

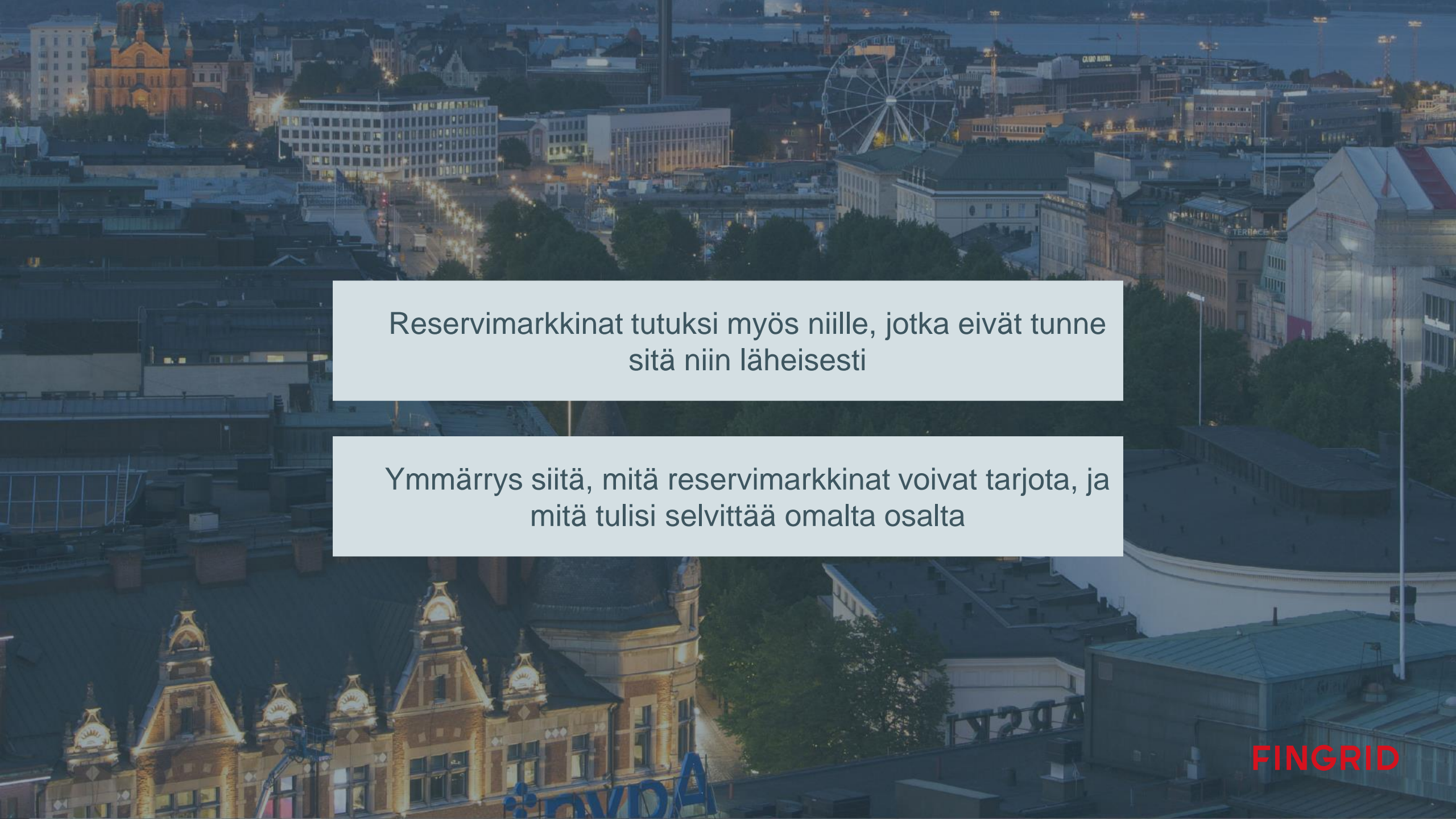


Niko Korhonen

# Reservimarkkinat tutuiksi

- Tausta ja tarve
- Reserveyistä lyhyesti
- Ansaintamahdollisuudet

**FINGRID**



Reservimarkkinat tutuksi myös niille, jotka eivät tunne sitä niin läheisesti

Ymmärrys siitä, mitä reservimarkkinat voivat tarjota, ja mitä tulisi selvittää omalta osalta

# Tulevaisuuden uusiutuvaan energiaan perustuva sähköjärjestelmä tarvitsee joustavuutta

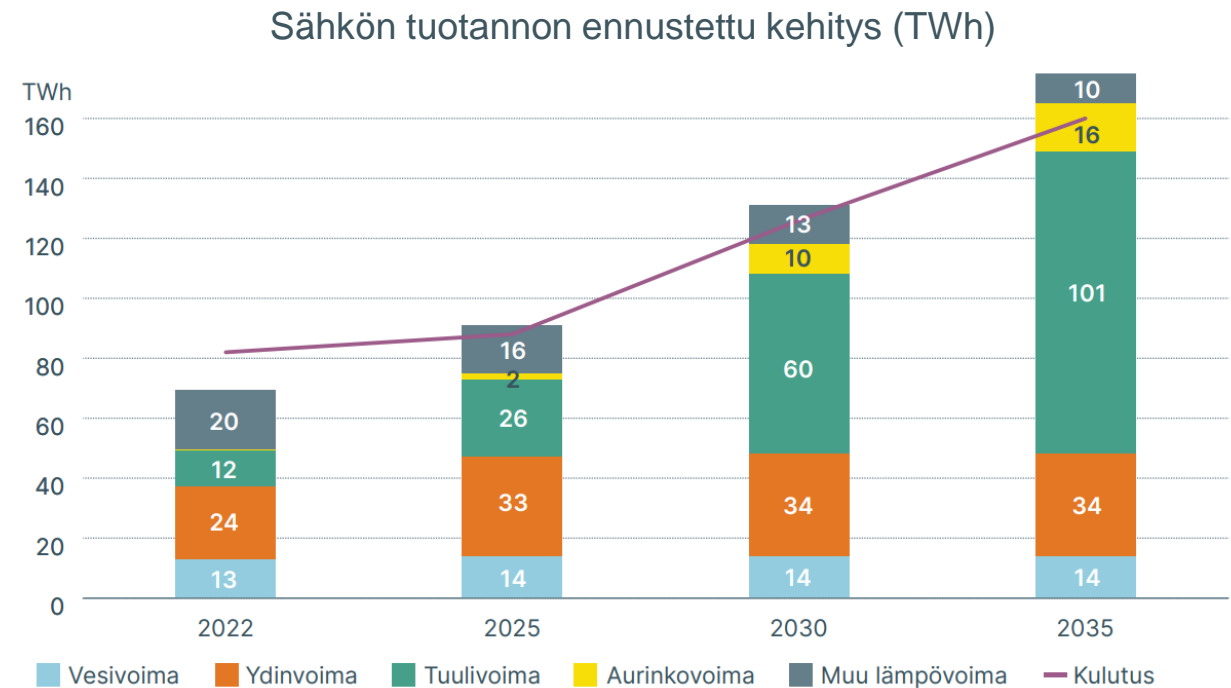
**“With great power comes great responsibility”**

Suomessa sähköjärjestelmän säätöön ovat aiemmin osallistuneet suurelta osin perinteiset voimalaitokset, mutta kaikkina hetkinä nykyinen säätövoima ei enää kykene yksin tarjoamaan riittävää määrän säätöä.

