



**Keskustelutilaisuus
tuulivoiman
osallistumisesta
reservimarkkinoille
8.12.2022**

Agenda

- 10.00 Aloitussanat
- 10.05 Sähköjärjestelmän tarpeet ja tuulivoiman mahdollisuudet reservimarkkinoilla
- 10.30 Tuulivoima reservimarkkinoilla
- 11.10 Käytännön havaintoja tuulivoimakapasiteetin joustomahdollisuuksista
- 11.35 Pilotti tuulivoiman osallistumisesta automaattisten reservituotteiden markkinoille
- 12.00 Lounas

FINGRID



<https://fingrid.screen.io/tuuli>

FINGRID

Sähköjärjestelmän tarpeet ja tuulivoiman mahdollisuudet

Tuomas Rauhala & Asta Sihvonen-Punkka



Kustannustehokkaasti varma sähkö

Käyttövarmuuden osa-alueet

Tehotasapainon hallinta

Stabiiliutta tukevat ratkaisut

**Uhka vai
mahdollisuus?**

Siirtojenhallinta

Sähkön riittävyys

Jännitteen hallinta

8.12.2022

FINGRID

Vaihtoehdot käyttövarmuuden ylläpitämiseksi

**Irtikytkennät liityntäpisteen
katkaisijat avaamalla**

**Aktivoinnit reservimarkkinoilta
(tai intraday-kauppa)**

**Ohjauspyynnöt
voimalaitosoperaattorille**

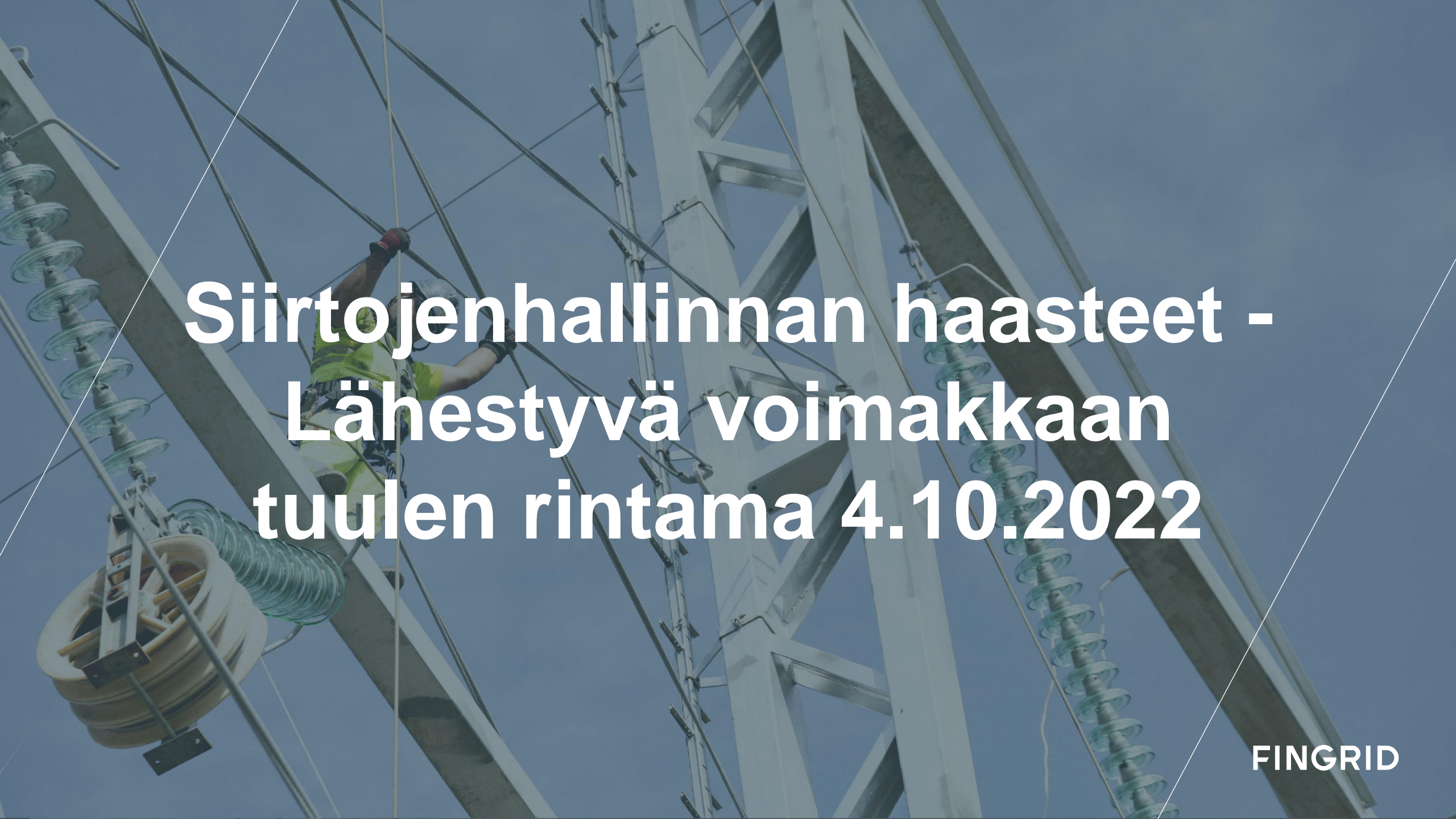
**Verkkotekniset ratkaisut
(etenkin investoinnit mutta myös esim.
kytkentäjärjestelyt)**

Verkkoonliittymisvaatimukset

**Myös muita keinoja kehitteillä
ja työn alla**

8.12.2022

FINGRID



**Siirtojenhallinnan haasteet -
Lähestyvä voimakkaan
tuulen rintama 4.10.2022**

Lähtökohdat

LUOVA-tiedote 4.10.2022
Mahdollisesti vaarallisia
myrskypuuskia välillä 6.10.2022 klo
02:00-19:00

Keskeytys huoltotyön vuoksi Ulvila-
Kristinestad 400 kV johdolla
3.-7.10.2022

Epätarkkoja lähtötietoja
keskeytysuunnittelun prosessissa

Ei tarjouksia säätösähkölistalla

8.12.2022

FINGRID

Esimerkki - viidentoista minuutin velvoite


Fingridillä velvoite sopeuttaa järjestelmän käyttötilanne normaaliksi 15 minuutin sisällä häiriön jälkeen

Kyky muuttaa verkosta ottoa tai antoa tai säätöperiaatetta 15 minuutissa edellytys irtikytkentöjen välttämiseksi



8.12.2022

FINGRID



Tavoitteena korkea käyttövarmuus hiilineutraalissa sähköjärjestelmässä.

Mitkä keinot otamme ensisijaisesti käyttöön?

FINGRID

Tervetuloa reservimarkkinoille tuulivoima!

