



25.5.2022

# Kantaverkko- toimikunnan kokous 2/2022

1.6.2022

**FINGRID**



# Kokouksen avaaminen

## Mikko Rintamäki

FINGRID

## Kokouksen teema:

- **Fingridin sähköjärjestelmävisio**

## Kokouksen tavoitteet:

- **Kuulla toimikunnan näkemyksiä tulevaisuuden sähköjärjestelmästä**

## Kantaverkkotoimikunta 2 2022 agenda

Aika keskiviikko 1.6. 2022 klo 10 - 14.30

Paikka Sokos Hotel Ilves, Hatanpään Valtatie 1, Tampere

*Aamukahvia klo 9.30 - 10.00*

*Lounas klo 11.15 - 12.00*

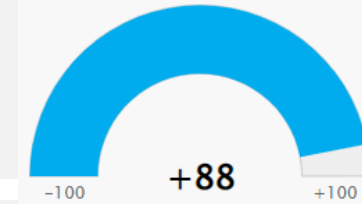
*Kokouksen jälkeen vierailut UPM energiavalvomoon ja Tampereen yliopistolle erikseen ilmoitetun aikataulun mukaisesti.*

## Käsiteltävät asiat

- 1 Kokouksen avaaminen / Mikko Rintamäki (10 min)**
- 2 Sähköjärjestelmävisio / Risto Kuusi (65 min)**
- 3 Joustoa järjestelmään**
  - 3.1 Sähkön tuottajan puheenvuoro / Mikael Heikkilä (30 min)
  - 3.2 Sähkön kuluttajan puheenvuoro / Petri Hyyryläinen (30 min)
  - 3.3 Keskustelua aiheesta (15 min)
- 4 Rajasiirtokapasiteetin kehittyminen ja pohjoismainen yhteistyö / Jussi Jyrinsalo (30 min)**
- 5 Fingridin ajankohtaiset / Jussi Jyrinsalo ja Petri Parviainen (30 min)**
- 6 Kokouksen päättäminen / Mikko Rintamäki (15 min)**

