energy that cannot be stored becomes relevant at around zero or negative prices.

In the first half of 2023 there has been a significant increase in the number of negative priced down regulation hours in the Nordics. Also, the price sensitivity downwards has increased. Prices have been down to hundreds and even thousands of euros negative.

In Denmark there has been notable demand for special down regulation. Wind producers have had an active market to provide down regulation at profitable prices. This has normalized the mFRR market participation in Denmark.

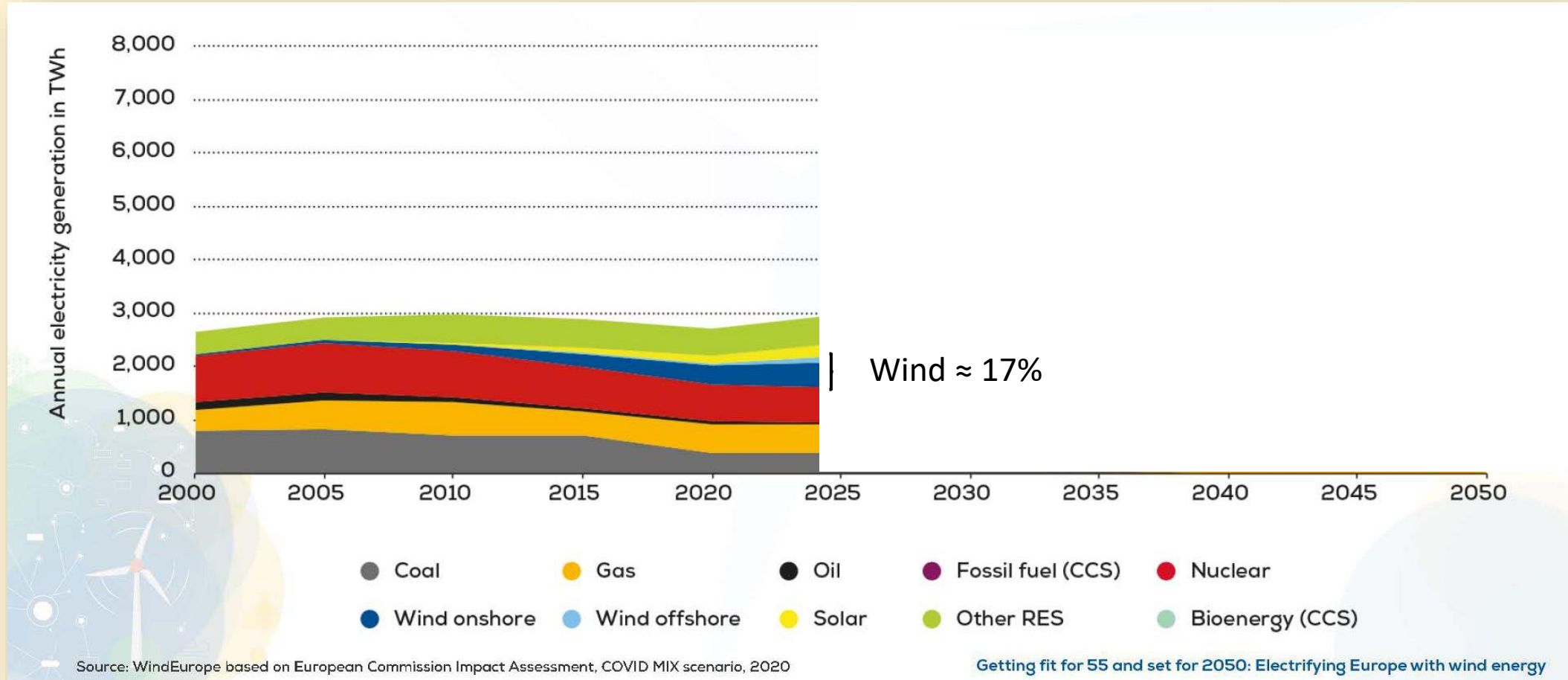
### mFRR capacity market – great opportunity for wind and solar

Another way to make mFRR markets more attractive to weather dependent production are the capacity markets. Finland has introduced mFRR capacity market for down regulation in the beginning of 2023. This hourly market traded before Day-ahead auction for the next day enables income possibilities for wind and solar producers even if the energy activation orders are not activated. Denmark procures only up direction mFRR capacity.