**Tuulivoimatuotannosta noin 20-30% tarjotaan alassäädöksi reservimarkkinoille (kuukausikeskiarvo)**

**Aurinkovoima ei käytännössä osallistu reservimarkkinoille, vaikka se on teknisesti mahdollista.**

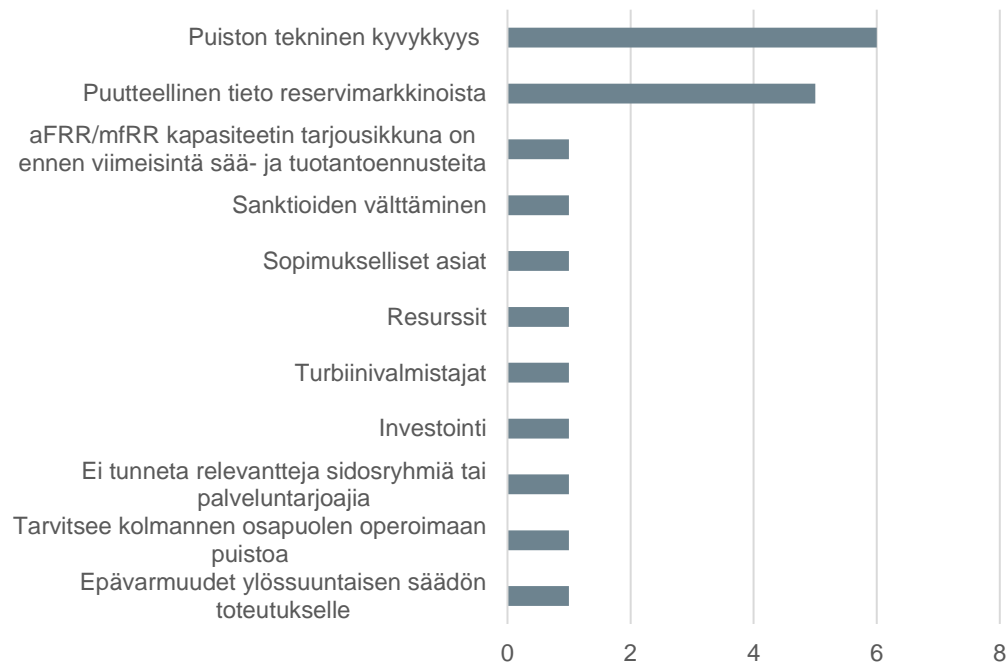
Reservimarkkinoita hyödynnetään laajemmin Ruotsissa ja Tanskassa



# Kysely: hyödyt nähdään, mutta ei tiedetä riittävästi reservimarkkinoista tai kohteiden kyvykkyydestä

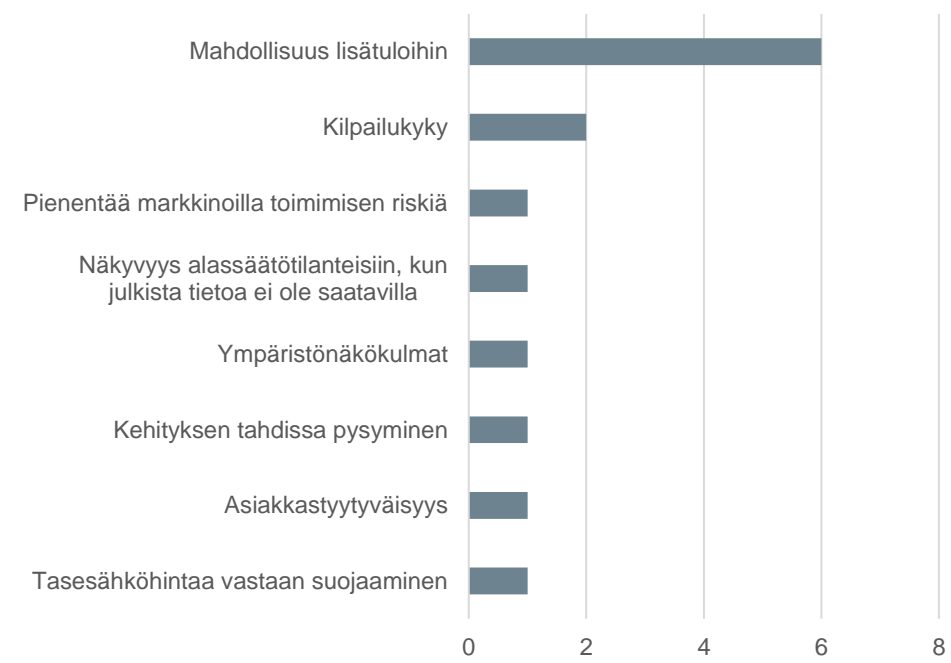
## Mitkä ovat suurimmat haasteet liittyä reservimarkkinoille?

*“Lack of information about reserve markets and available benefits, reserve markets is not noticed when planned power plants and operation models. “*



## Mitkä ovat suurimmat hyödyt liittyä reservimarkkinoille?

*“Pysymme kehityksen kulussa mukana ja pystymme optimoimaan puistojen omistajille tuottoa sekä varmistamaan sen että tulevaisuudessa uusia hankkeita voidaan rakentaa suomeen.”*



Kysely Fingridin tuuli- ja aurinkovoimawebinaarissa. Helmikuu 2024

Vastaukset suuntaa-antavia. Vastaajina 12 yritystä (puolet operoi tai rakennuttaa puistoja, loput omistajia, aggregoijia ja palveluntarjoajia)

**FINGRID**

An aerial photograph of a rural landscape. The foreground is dominated by a large green field with visible tractor tracks. To the left, there are golden-brown fields, some of which appear to be planted with rows of crops. In the background, a dense forest of green trees covers a hillside. Several high-voltage power lines with pylons stretch across the scene from the top left towards the bottom right. A single, tall, dark green tree stands prominently in the middle of the green field. The sky is clear and blue.

# Reservimarkkinat lyhyesti

FINGRID

# Sähköjärjestelmän reserveillä tasapainotetaan kulutus ja tuotanto



- Markkinatoimijat pyrkivät tasapainottamaan etukäteen sähkön kulutuksensa ja tuotantonsa sähkömarkkinoilla.
- Sähköjärjestelmän reservejä tarvitaan **järjestelmän tasapainottamiseen ja häiriötilanteiden hallintaan**. Reservituotteita on useita ja ne toimivat kokonaisuutena.
- Fingrid järjestelmävastaavana huolehtii reservimarkkinoilta hankkimiansa reservituotteiden avulla sähkön kulutuksen ja tuotannon tasapainosta reaaliajassa.

# Fingrid hankkii reservit ylläpitämiltään reservimarkkinoilta

Fingrid luo kysynnän ja toimijat tarjonnan

## Kapasiteettimarkkinat

Ylläpidetään kauppojen mukaisen määrän reservejä (sovitaan D-1 tai aiemmin)

Ylläpidosta maksetaan markkinatulosten mukainen korvaus, eli korvaus siitä, että reservi on käytettävissä.