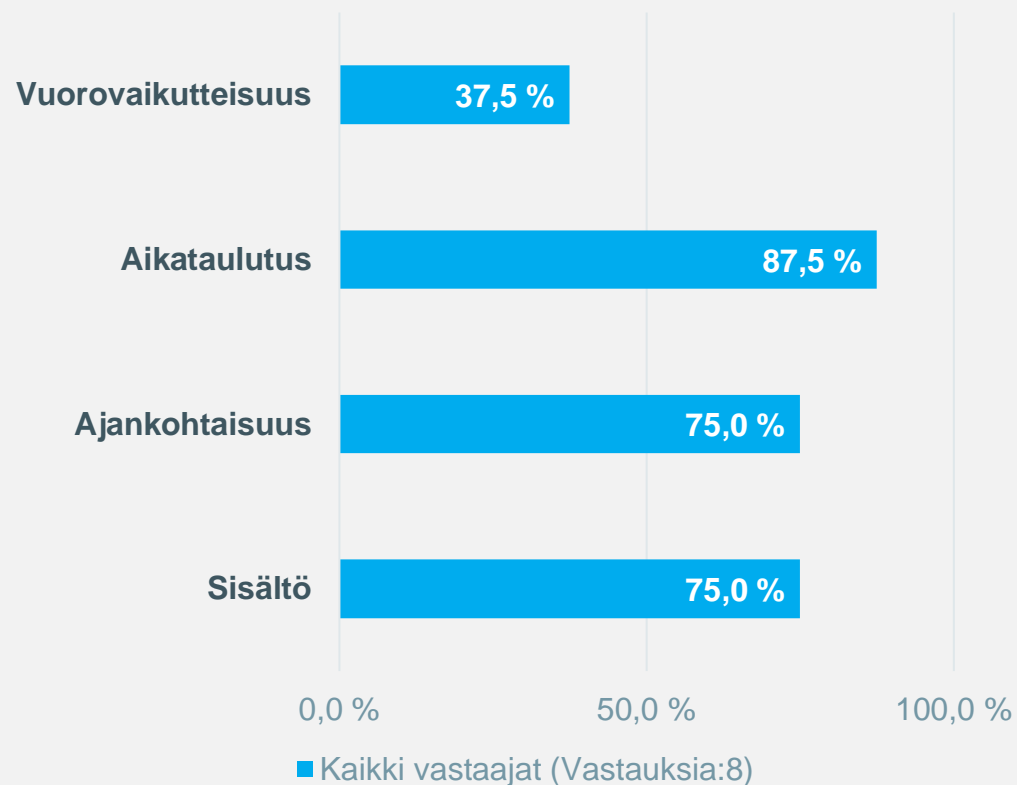
# Viime kokouksen 1/2022 palaute

## Voin suositella Fingridin tapaa toimia asiakastoimikunnassa



Arvostelijat (0-6)	0	(0.00%)
Passiiviset (7-8)	1	(12.50%)
Suosittelijat (9-10)	7	(87.50%)
Vastaukset	8	
■ Kaikki vastaajat		

## Mikä sujui hyvin



## Avoin palaute

- Hyvin läpiviety kokous. Puheenvuoron sai kättä nostamalla.
- Sähköjärjestelmävisio kiinnostaa.
- Sain äänen kuuluville, mutta tuntuu että välillä kun keskustelua syntyy niin se loppuu ajan käytön takia kesken. Muutoin hyvin läpiviety kokous.
- Oikein hyvä keskustelu ja mielestäni kaikki halukkaat pääsivät ääneen, verkkovision läpikäynti kuulostaa oikein hyvältä seuraaviin kokouksiin.
- Vuorovaikutteisuuskin ok. Hyvin kuultiin mielipiteitä, etäkokous ei kanno oikein keskustelua. Matkakokoukseen erialisten toimijoiden näkökulmia.
- Hyvä ja vuorovaikutteinen kokous. Juu sain ääneni kuuluviin.
- Hyvä jos saisi indikaatioita onko FG:n verkkomaksuihin vielä korotuspaineita vai onko huippu jo nähty kuten sähköön jakelupuolella?
- Olisi hyvä tietää miten FG satsaa kunnossapitoon ja mitkä kriteerit/laatumavoitteet siinä on.



# Sähköjärjestelmävisio

## Risto Kuusi

FINGRID

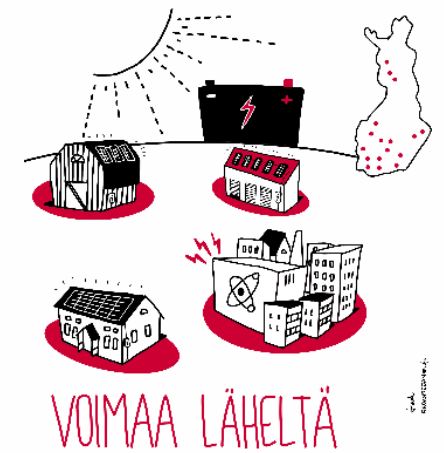
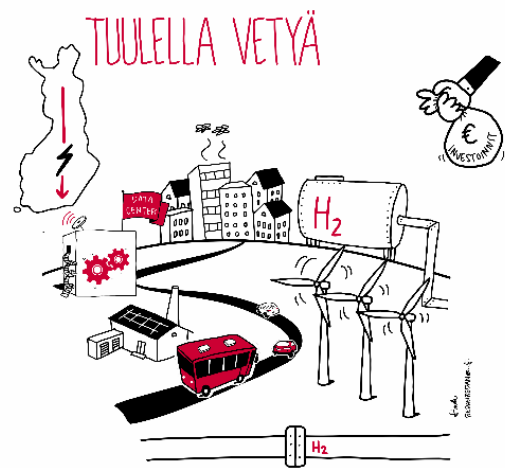
# Sisältö

- Tilannekatsaus sähköjärjestelmävisioon
- Teema: miten siirtokapasiteetin riittävyys varmistetaan?

# Sähköjärjestelmävision työ käynnistynyt alkuvuodesta

- Visiotyö on jatkoa 2021 julkaistulle verkkovisiolle:
  - Visiotyössä päivitetään aiemmat skenaariot vuosille 2035 ja 2045
  - Skenaarioiden pohjalta käsitellään mm.
    - Kantaverkon liittämisen- ja vahvistustarpeita
    - Sähkötehon riittävyyttä ja kysyntäjoustoa
    - Sähkömarkkinamallia
    - Järjestelmätekniisiä näkökulmia
- Luonnosskenaarioiden julkaisu ja sidosryhmäkonsultaatio loppukesällä.