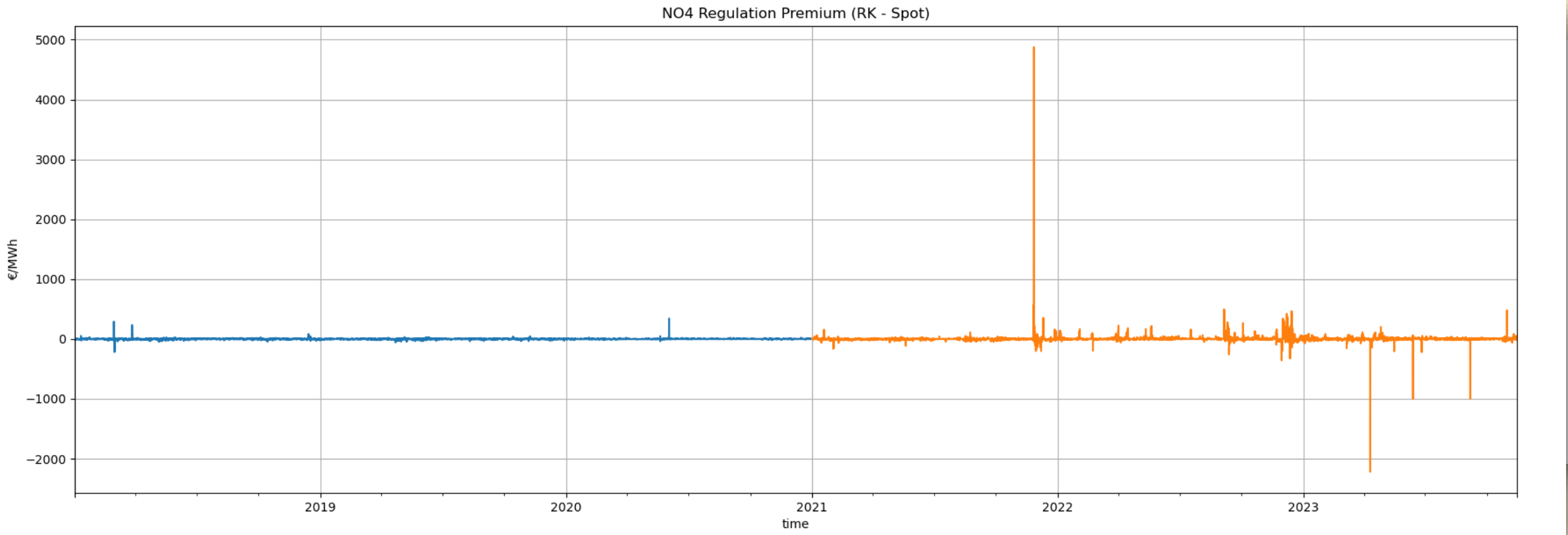
# I dag

Vi er egentlig bare i starten..