Maksetaan kapasiteetistä, osassa tuotteista myös energian aktivoitumisesta (energia korvataan tasesähköhinnan mukaisesti)

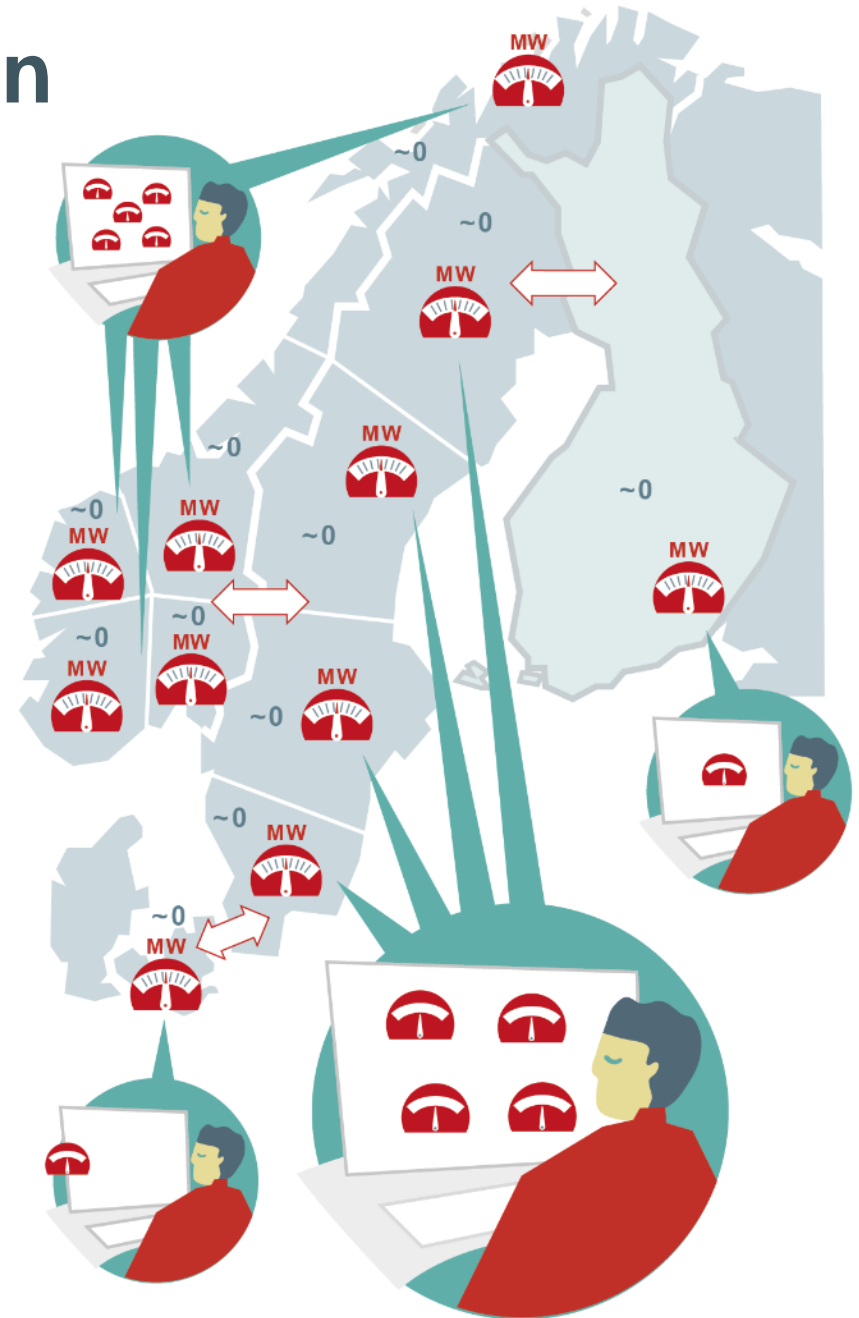
Kapasiteettituotteet\*: FFR, FCR-D, FCR-N, aFRR, mFRR

## Energiamarkkinat

Aktivoidaan reserviä. Aktivoinnista maksetaan markkinatulosten mukainen energiakorvaus, eli korvaus siitä, että reserviä käytetään

Jos on osallistunut kapasiteettimarkkinalle, tulee jättää vähintään hyväksytyjen tarjousten verran energiatarjouksia

Energiatuotteet\*: aFRR, mFRR (taajuuden palautusreservit)



# Reservituotteet Pohjoismaissa



FFR



FCR-D

FCR-N



aFRR



mFRR

	Nopea taajuus-reservi	Taajuusohjattu häiriöreservi	Taajuusohjattu käyttöreservi	Automaattinen taajuuden palautusreservi	Manuaalinen taajuuden palautusreservi Mitoittava vika + tasevastaavien tasevirhe
<b>Aktivointi</b>	Suuret taajuuspoikkeamat, hankitaan pienen inertian tilanteissa	Suuremmissa taajuuspoikkeamissa	Käytössä jatkuvasti	Käytössä kohdistetuilla tunneilla	Tarvittaessa