Kaikissa skenaarioissa vuoden 2035 Suomessa liikenne, lämmitys ja teollisuus sähköistyvät, sektori-integraatio etenee ja hiilineutraaliustavoitteet saavutetaan

## Sähköä tuotteiksi

- Suomi kehittyi merkittäväksi P2X-tuotteiden viejämäksi.
- Tuuli- ja aurinkovoima kasvavat merkittävästi.
- P2X-prosessien tarvitsema vety tuotetaan lähellä kulutuskohteita, eikä keskitettyä vetyvarastointia tai -verkkoa synny. Tämä kasvattaa sähköverkon vahvistustarpeita ja lisää tarvetta sähköjärjestelmän joustolle.

## Tuulella vetyä

- Vedyn tuotanto kasvaa Suomessa, ja Suomi kehittyi vedyn viejämäksi.
- Vetyjärjestelmä toimii energiavarastona, mikä mahdollistaa erittäin suuren maatuulivoiman tuotannon. Perinteisen sähköntuotannon määrä supistuu voimakkaasti.
- Voimakkaasti muuttuva tuotanto- ja kulusrakenne haastaa sähköjärjestelmän teknisen toimivuuden ja näkyy erittäin suurena pohjois-eteläsuuntaisena energiansiirtotarpeena.

## Merellä tuulee

- Sähkön kulutus kasvaa kun fossiilisia polttoaineita korvataan sähköllä ja sähköstä tehdyillä polttoaineilla.
- Merituulivoima hallitseva tuotantomuoto.
- Sähkön tuotanto painottuu entistä vahvemmin länsirannikolle, mikä haastaa sähkön siirron länsirannikolta kulutuskeskittyymiin.