- Kaikki joustomahdollisuudet tarvitaan käyttöön, jotta energiajärjestelmän modernisointi voidaan tehdä kustannustehokkaasti
- Hyvin toimivat ja likvidit reservimarkkinat mahdollistavat tasehallinnan ja tasepalvelun kustannusten pitämisen maltillisina
- Reservimarkkinat laajenevat alueellisiksi ja eurooppalaisiksi, laajemmat markkinat luovat perustan vakaille markkinoille



Reservitarjonta Ruotsissa

Maximala budvolymerna som inkommit för mFRR upp och ned under 2021 per kraftslag och elområde

Förkvalificerade volymer aFRR per 21 november 2022 (avrundat till närmaste 50-tal)

Kraftslag	aFRR UPP (MW)	aFRR Ned (MW)
Vattenkraft	1 800	1 800
Värmekraft	50	50
Vindkraft	-	50



Vattenkraft		
SE1	2 410	2 480
SE2	2 820	2 540
SE3	710	610
SE4	30	20
Värmekraft		
SE1	-	-
SE2	-	-
SE3	190	20
SE4	210	500
Vindkraft		
SE1	-	150
SE2	-	950
SE3	-	100
SE4	-	180

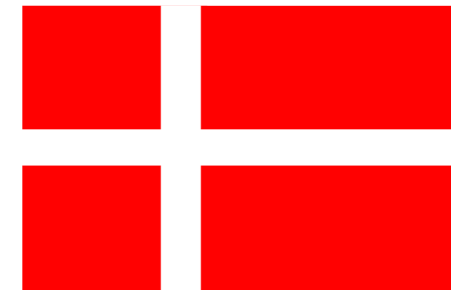
Förkvalificerade volymer för FFR och FCR per 18 november 2022 (avrundat till närmaste heltal):

Kraftslag	FFR (MW)	FCR-N (MW)	FCR-D upp (MW)	FCR-D ned (MW)
Vattenkraft	0	1 685	1 320	805
Värmekraft	0	40	45	20
Energilager	35	0	15	5
Flexibel förbrukning	80	0	110	0
Solkraft	0	0	0	15
Vindkraft	0	0	20	110

8.12.2022

FINGRID

Tuulivoiman alassäätö Tanskassa



- Tanskassa tuulivoiman käytöstä säätösähkömarkkinoilla paljon kokemusta, pääosa aktivoinneista tehdään erikoissäätönä Saksan siirtojen hallinnan tarpeisiin

	2021	2020	2019	2018
Modtaget fra TenneT (GWh)	4.954	3.901	1.914	1.598
Nedreguleret hos danske aktører (GWh)	3.424	3.048	1.312	1.114
- Stop/reduktion af produktion fra termiske anlæg	43%	35%	46%	53%
- Start af elkedler	20%	17%	22%	21%
- Stop af vindmøller	37%	48%	32%	26%
Gns. pris for al indenlandsk nedregulering (kr/MWh)	-90	-174	-92	-69

8.12.2022

FINGRID

**Tuulivoima
reservimarkkinoilla
Jukka Kakkonen & Laura Ihamäki**

Reservituotteista

Nopea
aktivoituminen

1 s

10 s

3 min

5 min

15 min

Hidas

FFR (ylös)	Nopea taajuusreservi	} Taajuusohjattuja	<ul style="list-style-type: none"> Seuraa verkon taajuutta, aktivoituu itsenäisesti 1 krt/pv tarjouksen jättö Reaaliaikainen tiedonsiirto kyvystä
FCR-D ylös FCR-D alas	Taajuusohjattu häiriöreservi		
FCR-N (symmetr.)	Taajuusohjattu käyttöreservi		
aFRR ylös aFRR alas	Automaattinen taajuudenpalautusreservi	} Signaali-ohjattuja	<ul style="list-style-type: none"> FG lähettää säätösignaalia 1 krt/pv tarjouksen jättö Reaaliaikainen tiedonsiirto kyvystä
mFRR ylös mFRR alas	Manuaalinen taajuudenpalautusreservi eli säätösähkö ja säätökapasiteetti	} Manuaalisesti aktivoitavia	<ul style="list-style-type: none"> FG lähettää aktivointikäskyn Tuntikohtaiset tarjoukset, voidaan jättää ennakkoon ja päivittää jokaiselle tunnille Reaaliaikainen tuotanto-/kulutusmittaus Vaatii tavoitettavuuden, valvomon Määrää tasepoikkeaman hinnan
mFRR kapasiteetti			

Tuulivoima reservimarkkinoilla Suomessa nyt

FFR

aFRR

mFRR

FCRD

FCRN

8.12.2022

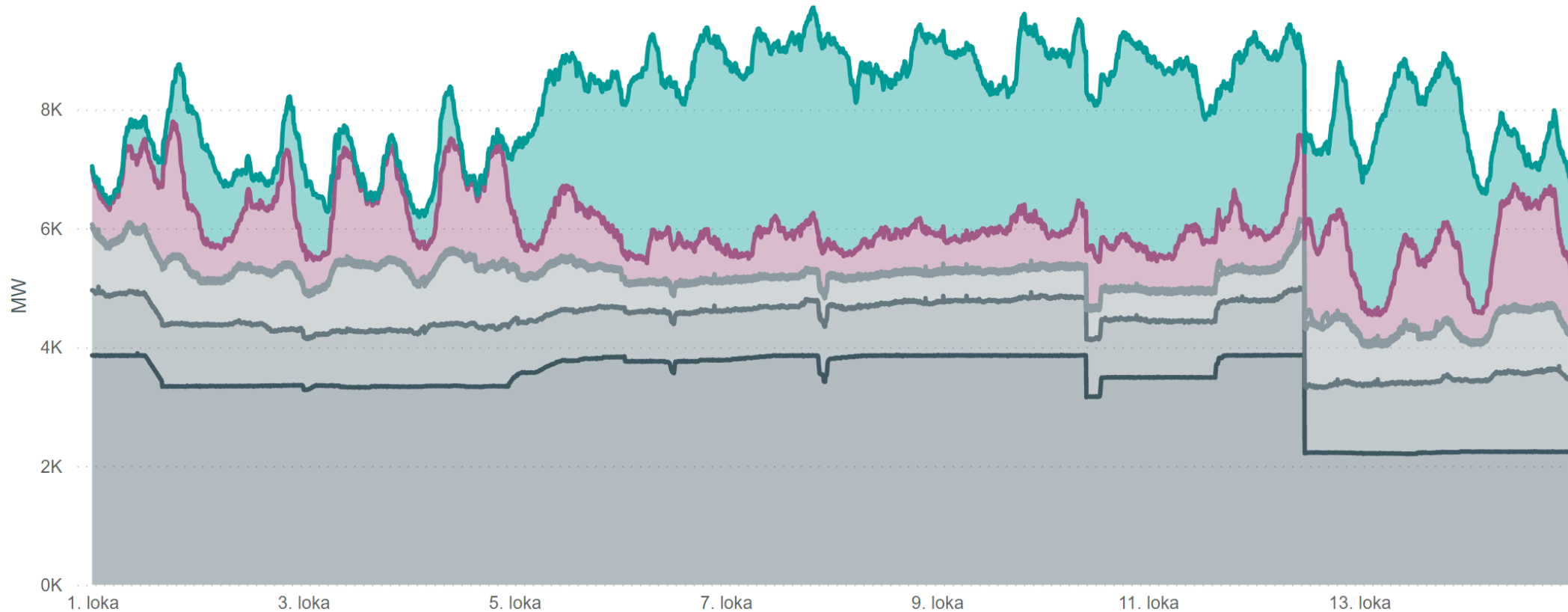
FINGRID

1.-14.10.2022 Lokakuun alun tuuliset päivät

Tuulivoimatuotanto näkyy sähköjärjestelmässä, muu tuotanto antaa tilaa

Mitattu tuotanto

● Ydinvoimatuotanto ● Teollisuuden yhteistuotanto ● Kaukolämmön yhteistuotanto ● Muu tuotanto ● Vesivoimatuotanto ● Tuulivoimatuotanto