**Nopeus**

Sekunnissa

Sekunneissa

Kolmessa minuutissa

Viidessä minuutissa

12,5 min

← Taajuusohjattu aktivointi perustuu verkon taajuuteen →

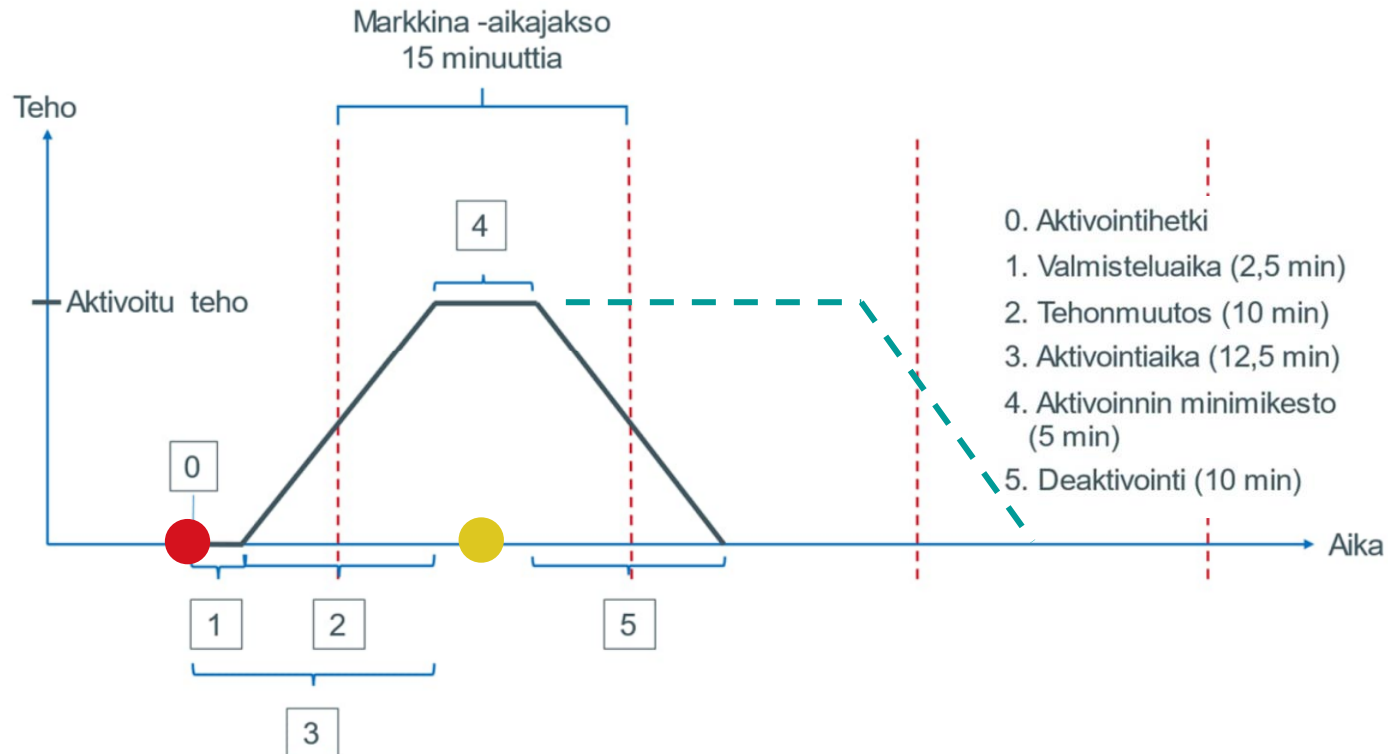
↑ Aktivointi Fingridin signaalista

**Akut kykenevät tarjoamaan kaikkia reservejä,**  
mutta tulee huomioida tuotteen minimitarjouskoko sekä vaatimukset energiahallintaan

# Esimerkki: kohteen aktivointi mFRR:ssä

## Ajastettu aktivointi (12,5 min)

Automatisoitu TSO-hankinta



## Suora-aktivointi

FG:n valvomo tekee säätöpyynnön

- ▶ **Aikaisintaan:**  
Samaan aikaan kuin ajastettu aktivointi (kohta 0)
- ▶ **Myöhäisin aktivointi:**  
+7,5min käyttövarsin alun jälkeen (kohta 4 puoliväli)
- ▶ **Aktivoinnin kesto:**  
Seuraavan varsin loppuun asti.

Korvaus säädöstä =  $15/60 \text{ h} * \text{ hinta (€/MWh)} * \text{ Teho (MW)}$

# Kaksi tapaa toimia reservimarkkinoilla

## 1) Muun toiminnan ohessa

Reservikohteella muu pääasiallinen käyttötarkoitus

Reservikykyä tarjotaan markkinoille vapaan kapasiteetin rajoissa

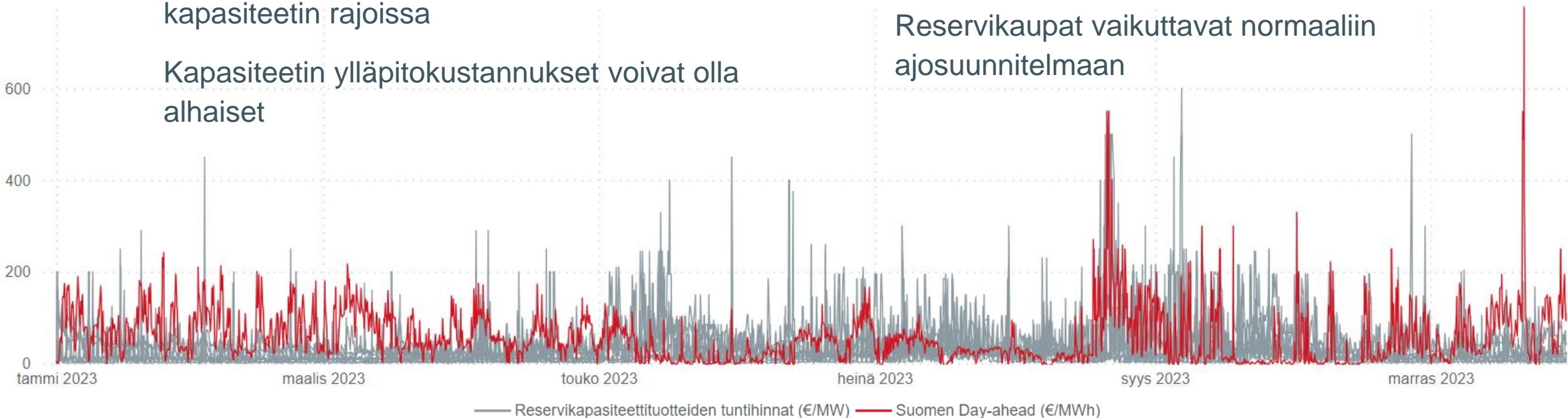
Kapasiteetin ylläpitokustannukset voivat olla alhaiset

## 2) Kokonaisoptimoiden

Otetaan reservimarkkinat huomioon toimittaessa fyysisillä sähkömarkkinoilla

Tarjotaan markkinalle, jolla paras tuotto-odotus

Reservikaupat vaikuttavat normaaliin ajosuunnitelmaan



# Mitä reservimarkkinoille osallistuminen vaatii?

**1** Tekninen toteutus – laitoksen säätökyky ja automaation toiminta

**2** Laitoksen **säätökoe** yhdessä Fingridin kanssa (automaattiset reservit)

**3** Tiedonvaihto, osin reaaliaikatiedonsiirtoa

**4** Valvomotoiminto, ainakin säätösähkömarkkinat

**5** Reservisopimuksen allekirjoitus, vakiopohjat Fingridin nettisivuilla

**6** Päivittäinen kaupankäynti. Mahdollista hyödyntää palveluntarjoajaa

Lisää tietoa:

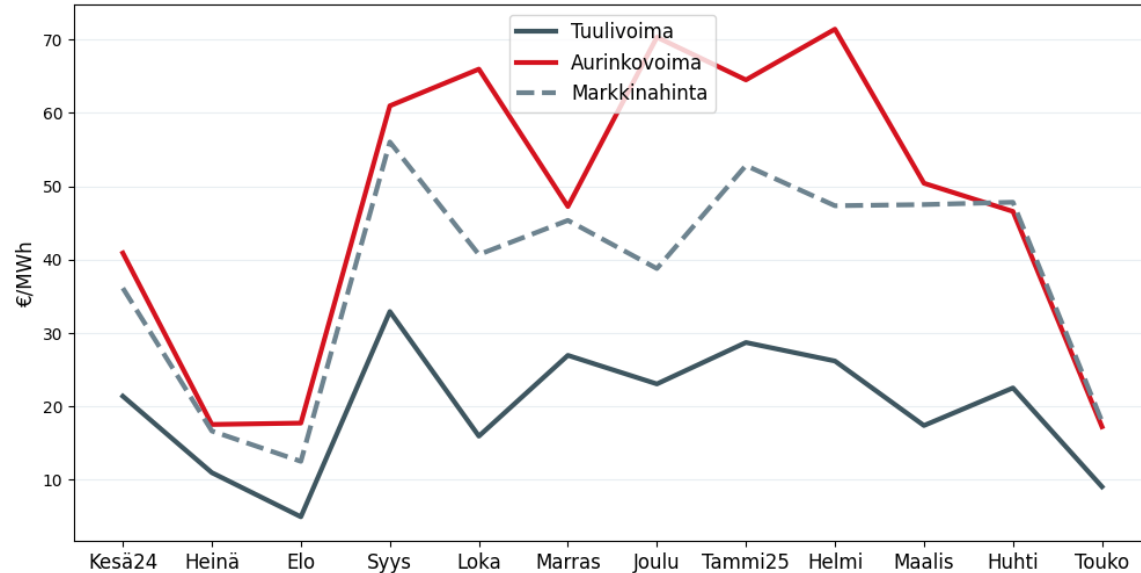
<https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/reservit/sahkojarjestelman-reservit/>

An aerial photograph of a lush green forested landscape. A river flows through the center, surrounded by dense trees. In the background, a large power substation with multiple towers and power lines is visible. The sky is clear and blue. The text is overlaid in the center of the image.