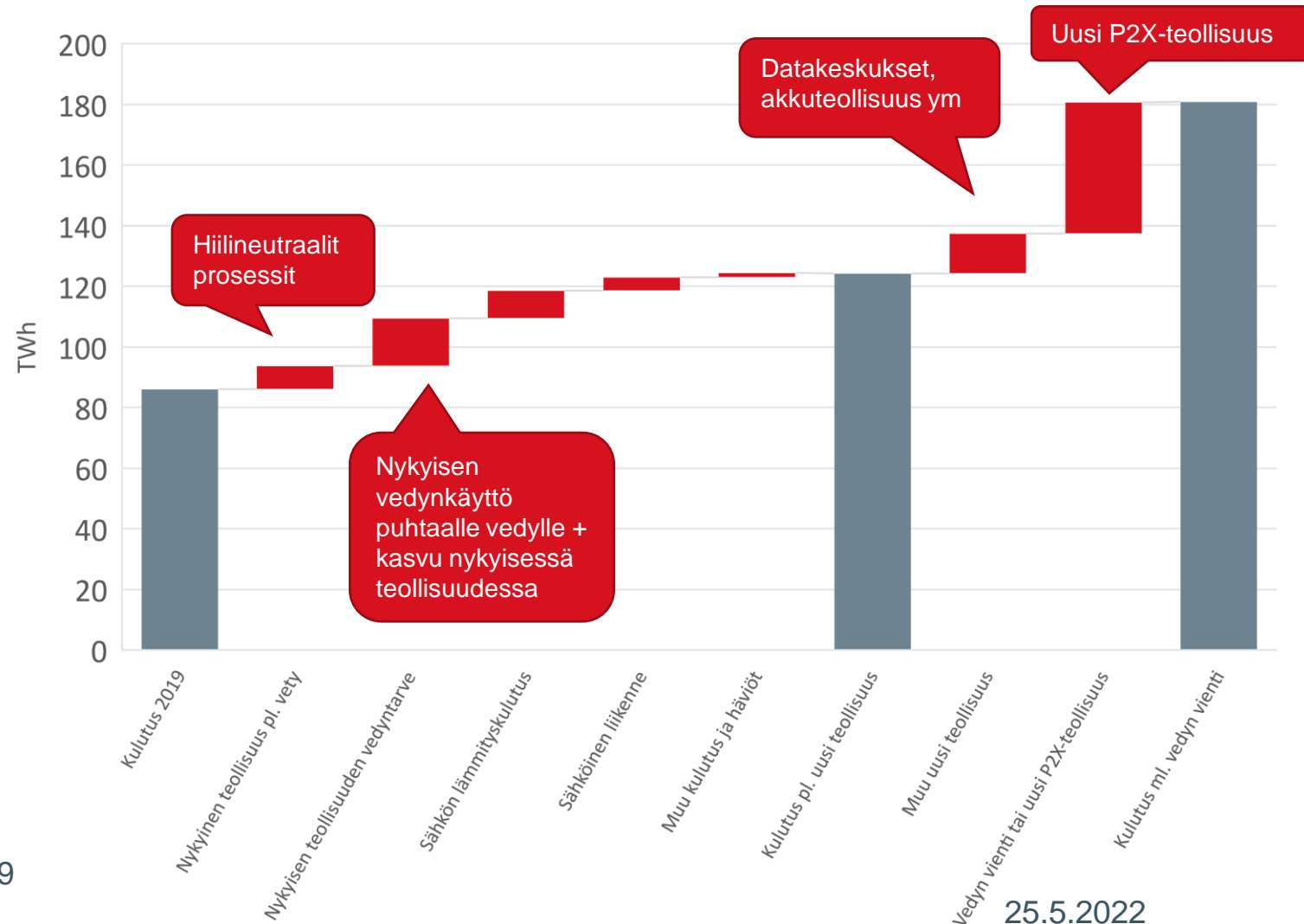
## Voimaa läheltä

- Sähkön kulutus kasvaa kun fossiilisia polttoaineita korvataan sähköllä ja sähköstä tehdyillä polttoaineilla.
- Sähkön tuotannon kasvu muodostuu useista eri teknologioista, tuulivoimasta, aurinkovoimasta ja SMR-ydinvoimasta.
- Tuotannosta suhteellisesti suurempi osuus sijaitsee Etelä-Suomessa lähellä kulutuskeskittyymiä.



# Voisiko sähkön kulutus kaksinkertaistua 2035?

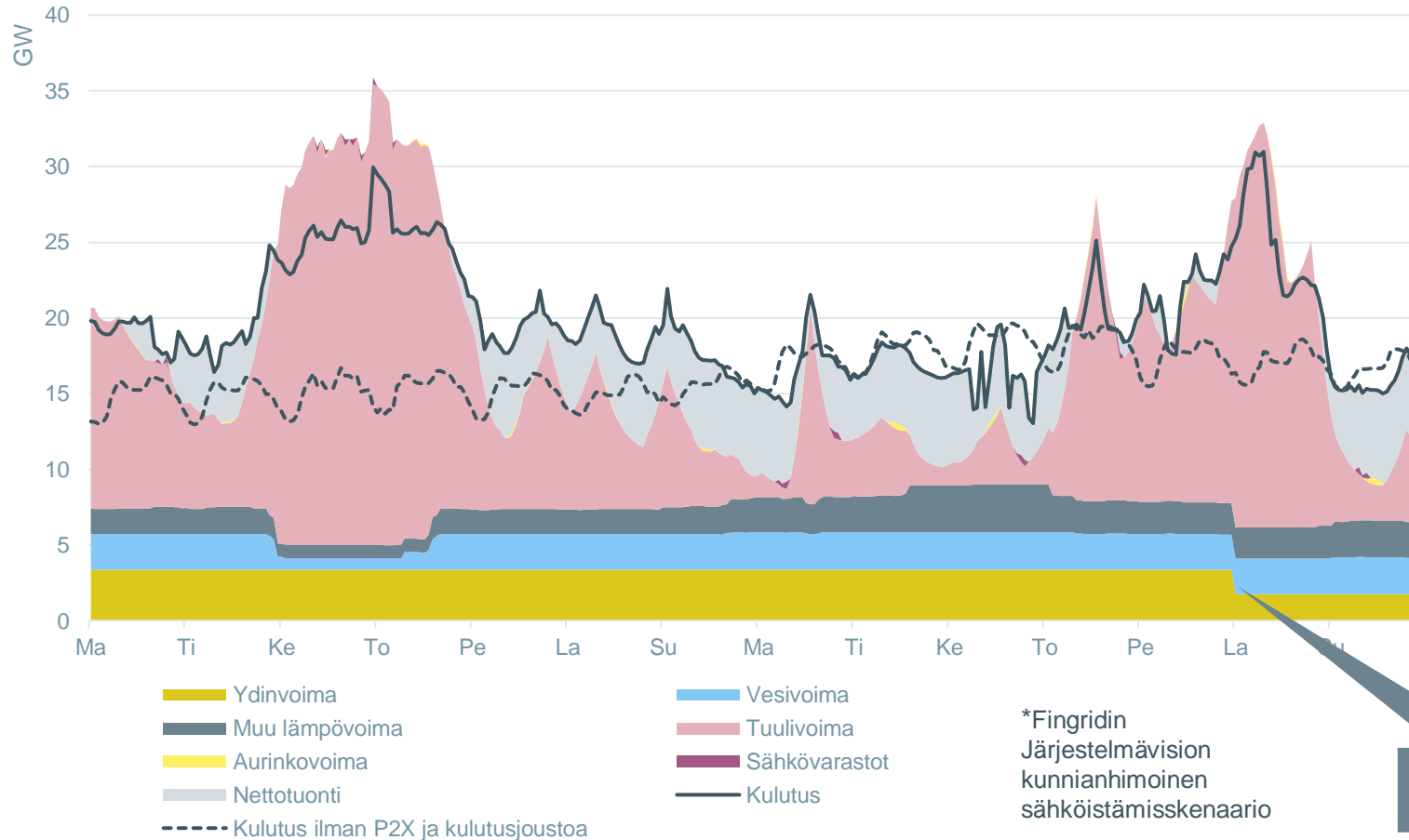
Useita kasvuajureita – mitkä toteutuvat ja kuinka suurina?