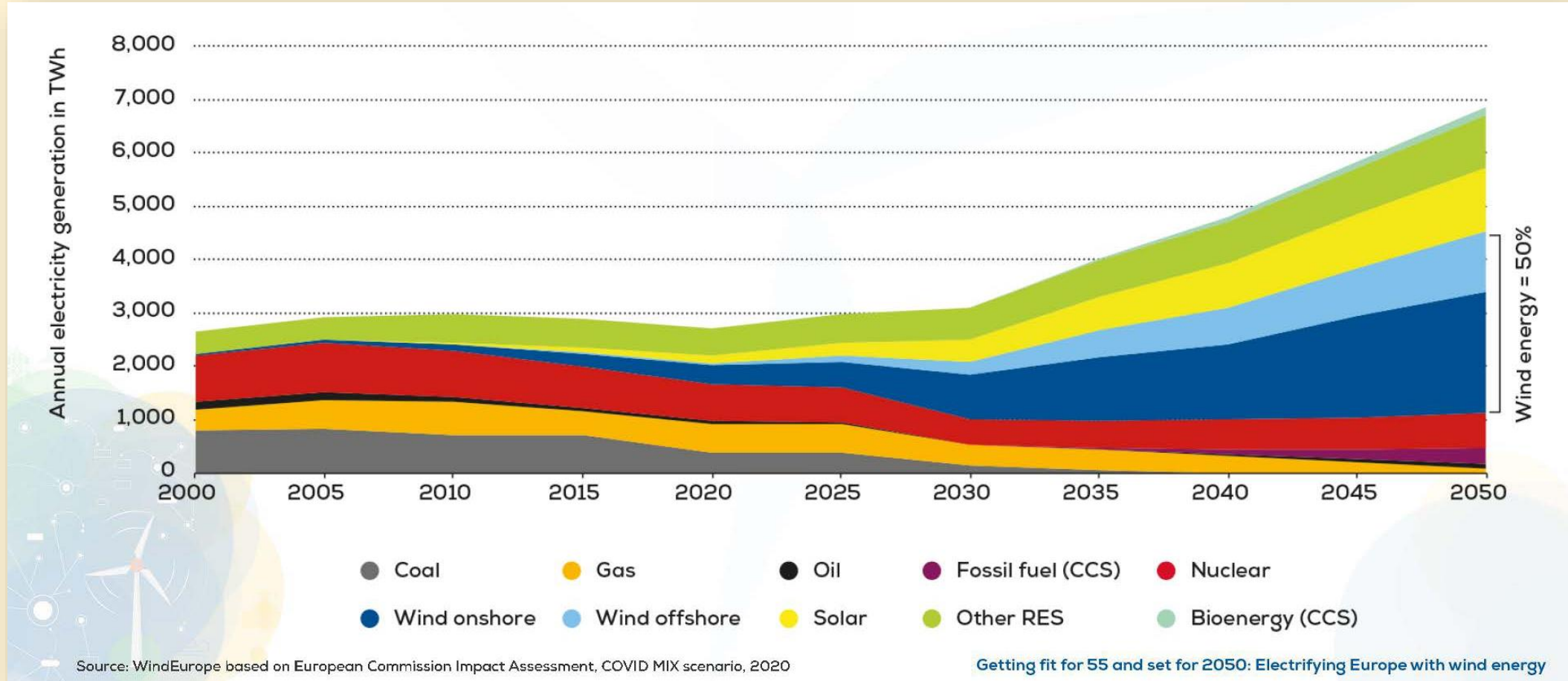
# Balansemarkedets utvikling

Relativ ubalansekostnad per MWh vs day-ahead



# Fremtiden

Hvordan skal vi holde balansen?





# Oppregulering fra vindkraft?

Banebrytende siden mai 2023

---



*Levert til Statnett*

**17 000 MWh**



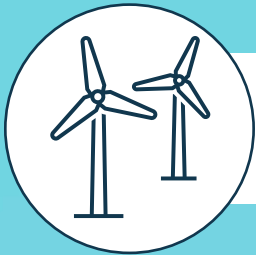
*Merverdi til eierne*

**2 500 000 kr**

# Agenda

Tidspunkt	Tema	Foredragsholder
12:00	Velkommen og agenda	Bjørn H. Bakken, seksjonsleder i Statnett
12:05	Stabilitet i et kraftsystem i endring	Tonje Leine Lunden, analytiker i Statnett
12:20	Muligheter for vind og sol i reservemarkedene	Eirik Haugen, rådgiver i Statnett
12:40	Sol i reservemarkedene	Espen Nordtveit, prosjektleder i Endra
12:50	Vind i reservemarkedene	Ellen Krohn Aasgård, avdelingsleder i Aneo
<b>13:00</b>	<b>Utvalgte spørsmål fra chat</b>	<b>Bjørn H. Bakken</b>
13:25	Avslutning	Bjørn H. Bakken

# Informasjonsmøte for vindkraftaktører



**Bakgrunn:** behov for at vindkraftaktørene deltar i regulerkraftmarkedet



## Tema på møtet

- Hvorfor trenger vi vindkraft i mFRR-markedet (regulerkraftmarkedet)?
- Muligheter i **mFRR kapasitetsmarkedet**
- Budgivning og aktivering i **mFRR aktiveringsmarkedet**
- FoS og regelverk – hvordan kan Statnett stille krav



**Onsdag 14. februar kl. 12:00** på Teams



Kom gjerne med en  
tilbakemelding til oss!

Link til undersøkelse:

[https://forms.office.com/pages/responsepage.aspx?id=YhTWqFLyskS\\_atcjGWDAQXtVVInMPeZFmVJBpj90GCNUQ01RSTFRTUk1NUJYMTBGSDFGNDVLQ1IKVi4u](https://forms.office.com/pages/responsepage.aspx?id=YhTWqFLyskS_atcjGWDAQXtVVInMPeZFmVJBpj90GCNUQ01RSTFRTUk1NUJYMTBGSDFGNDVLQ1IKVi4u)

Muligheter og barrierer for vind  
og sol i reservemarkedene



# Lenker og eposter delt i møtechaten

- Stabilitetsrapport: [Stabilitet i et kraftsystem i endring](#)
- Nordisk rapport om vind og sol: [Vind og sol](#)
- Statnetts årsrapporter med statistikk: [Årsrapporter](#)
- Reservemarkedskalkulator: [Kalkulator](#)
- Samleside for reservemarkeder: [Reservemarkeder](#)
- Nedlastbar data om priser og volum: [Tall og data](#)
- Send spørsmål om inertia og FFR: [FFR@Statnett.no](mailto:FFR@Statnett.no)
- Send spørsmål om FCR: [fcr@statnett.no](mailto:fcr@statnett.no)
- Send spørsmål om reservemarkedene: [bsp@statnett.no](mailto:bsp@statnett.no)