8.12.2022

FINGRID

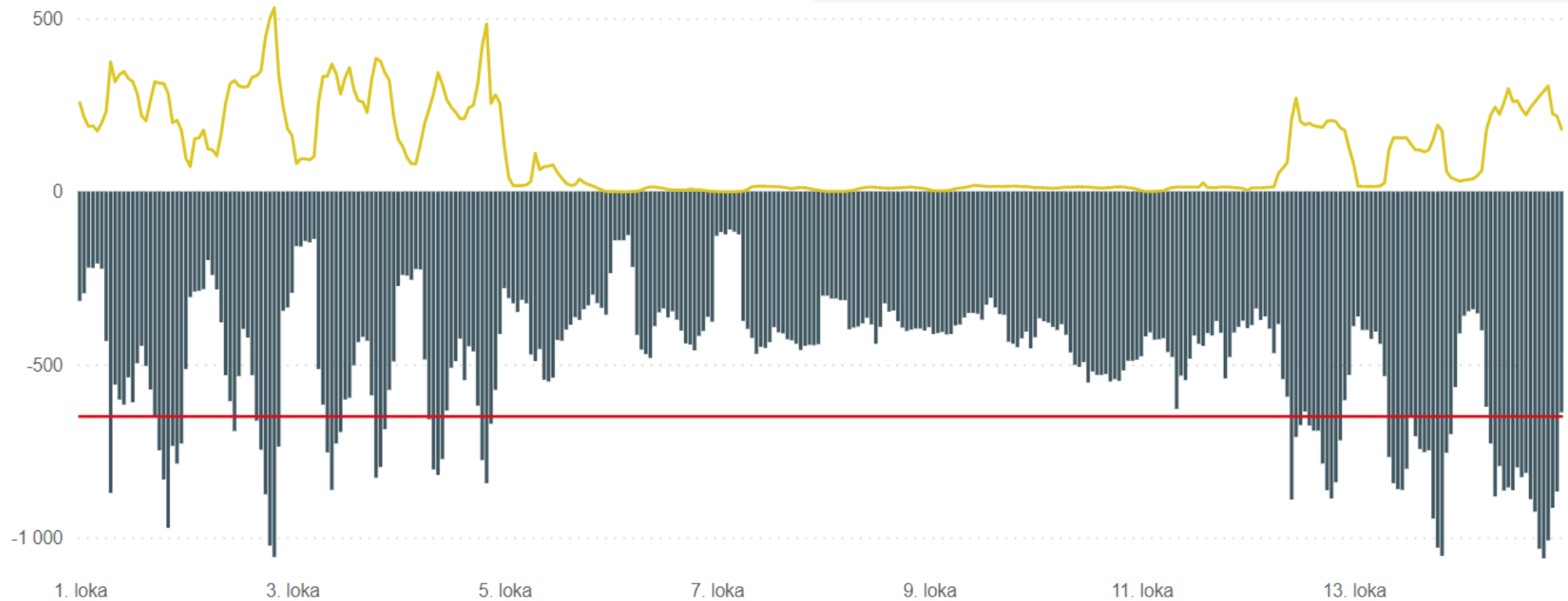
1.-14.10. Vaikutukset säätösähkömarkkinoilla

Tuulivoima syrjäyttää joustavaa tuotantoa – alassäätötarjoukset vähenevät

Alassäätötarjousten summa tunneittain

● Tarjousmäärä (MW) — DA-hinta (EUR/MWh) — Mitoittava vika alas (MW)

From	To	Volume [MW]	Price [EUR / MWh]
08.10.2022 10:00 (UTC)	08.10.2022 11:00 (UTC)	5	-2000.00