- Nykyisen teollisuuden, lämmityksen ja liikenteen päästövähennykset voivat nostaa kulutusta noin 40-45 % vuoteen 2035 mennessä
- Vedystä voi tulla todella voimakas kasvuajuri jo 2020-luvulla
- Vedyn lisäksi muitakin uusia teollisia kasvuajureita, esim. datakeskukset ja akkuteollisuus

# Miltä voi näyttää hiilineutraalin ja kilpailukykyisen Suomen sähköjärjestelmä vuonna 2035?

## Sähkön tuntitase talvella 2035, 2 voikon esimerkkijakso\*



- Tuulivoiman tuotannon taso vaihtelee voimakkaasti. Tuotanto korkeimmillaan 27 GW, alimmillaan alle 1 GW
- Muu järjestelmä säätää ja joustaa tuulivoiman tuotannon mukaan
- Kulutus
- Vesivoima, yhteistuotanto, sähkövarastot
- Sähkön vienti ja tuonti

Ei vain yhtä ratkaisua - tarvitaan kaikki joustot!

Ydinvoimalaitoksen vikaantuminen

\*Fingridin Järjestelmävision kunnianhimoinen sähköistämiskenaario

Millaiset sähkömarkkinarakenteet edistävät Suomen kilpailukykyä energiamurroksessa?

Millaisia haasteita tai ratkaisuja nähdään sähkötehon riittävyyden näkökulmasta? Mistä saadaan sähköä, kun ei tuule?

Millä toimenpiteillä voidaan lisätä tarjontaa reservimarkkinoilla? Miten näette markkinatoimijoiden ja kantaverkkoyhtiön tehtävänjaon tehotasapainon hallinnassa tulevaisuudessa?