# Reservien hankintamäärät reserveistä maksetut korvaukset

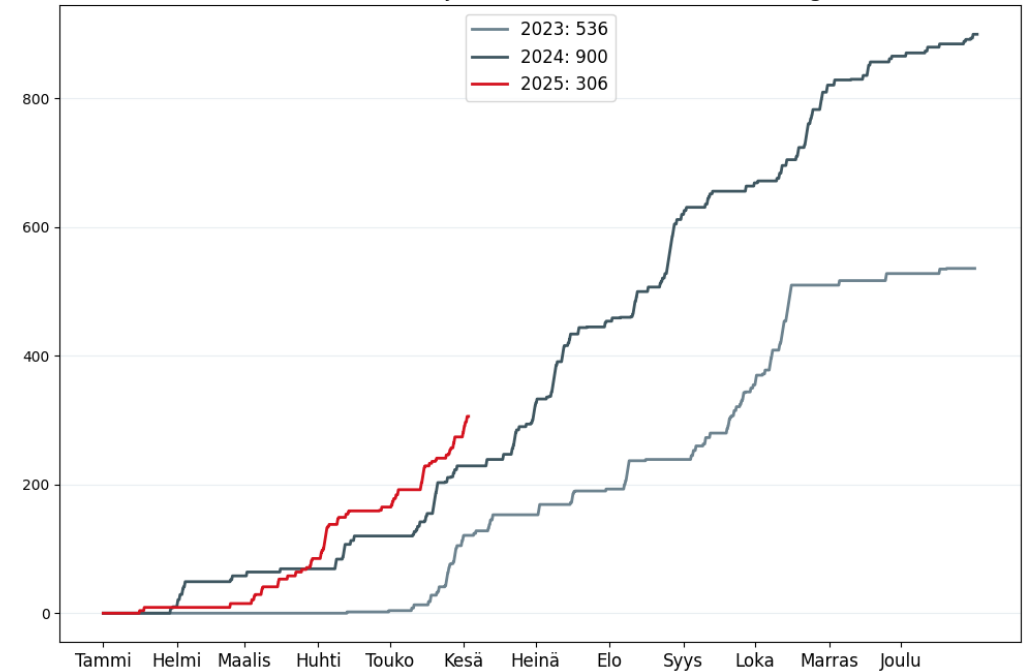
# Uusiutuvien saavutettu hinta ja negatiiviset tunnit Suomessa

Uusiutuvien saavutettu keskihinta (Capture price) ajalla 1.6.2024 - 31.5.2025



Liukuvat 12kk keskiarvot	Tuuli	Aurinko
Saavutettu keskihinta	21,03 €/MWh	34,38 €/MWh
Capture rate	55,1 %	90,1 %

FI: Kumulatiiviset tunnit, joilla sähkön hinta on 0 € tai negatiivinen

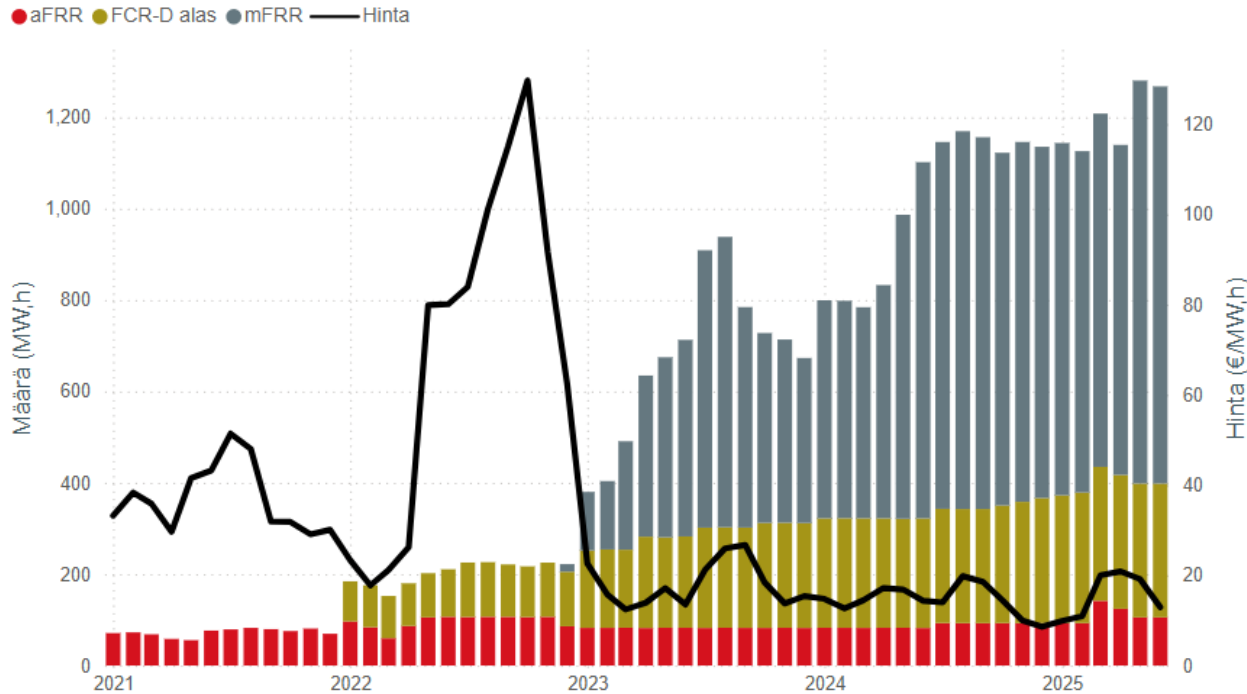


Saavutettu keskihinta (capture price) = uusiutuvan energian tuottajan saavuttaman tuotannon painotettu keskiarvohinta

Capture rate (kannibalisaatio) = saavutettu keskihinta suhteessa markkinan keskihintaan