8.12.2022

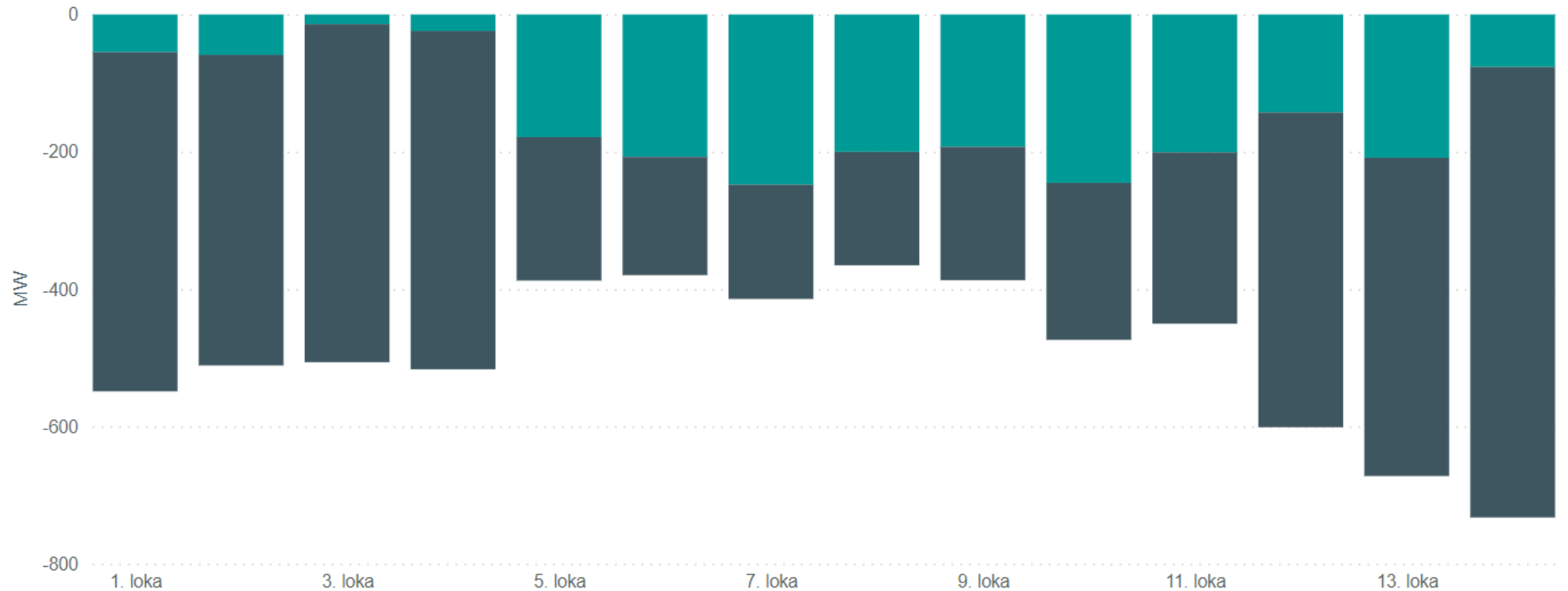
FINGRID

1.-14.10. Tuulivoiman alassäätösäättötarjoukset

Tuulivoiman tarjousmäärät kasvoivat, mutta vähemmän kuin muu vähenemä

Alassäätötarjousmäärät tuotantomuodoittain päivätasolla

Tuotantomuoto ● Tuulivoima ● Muu tuotanto tai kulutus



8.12.2022

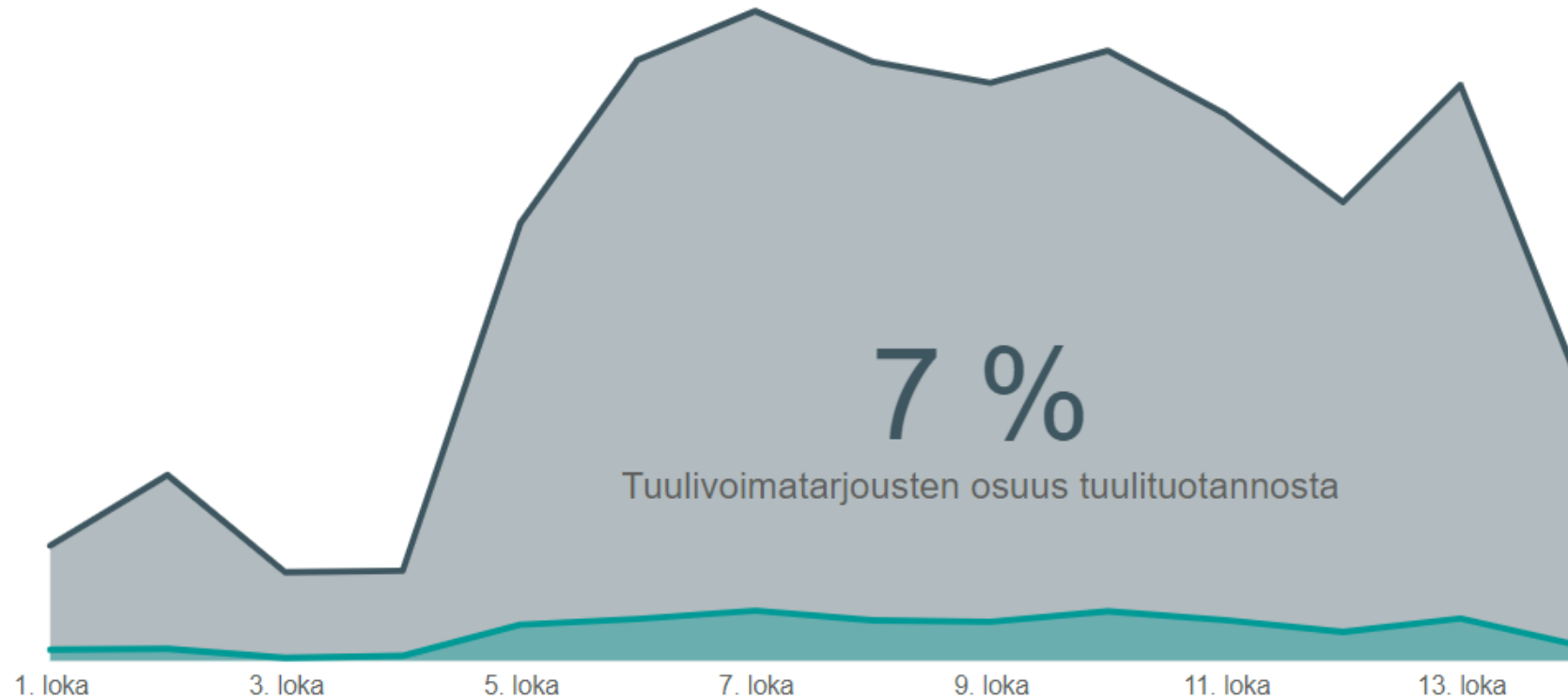
FINGRID

1.-14.10. Tuulituotanto ja säätötarjoukset

Alassäätötarjousten osuus koko tuulivoiman tuotannosta

Tuulivoiman tuotanto ja säätötarjoukset

— Tuotanto — Alassäätötarjoukset



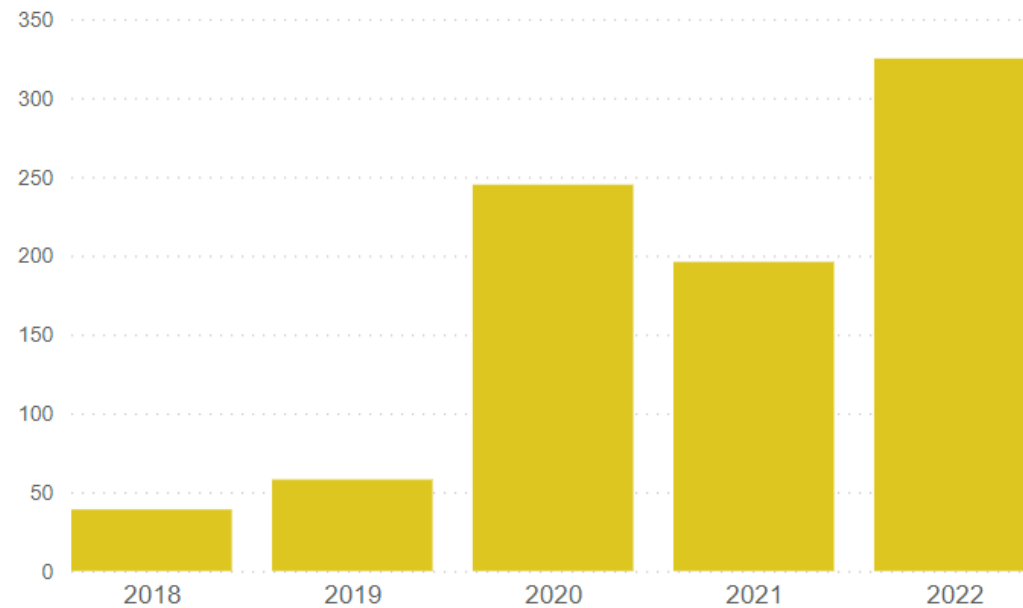
8.12.2022

FINGRID

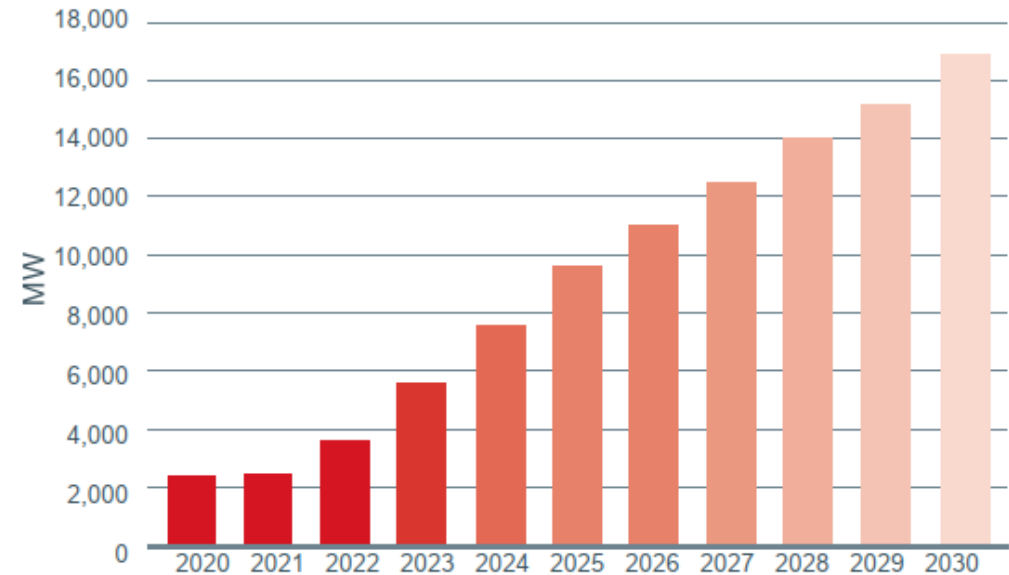
Alassäättömarkkinat murroksessa

Tuulivoiman kannalta osallistuminen houkuttelevampaa

Negatiivisten tasehintatuntien lukumäärä



Wind power capacity trend in Finland



8.12.2022

FINGRID

Teknisesti tuulivoimalla on säätökykyä



- Teknisesti tuulivoiman säätöominaisuudet ovat hyvät, jopa sekuntitason vaste on mahdollinen
- Jos on tuulista, niin voi säätää alaspäin eli rajoittaa tuotantotehoa
- Tuulivoima voi myös ylössäätää, jos on etukäteen rajoitettu tuotantotehoa esim. negatiivisten sähkön hintojen vuoksi
- Hyvät tuotantoennusteet reservimarkkinoille osallistumisen perustana

Tuulivoimalle soveltuvat reservituotteet

Reservituote	Aktivointiaika	Volyympainotettu keskihinta 2021* (€/MW,h)	Ilman tuotantotehon rajoittamista	Tuotantotehoa rajoittamalla
FFR Nopea taajuusreservi	1 sekunti	45,4	●	●
FCR-D up Taajuusohjattu häiriöreservi, ylössäätötuote	<10 sekuntia	12,6**		●
FCR-D down Taajuusohjattu häiriöreservi, alassäätötuote	10 sekuntia	31,5**	●	●
FCR-N Taajuusohjattu käyttöreservi	3 minuuttia	21,9**		●
aFRR up Automaattinen taajuuden palautusreservi, ylössäätötuote	5 minuuttia	38,9		●