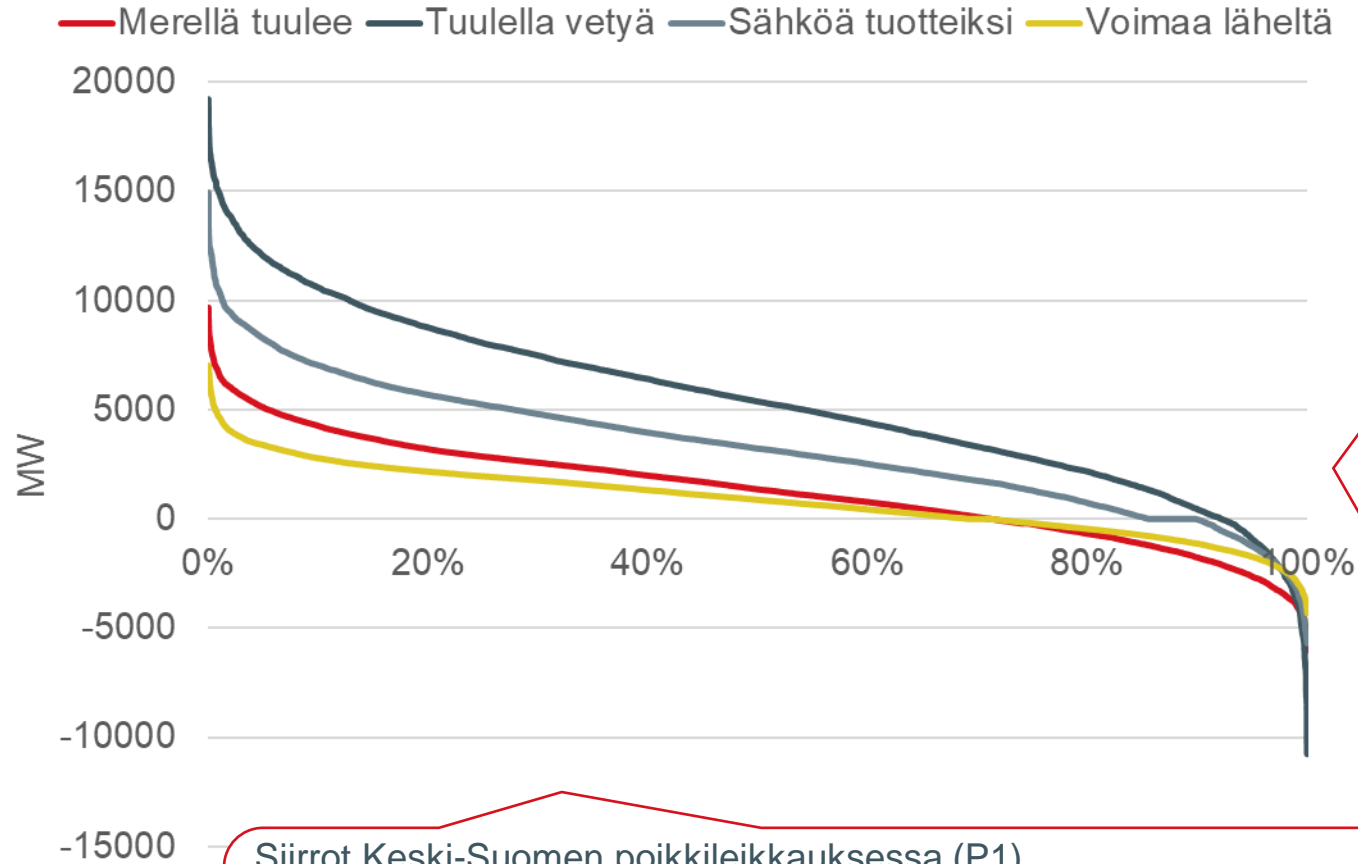
Mitä muita menetelmiä voitaisiin käyttää verkkoinvestointien tukena siirtokapasiteetin riittävyyden takaamiseksi, jos verkon rakentaminen ei yksinään riitä?

Mitä mahdollisia ongelmia ja ratkaisuja skenaarioiden mukaisessa tulevaisuudessa voi ilmetä sähköjärjestelmän tekniseen toimintaa liittyen?

# Teema: Miten siirtokapasiteetin riittävyys varmistetaan?

- Vuonna 2021 julkaistun Verkkovision yhdessä skenaariossa Suomen sähkönkulutus kasvoi yli 140 terawattituntiin vuonna 2035
  - Tämä aiheutti haasteita verkon siirtokapasiteetin riittävyyden kanssa erittäin suurista verkkoinvestoinneista huolimatta (4 miljardia 2021-2035)
- Järjestelmävision luonnosskenaarioissa kulutus vuonna 2035 jopa 180 TWh
- Kulutusta kasvattaa erityisesti vedyn/P2X:n näkymien vahvistuminen
  - Kotimaisten toimijoiden nykyisestä vedynkäytöstä + julkisuudessa esiintyneistä uusista hankkeista (esim. polttoaineteollisuus) laskettuna sähkön tarve vedyn tuotantoon voisi olla jopa 20-25 TWh jo vuonna 2030
  - Suomen edullinen sähkö antaa hyvät edellytykset kasvun jatkumiselle edelleen 2030-luvulla
- Kulutus katetaan etenkin tuulivoimalla, jonka määrä kasvaa siten hyvin korkeaksi (kolmessa skenaariossa neljästä >100 TWh vuonna 2035)
- **Verkkoa suunnitellaan rakennettavaksi niin nopeasti kuin mahdollista, mutta luonnosskenaarioiden perusteella näyttää todennäköiseltä, ettei kulutuksen ja tuotannon kasvusta aiheutuviin siirtotarpeisiin voida kaikissa skenaarioissa vastata pelkästään verkkoa rakentamalla**