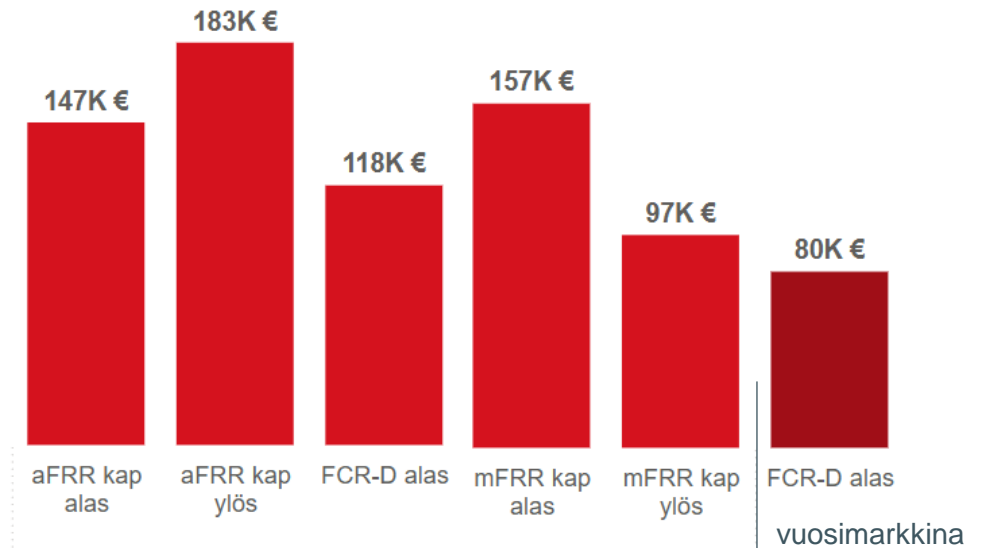
# Reservikapasiteettikauppa on kasvanut

Hankintamäärä tuotteittain sekä volyympainotettu hinta



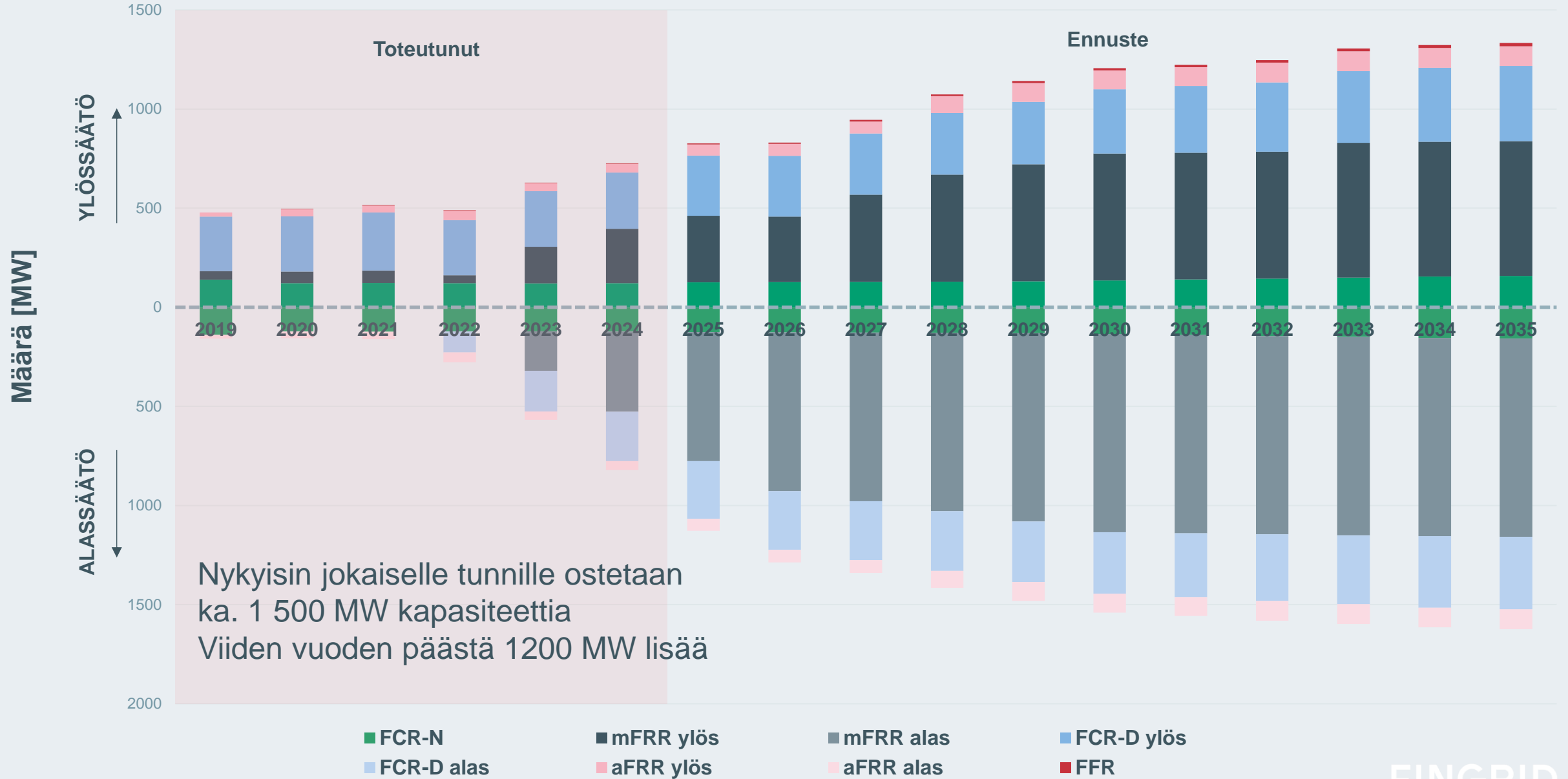
Potentiaaliset tuotot 1 MW reservikyvyllä

1.6.2024 – 31.5.2025



Lisäksi mFRR-energiakaupan volyyymi on kasvanut noin 2 – 3 kertaisesti alkuvuodesta.

# Reservikapasiteetin hankintamäärät 2019-2035



# Reservimarkkinoiden plussat ja miinukset

## Hyödyt

- **Mahdollistaa lisäansioita** (vapaa osallistumaan silloin kuin haluaa)
- **Mahdollistaa entistä paremmin markkinoiden välisen hintaoptimoinnin**
- **Tuulivoiman alassäädössä spotti-kauppaa ei tarvitse rajoittaa**, jos halutaan käydä kauppaa kapasiteettimarkkinoilla (pl. jos laitos on minimiteholla)
- **Pienentää markkinariskiä**. Pienenee enemmän, jos on mahdollisuus osallistua useammalle reservituotteelle
- **Tuotantorajoituksista tapauksessa reservimarkkinoille osallistuminen tarjoaa lisätuottoja**, jos verkossa tapahtuu odottamaton keskeytys eikä käytössä ole alassäätötarjouksia

## Haasteet / huomioonotavat asiat

- **Rajoitteet tapauskohtaisia**: sopimuksellisia ja/tai teknisiä
- **Kaupankäynti vaatii pohjaksi luotettavan tuotantoennusteen**.
- **Samaa joustoa voi myydä vain yhdelle markkinalle kerrallaan**
- **Kyvykkyys kannattaa huomioida jo investointivaiheessa**:
  - Hyvät etäohjaustoiminnallisuudet
  - SCADA-yhteydet ja reaaliaikatiedonsiirto
  - Kaikkiin sopimukseen reservikäyttömahdollisuus