aFRR down Automaattinen taajuuden palautusreservi, alassäätötuote	5 minuuttia	44,5	●	●
mFRR up Manuaalinen taajuuden palautusreservi, ylössäätötuote	15 minuuttia	2,3		●
mFRR down Manuaalinen taajuuden palautusreservi, alassäätötuote	15 minuuttia	-***	●	●

* FCR-D alassäätötuotteen osalta hinta 1-9/2022 ** tuntimarkkinahinta *** mFRR alassäätökapasiteetin hankinta alkaa tammikuussa 2023

8.12.2022

FINGRID

Tuulivoiman alassäätö säätosähkömarkkinoilla

- Säätosähkömarkkinat ovat jatkuva kauppapaikka, josta Fingrid tilaa kulloinkin tarvittavan määrän säätötarjouksia tehotasapainon hallitsemiseksi
- Ylössäätö (tuotannon lisäys) ja alassäätö (tuotannon vähentäminen) tarjotaan erikseen
- Markkina-aikajakso 1 tunti
- Säädön aktivointiaika on 15 minuuttia
- Säädetarjouksia voi antaa 45 min ennen kutakin tuntia asti
- Aktivoidut säädöt hinnoitellaan kalleimman tilatun säädön mukaisesti, pois lukien siirtojenhallinnan tarpeista tehdyt erikoissäädöt hinnoitellaan kunkin tarjouksen mukaisesti

BUSINESS CASE:



- **200 000 €/vuosi**
- 50 MW säätosähkömarkkinoilla
- Aktivointeja 400 h/vuodessa
- Keskimääräinen hinta esim. - 10 €/MW,h



Tuulivoiman alassäätö säätökapasiteettimarkkinoilla

- Fingrid aloittaa alassäätökapasiteetin hankinnan säätökapasiteettimarkkinoilta tammikuussa 2023
- Säätökapasiteettimarkkinoilla reservitoimittaja sitoutuu edellispäivän aamulla jättämään säätötarjouksia säätösähkömarkkinoille
- Reservitoimittaja saa kapasiteettikorvauksen huolimatta siitä käytettiinkö säätötarjous vai ei
- Energiatarjous on vapaasti hinnoiteltavissa eikä sen suuruus vaikuta kapasiteettimarkkinoiden kaupankäyntiin

BUSINESS CASE:



- **400 000 €/vuosi**
- 50 MW säätökapasiteettimarkkinoilla
- 4000 h/vuodessa
- Hinta esim. 2 €/MW,h
- Lisäksi energiakorvaus aktivoinneista

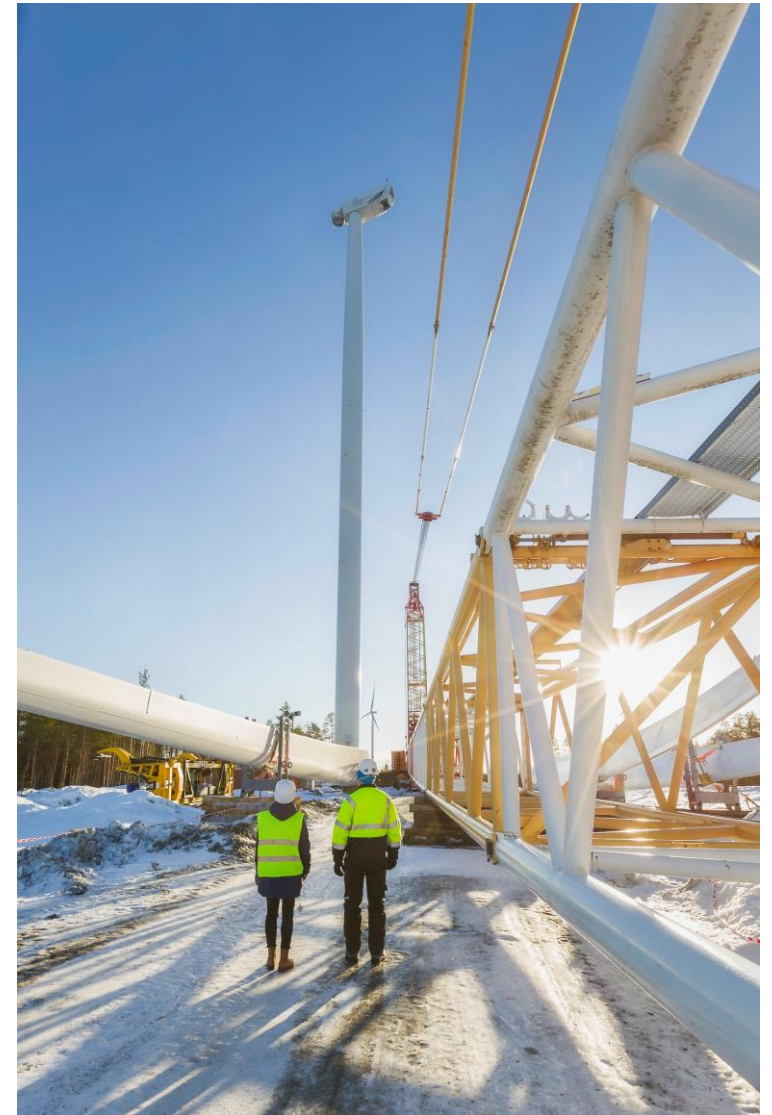


8.12.2022

FINGRID

Havaittuja haasteita – case säätösähkömarkkinat

- a) etäohjausmahdollisuuden puuttuminen
- b) taloudellinen kannattavuus
- c) sopimusmallit (PPA, tasesopimus)
- d) reservikaupankäynnin käytännön järjestäminen
- e) tuulivoiman tuotantoennusteiden epätarkkuus
- f) osaomisteisuus (osuusvoimalaitokset)
- g) muu, mikä?



Käytännön havainnot ja tuulivoimakapasiteetin joustomahdollisuuksista

Pekka Pietilä, Enerim

enerim

Käytännön havainnot ja tuulivoimakapasiteetin joustomahdollisuuksista – miten ja miksi

Pekka Pietilä

Enerim Oy

8.12.2022



Taustaa

- Energiajärjestelmä on murroksessa ja perinteisen säätökykyisen kapasiteetin suhteellinen osuus pienenee
- Esim. tuulivoimakapasiteetti tulee tuplaantumaan 2025 mennessä
- Erilaisten reservien hankintatarve ja säätökyvyn tarve kasvaa radikaalisti
- Ansaintamahdollisuudet reservimarkkinoilla monipuolistuvat
 - Esim. mFRR kapasiteettimarkkina tuntimarkkinaksi myös alassäädön osalta 10.1.2023
 - Käytännössä mahdollistaa myös tuulivoiman täyden osallistumisen



Tuulivoiman tekniset edellytykset reservimarkkinoille

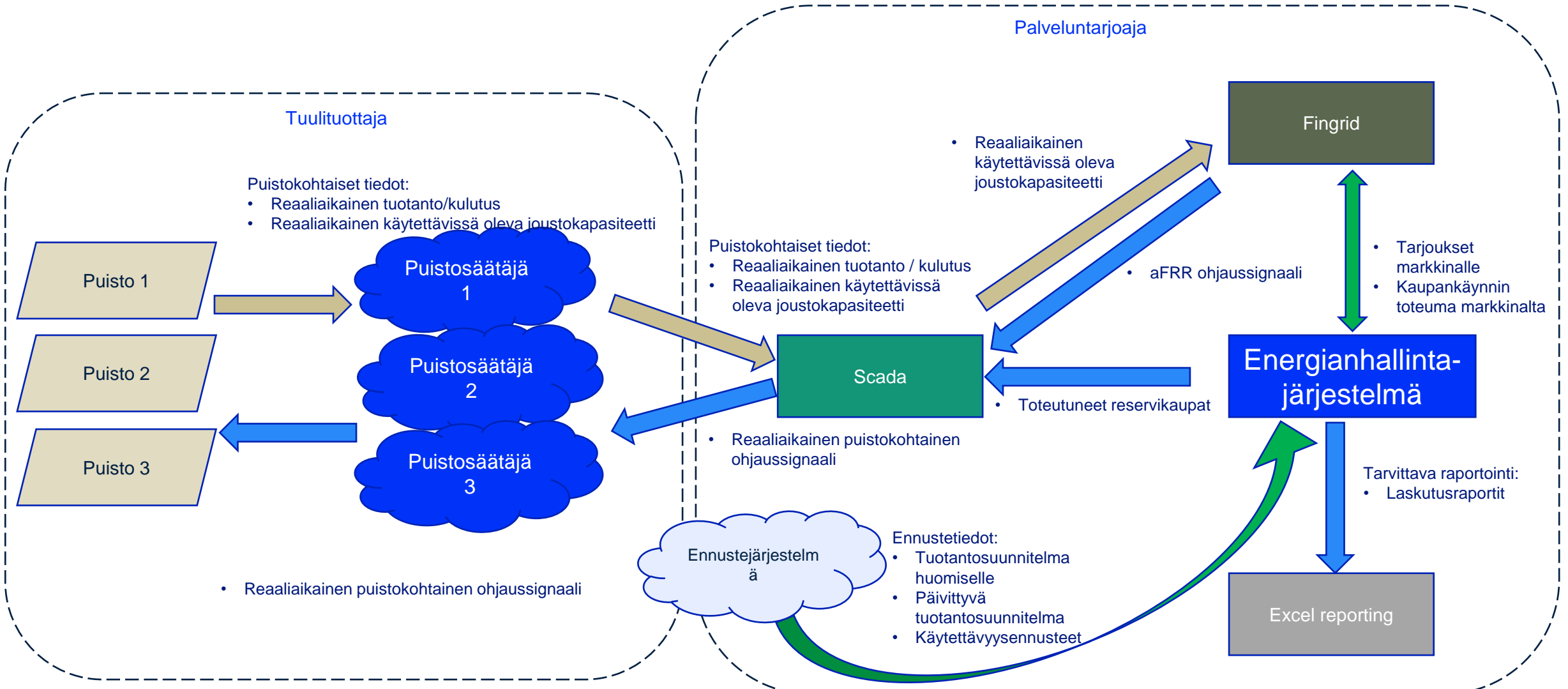
- Mahdollisuudet erinomaiset, mutta hyödyntäminen toistaiseksi vajaata
- Vasteajat nopeita ja tekninen toteutus suhteellisen suoraviivainen
- Luonnollinen ensimmäisen askeleen toteutus on liittyä mukaan alassäättömarkkinoille (jolloin kaupallista tuotantoa ei tarvitse rajoittaa)
 - mFRR alas (kapasiteetti/energia)
 - aFRR alas (kapasiteetti)
 - FCR-D down (teknisin varauksin)
- Myöhäisemmässä vaiheessa mahdollista osallistua myös muille markkinoille