# Lisää tietoa Fingridin sivuilta

<b>Reservimarkkinat</b>	<a href="https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/reservit/">https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/reservit/</a>
<b>Ohje sääriippuvalle tuotannolle automaattisissa reserveissa</b>	<a href="https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/sahkomarkkinat/reservit/ohje-ennustepohjaiselle-tuotannolle-ja-kulutukselle-automaattisissa-reserveissa.pdf">https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/sahkomarkkinat/reservit/ohje-ennustepohjaiselle-tuotannolle-ja-kulutukselle-automaattisissa-reserveissa.pdf</a>
<b>Ajankohtaiset</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Tapahtumat ja esitysmateriaalit</li><li>• Tilaa Fingridin uutiskirje</li></ul>	<a href="https://www.fingrid.fi/ajankohtaista/fingridin-tapahtumat/reservipaivat/">https://www.fingrid.fi/ajankohtaista/fingridin-tapahtumat/reservipaivat/</a>  <a href="https://www.fingrid.fi/ajankohtaista/fingridin_julkaisut/uutiskirje/">https://www.fingrid.fi/ajankohtaista/fingridin_julkaisut/uutiskirje/</a>
<b>Reservituottolaskuri</b>	<a href="https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/reservit/reservituotteet-ja-markkinoille-osallistuminen/reservituottolaskuri/">https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/reservit/reservituotteet-ja-markkinoille-osallistuminen/reservituottolaskuri/</a>
<b>Fingrid Avoin Data alusta</b>	<a href="https://data.fingrid.fi/">https://data.fingrid.fi/</a>
<b>Reservimarkkinainformaatio (visuaalinen)</b>	<a href="https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/reservimarkkinainformaatio/">https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/reservimarkkinainformaatio/</a>

# Kiitos mielenkiinnosta!

## Reservikoulutus 2025 marraskuussa Helsingissä

Uudet markkinoille tulevat toimijat tai palveluntarjoajat, tai sitä suunnittelevat.

Lisätietoja myöhemmin

Sähköpostit muotoa  
etunimi.sukunimi@fingrid.fi  
Puh. 030 395 4139

**FINGRID**

volue

Reservimarkkinoiden hyödyt käytännön esimerkkien  
kautta

Markus Korpinen, 11.06.2025

# Value in brief

Established

2020

Customers

2,500+

Engaged employees

700

Experience in Green Tech

50 years

Customers in

40+ countries

Offices

30

Industry segments



Energy

Power Grid

Infrastructure

Owned by

- Arendals Fossekompagni
- Advent International
- Generation Investment Management

# Voluen reservimarkkinapalvelut ja niiden hyödyt

- Tekniset ja kaupalliset palvelut sisältäen 24/7 valvomopalvelun yhdestä paikasta
- Voluen uniikki ohjausratkaisu VAC (Volute Asset Controller) mahdollistaa reservikohteen osallistumisen usealle eri markkinapaikalle yhtäaikaisesti
- Vahva SCADA-järjestelmäosaaminen
- Oma energianhallintajärjestelmä (EMS) kaupallista operointia varten sisältäen analyytikon tuen ja näkemykset reservimarkkinoista
- Räätälöitävä palvelukokonaisuus asiakkaan tarpeiden mukaan
- 24/7 toimivalla valvomolla yli 150 henkilötyövuoden kokemus reservimarkkinoista
- Eriyisen laaja osaaminen tuulivoiman operoinnista reservimarkkinoilla (yli 1400 MW tuulivoimaa Voluen kautta reservimarkkinoilla ja 1200 MW odottaa käyttöönottoa)

# Miksi osallistua reservimarkkinoille?

- **Sääriippuva tuotanto lisääntynyt merkittävästi viime vuosien aikana**
  - Reservien tarve kasvanut ja tulee myös kasvamaan merkittävästi tulevaisuudessa
- **Lisäansaintamahdollisuus**
  - Nykyisen spot-hintatason valossa reservimarkkinat voivat toimia aurinko- ja tuulituottajalle merkittävänä lisätulonlähteenä
  - Samalla voidaan pienentää tasesähköriskiä
- **Osallistuminen verrattain helppoa**
  - Ohjausvalmiudet lähtökohtaisesti olemassa aurinko- ja tuulipuistoissa
  - Kyvykkyydet vähintään mFRR- ja aFRR markkinaaan löytyy lähes jokaisesta puistosta (sekä ylös- että alassäätö)
  - FCR-D alas markkina mahdollinen turbiinivalmistajasta riippuen



# Reservimarkkinan hyödyt euroina

- Noin 50MW kokoinen tuulipuisto ja tarkasteluväli 1.6.2024 – 31.5.2025 (mFRR markkinat)
  - Tulot mFRR kapasiteettimarkkinalta n. 530 000 €
  - Tulot mFRR energiamarkkinalta n. 481 000 €
  - Tulot suhteutettuna toteutuneeseen tuotantoon 6,4 €/MWh
    - Vertailuna samalta ajanjaksolta tulot spot-markkinalta n. 20 € /MWh
- Noin 50MW kokoinen tuulipuisto ja tarkasteluväli 4.3.2025 – 31.5.2025 (mFRR markkinat)
  - Tulot mFRR kapasiteettimarkkinalta n. 123 000€
  - Tulot mFRR energiamarkkinalta n. 347 000 €
    - Tulot suhteutettuna toteutuneeseen tuotantoon 8,7 €/MWh
      - Vertailuna samalta ajanjaksolta tulot spot-markkinalta n. 15 €/MWh
- **-10 000 €/MW alassäätöhinta 18.5.2025**
  - Hintaa vain yhden vartin ajan, tosin ympäröitynä muilla merkittävillä negatiivisilla hinnoilla
  - Edellä mainittu 50 MW esimerkin puisto sai energiatuloja 72 000 €. Yhdeltä vartilta. Siitä että rajoitti tuotantoa hieman.