Mahdolliset tekniset ja sopimukselliset rajoitteet

- Rajoitteet kartoitettava aina tapauskohtaisesti
- Tuotantotoimituksiin liittyvät sopimukselliset rajoitteet voivat rajoittaa tuulituottajan osallistumismahdollisuuksia, esim:
 - PPA-sopimusten asettamat rajoitteet
 - Avoimen toimituksen sopimusrajoitteet
 - Osuustoimitusmalliin liittyvät rajoitukset (osuusjako mitatuilla toimituksilla)
 - Tämä ongelma on tiedostettu FG:llä ja ratkaisua selvitetään
- Tekniset rajoitteet turbiiniautomaatiossa / siihen liittyvässä integraatiossa
 - Yksinkertaisimmissa toteutuksissa ja yleisimpien turbiinitoimittajien tapauksissa rajoitteita ei juuri ole
 - mFRR (alas) ja aFRR osallistuminen vaatii vain riittävän reaaliaikaisen integraation puistosäätäjään (esim. IEC104)
 - FCR-D down osallistuminen vaatii muutostöitä turbiiniautomaatioon

- Koko kaupankäynnin pohjana on mahdollisimman luotettava tuotantoennuste
 - DA sekä jatkuvasti päivittyvä ennuste ovat kriittisiä (huom. DA ennuste tarvitaan heti aamulla)
 - Ajantasainen ja tarkka käytettävyystieto (esim. jäätämistilanne + turbiinikohtaiset huoltosuunnitelmat yms.)
 - Ylläpito vaatii manuaalista operatiivista tekemistä ja yhteistyötä kunnossapito-organisaation kanssa
 - DA ennusteen epätarkkuus syytä ottaa huomioon myytävän kapasiteetin määrittämisessä (sanktioiden minimointi ja kapasiteettikorvauksen maksimointi)
- Samaa joustokapasiteettia voi myydä vain yhdelle markkinalle
 - aFRR sekä mFRR kapasiteettimarkkinoille osallistuminen edellyttää DA-hintariippuvuuden poistamista ko. kapasiteetin osalta

Tekninen periaatesimerkki, aFRR



- Osallistuminen valikoiduille reservimarkkinoille on teknisesti suoraviivainen prosessi
- Mahdolliset tekniset ja sopimukselliset rajoitteet kartoitettava aina tapauskohtaisesti
- Kaupankäyntiin liittyvä operatiivinen prosessi on määritettävä aina tapauskohtaisesti

Lisätiedot

enerim

Pekka Pietilä

+358 44 425 3434

pekka.pietila@enerim.com

**Pilotti tuulivoiman
osallistumisesta automaattisten
reservituotteiden markkinoille**

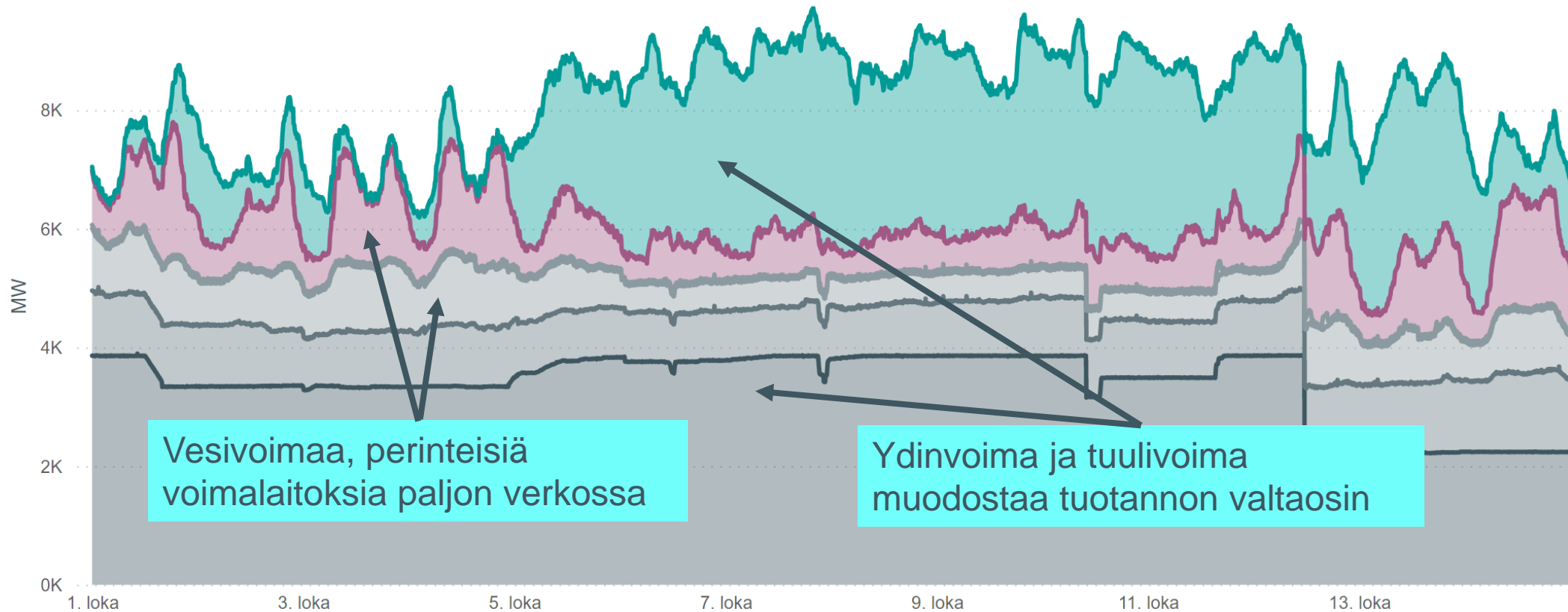
Niko Korhonen, Tuomas Mattila

1.-14.10.2022 Lokakuun alun tuuliset päivät

Tuulivoimatuotanto näkyy sähköjärjestelmässä, muu tuotanto antaa tilaa

Mitattu tuotanto

● Ydinvoimatuotanto ● Teollisuuden yhteistuotanto ● Kaukolämmön yhteistuotanto ● Muu tuotanto ● Vesivoimatuotanto ● Tuulivoimatuotanto

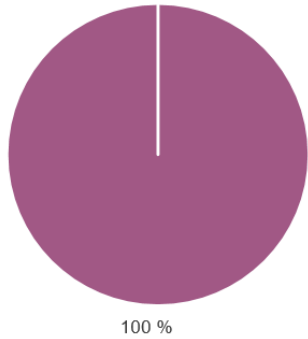


8.12.2022

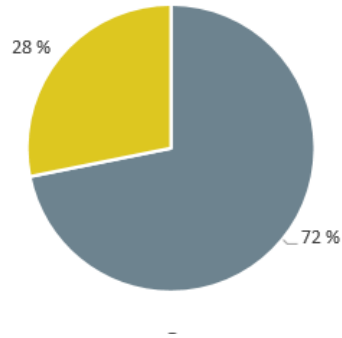
FINGRID

Reservimarkkinat tuotantomuodoittain

Automaattisen taajuudenpalautusreservin (aFRR) tuntimarkkinatarjoukset (2021)

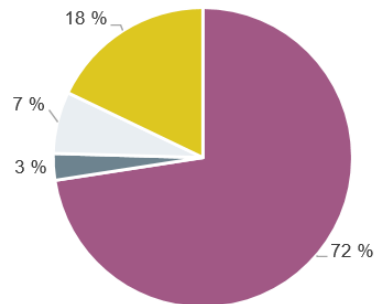


Nopea taajuusreservi (FFR) 2022 yht. 106,5 MW

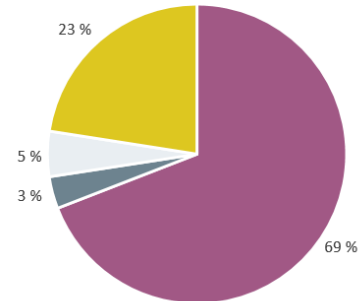


- Vesivoima
- Kulutus
- Lämpövoima
- Sähkövarastot

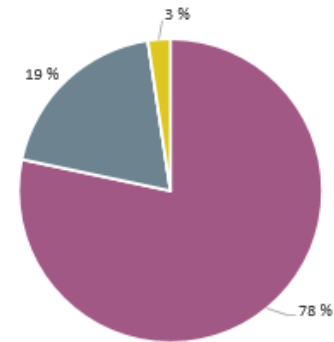
Taajuusohjattu käyttöreservin (FCR-N) vuosimarkkinatarjoukset (2021)



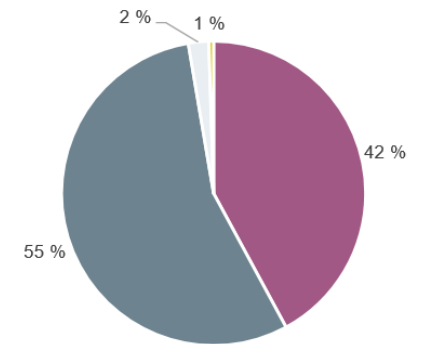
Taajuusohjatun käyttöreservin (FCR-N) tuntimarkkinatarjoukset (2021)



Taajuusohjatun häiriöreservin (FCR-D) tuntimarkkinatarjoukset (2021)



Taajuusohjatun häiriöreservin (FCR-D) vuosimarkkinatarjoukset (2021)



8.12.2022

FINGRID

Tuulivoima reservimarkkinoille -pilotti

- **Fingrid haluaa edistää tuulivoiman osallistumista automaattisten tuotteiden reservimarkkinoille järjestämällä aiheesta pilotin vuoden 2023 aikana**
- Tuulivoimaa tarvitaan myös automaattisiin reservituotteisiin:
 - automaattinen taajuuden palautusreservi (aFRR), taajuusohjattu häiriöreservi (FCR-D), taajuusohjattu käyttöreservi (FCR-N) ja nopea taajuusreservi (FFR)
- Pilotin tavoitteena on ratkaista käytännön kysymyksiä, joita tuulivoimatoimijalle tulee vastaan reservimarkkinoille liittyessä mm.
 - Tuulivoimalan tekniset kyvykkyydet toteuttaa alassäätöjä
 - Reservimarkkinoille osallistumisen ehtojen soveltaminen tuulivoimalle
 - Ohjauksiin liittyvät kysymykset

Hae pilottiin 16.1.2023 mennessä

Toteutussuunnitelma

- Yhteystiedot
- Kuvaus pilottiin osallistuvista osapuolista
- Kohteena oleva tuulipuisto
- Tarjottavat reservituotteet
- Aikataulusuunnitelma
- Toimijan ennalta ajattelemat ratkaistavat käytännön kysymykset, ja millaista tukea Fingridiltä tarvitaan näiden kysymysten ratkaisemiseen

Valintakriteerit

- Aikataulu
- Osallistuvan kohteen koko (MW)
- Reservituotteiden määrä
- Pilottisuunnitelman toteuttamiskelpoisuus
- Mikäli pilotointiin valitaan useampi toimija, painotetaan valinnoissa tasapuolisuutta niin toimijoiden kuin eri reservituotteiden kesken sekä pilotin uutuusarvoa

Hakemuksen voi jättää sähköpostilla osoitteeseen reservit@fingrid.fi

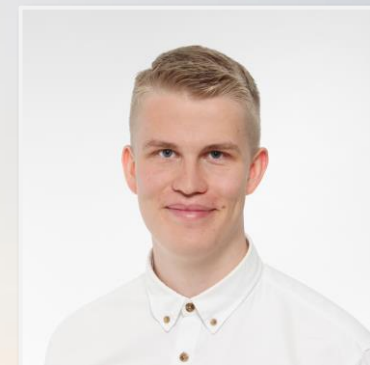
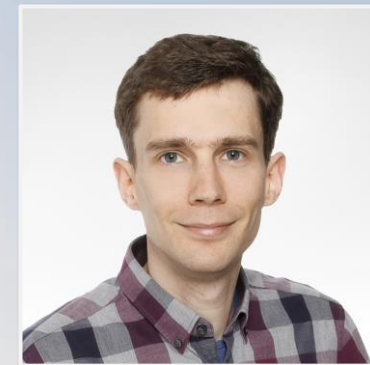
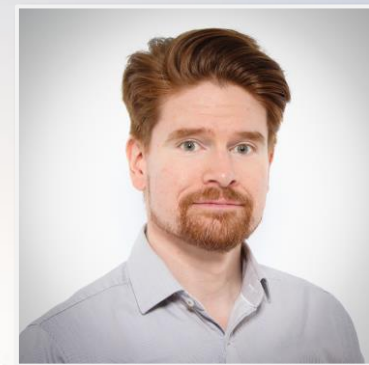
Niko Korhonen niko.korhonen@fingrid.fi (pilotin käytännön järjestelyt)

Jukka Kakkonen jukka.kakkonen@fingrid.fi (reservituotteet ja -markkinat)

Yhteenveto

Ole yhteydessä Fingridin reserviasiakastiimiin markkinoille osallistumisesta:

- Jukka Kakkonen, puh. +358 303955334
- Tuomas Mattila, puh. +358 303954180
- Tuire Kujansuu, puh. +358 303954157
- Taneli Leiskamo, puh. +358 303955240



Sähköpostiosoitteemme ovat muotoa
etunimi.sukunimi@fingrid.fi

8.12.2022

FINGRID