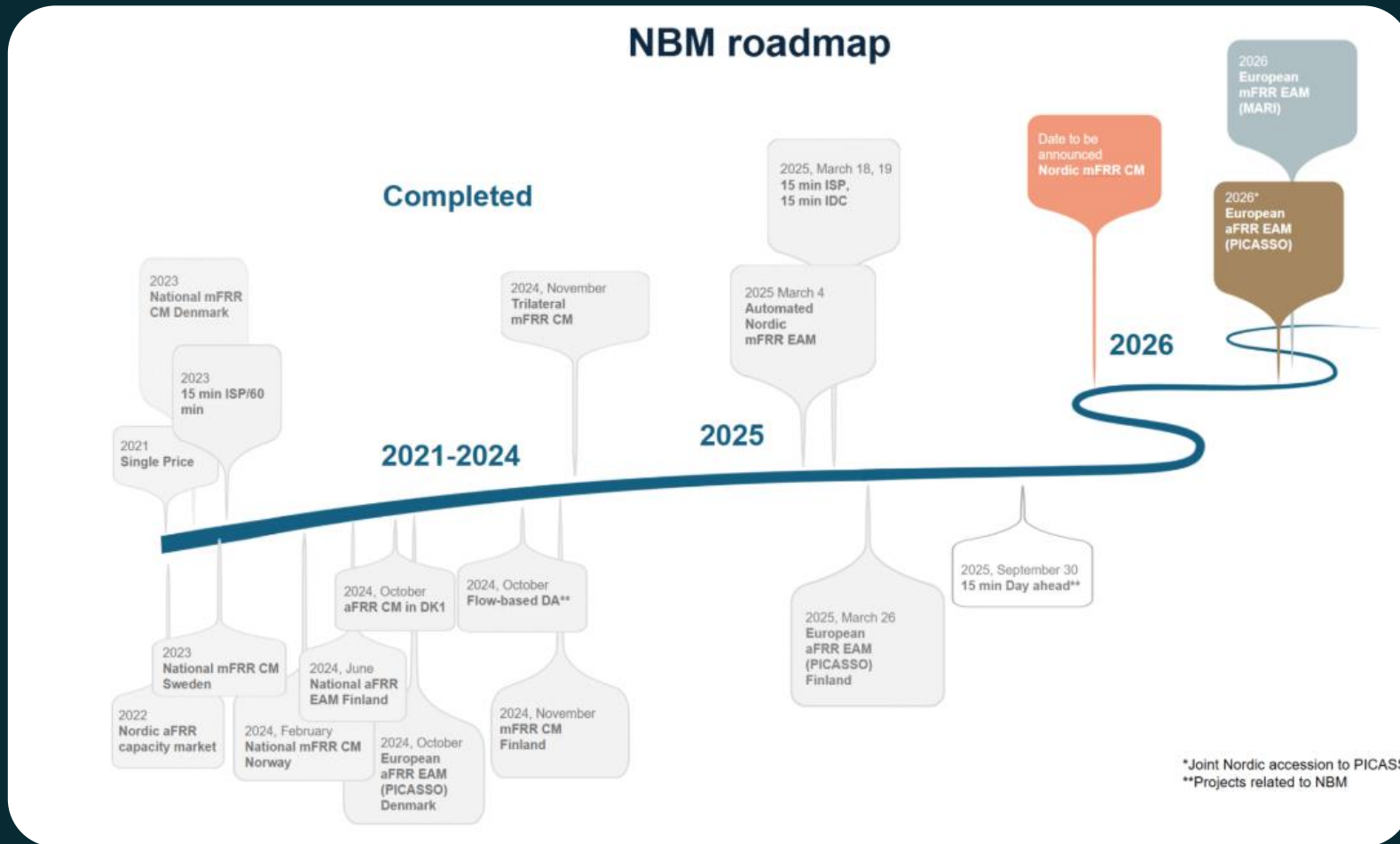


# Reservimarkkinan hyödyt euroina (Aurinko)

- Aurinkovoimaa toistaiseksi hyvin vähän reservimarkkinoilla
- Lisäansaintamahdollisuudet mFRR-markkinalla hyvät. Arviot nykyisillä markkinahinnoilla n. 20 €/MWh tuotetun energian osalta
- Esimerkiksi 10 MW aurinkovoimala voisi mahdollisesti saada noin 200 k€ vuosittaisen tuoton (oletus 10 GWh tuotanto/a)
- Tulot tulevat luonnollisesti lähes kokonaan aikavälillä maaliskuun puolivälistä syyskuun puoliväliin
- Tällä hetkellä aurinkovoimalla mahdollisuus keskihintaa korkeampiin tuottoihin mFRR alas kapasiteettimarkkinalla
- Muusta tarjonnasta on keskimäärin niukkuutta aurinkoisella säällä



# Havainnot viimeaikaisista markkinamuutoksista reservimarkkinoilla



- aFRR energiamarkkina alkoi kesäkuussa 2024
  - Toimijat voivat hinnoitella energiatarjouksensa vapaasti
    - Tuuli- ja aurinkovoiman osallistuminen houkuttelevampaa
- mFRR EAM 15 minuutin markkina alkoi 4.3.2025
  - Tuulivoimatuottajalle tuloja 5-10 kertaa enemmän
  - Alassäätöenergian kysyntä on noussut erittäin paljon ja hinnat parantuneet
  - Aiemmin kapasiteettitulot olivat suurempi osa kokonaistuloista (cap 80% - ener 20%), markkinamuutoksen jälkeen energiasta enemmän tuloja (cap 30% - ener 70%)
  - Myös kapasiteettimarkkinatulot ovat kasvaneet markkinamuutoksen jälkeen

# Vaadittavat asiat reserveihin osallistumiseen

- **Tekniset vaatimukset mFRR ja aFRR**
  - Yhteys puistoautomaatioon ja mahdollisuus muuttaa pätötehon asetusarvoa
  - Automatisoitu prosessi puiston säätöön molemmilla markkinoilla → mFRR osaltakin nykymarkkinalla manuaalinen prosessi on liian hidas
  - Reaaliaikatiedonvaihto Fingridin kanssa
- **Kaupalliset valmiudet mFRR ja aFRR**
  - Riittävän tarkat tuotantoennusteet!
  - Kaupankäyntialusta
    - Tarjousten muodostus
    - Yhteydet markkina-alustoille
      - Tarjousten toimitus
      - Aktivointitiedon vastaanotto
    - Laskutusraportointi



# Kuinka päästä mukaan mFRR- ja aFRR-markkinalle

1. BSP-sopimus Fingridin ja eSett:in kanssa
2. Reservimarkkinakohtainen sopimus Fingridin kanssa
  - mFRR markkinalla ei vaadita säätökoetta
  - aFRR markkinaan vaaditaan sääriippuvalta tuotannolta baselinen todennus ja kaikilta reservikohteilta aFRR säätökokeen suorittaminen
3. Tarjousmallien luonti kaupankäyntijärjestelmään sekä yhteyksien testaaminen markkinapaikoille, jotta tarjousten jättö- ja aktivointiprosessi toimivat automatisoidusti
  - mFRR markkinalla aktivoinnit ECP-tiedonsiirrolla
  - aFRR markkinalla ICCP:llä reaaliaikaisesti
4. Aktivointitiedon linkitys puistoautomaatioon sekä säädön toteutuksen testaus
5. Vaadittavien reaaliaikatietojen välitys Fingridille

# Miltä operatiivinen vaihe näyttää kun ollaan mukana markkinalla

1. Seuraavan päivän mFRR ja aFRR kapasiteettitarjousten jättö klo 8:30 mennessä Fifty NMMS alustalle
2. Tulokset selvillä n. 9:30 mennessä. Myydyn kapasiteetin huomioiminen spot-tarjouksessa niin että vähintään myyty alassätökapasiteetti myydään spot-markkinalle
3. mFRR ja aFRR energiatarjouksien jättö ja päivittäminen viimeistään 45min ennen (mFRR) ja 25min (aFRR) ennen käyttövarattia Vaksiin
4. Aktivointietojen vastaanottaminen sekä säädön fyysinen toteutus reservikohteella
5. Jälkiselvitys, raportointi ja laskutus
  - BSP laskuttaa Fingridiltä suoraan kapasiteettikorvaukset
  - eSett hyvittää energiamarkkinan aktivoinnit suoraan BSP:lle

# Yhteenveto

- Joustokyvyn hyödyntäminen tuo merkittäviä taloudellisia lisähyötyjä aurinko- ja tuulivoimalle
- Markkinamuutokset ovat lisänneet prosessien automatisoinnin tarvetta ja samalla säätöjen määrä sekä arvo on kasvanut
- Reservimarkkinoille pääsy on verrattain helppoa kunhan resurssi on säädettävissä
- Apuja reservimarkkinoille pääsyyn ja operointivaiheeseen saa palveluntarjoajilta!



volue

Kiitos!

Markus Korpinen  
markus.Korpinen@volue.com  
+358 50 366 4219