# Teema: Miten siirtokapasiteetin riittävyys varmistetaan?



- Fingrid investoi siirtokapasiteettiin ennakoiden ja tekee tarvittaessa vastakauppoja mikäli kapasiteettia on saatavilla
- Jos tämä ei riitä, liityntäkapasiteettiin voi tulla rajoituksia osassa maata tai voidaan joutua toteuttamaan tarjousaluejako käyttövarmuuden turvaamiseksi

Onko tämä hyvä malli? Pitäisikö tehdä jotain muuta?

Siirrot Keski-Suomen poikkileikkauksessa (P1)

- Erityinen haaste: korkein 1% siirtotilanteista
- P1 ei ole ainoa verkon osa, jossa haasteita
- Osa siirrosta voitaisiin kattaa vetyinfraalla, jos 1) sitä on rakennettu 2) markkinamekanismi optimoi myös vedyn siirtoa

25.5.2022

# Mitä toimenpiteitä tulisi selvittää verkon rakentamisen ohella?

## Vastakauppa

- Pientää siirtopiikkejä
- Sama kapasiteetti voi auttaa useaan pullonkaulaan
- Saatavuuden varmistaminen?

## Tarjousaluejako

- Pientää siirtopiikkejä
- Vuosikeskihintojen ero sitä pienempi mitä paremmin kapasiteetti riittää
- Liian pienet hinta-alueet? Likviditeetti?
- Kohdistuu kaikkiin toimijoihin, ei vain uusiin

## Sijaintipohjainen verkkotariffi

- Ylituotantoalueella edullisempi kulutusmaksu ja päinvastoin
- Ei poista siirron huipukkuutta
- 14 Kohdistuu kaikkiin toimijoihin, ei vain uusiin

## Yhteissijoittumiseen kannustaminen verkkotariffilla

- Käyttömaksun (otto/anto) osuuden kasvattaminen
- Mille teholle verkko tässä tapauksessa mitoitetaan?

- Mikään keinoista ei ole täydellinen eikä yksinään optimaalinen
- Mitä keinoja kannattaisi pohtia tarkemmin? Pitäisikö joku keino hylätä saman tien? Mitä muuta voisi tehdä?

## Liittymismaksun roolin kasvattaminen

- Kattaisi laajemmin vahvistustarpeita kuin vain liittymän suorat kustannukset
- ”Aiheuttaja maksaa”
- Ei poista siirron huipukkuutta

25.5.2022

FINGRID


# Yhteenveto

1. Sähkön kulutus kasvaa järjestelmävision skenaarioissa erittäin voimakkaasti
  - Kulutus 2035 jopa kaksinkertainen nykytasoon verrattuna
  - Useita kasvuajureita, vety/P2X suurin yksittäinen ajuri
  - Kilpailukykyinen (maa)tuulivoima kasvun tärkein mahdollistaja
2. Uutta kantaverkkoa rakennetaan niin nopeasti kuin mahdollista, mutta voimakkainta kulutuksen ja tuotannon kasvua edustavissa skenaarioissa se ei yksin riitä
  - Mitä muita keinoja tulisi selvittää siirtokapasiteetin riittävyyden varmistamiseksi?
3. Järjestelmävision luonnosskenaariot ja sidosryhmäkonsultaatio loppukesällä



**Kiitos**





**Joustoja järjestelmään:  
Sähkön tuottajan  
näkökulma  
Mikael Heikkilä**

**FINGRID**

# Sähköjärjestelmän joustoista - Sähköntuottajan näkökulma

Fingrid Kantaverkkotoimikunta

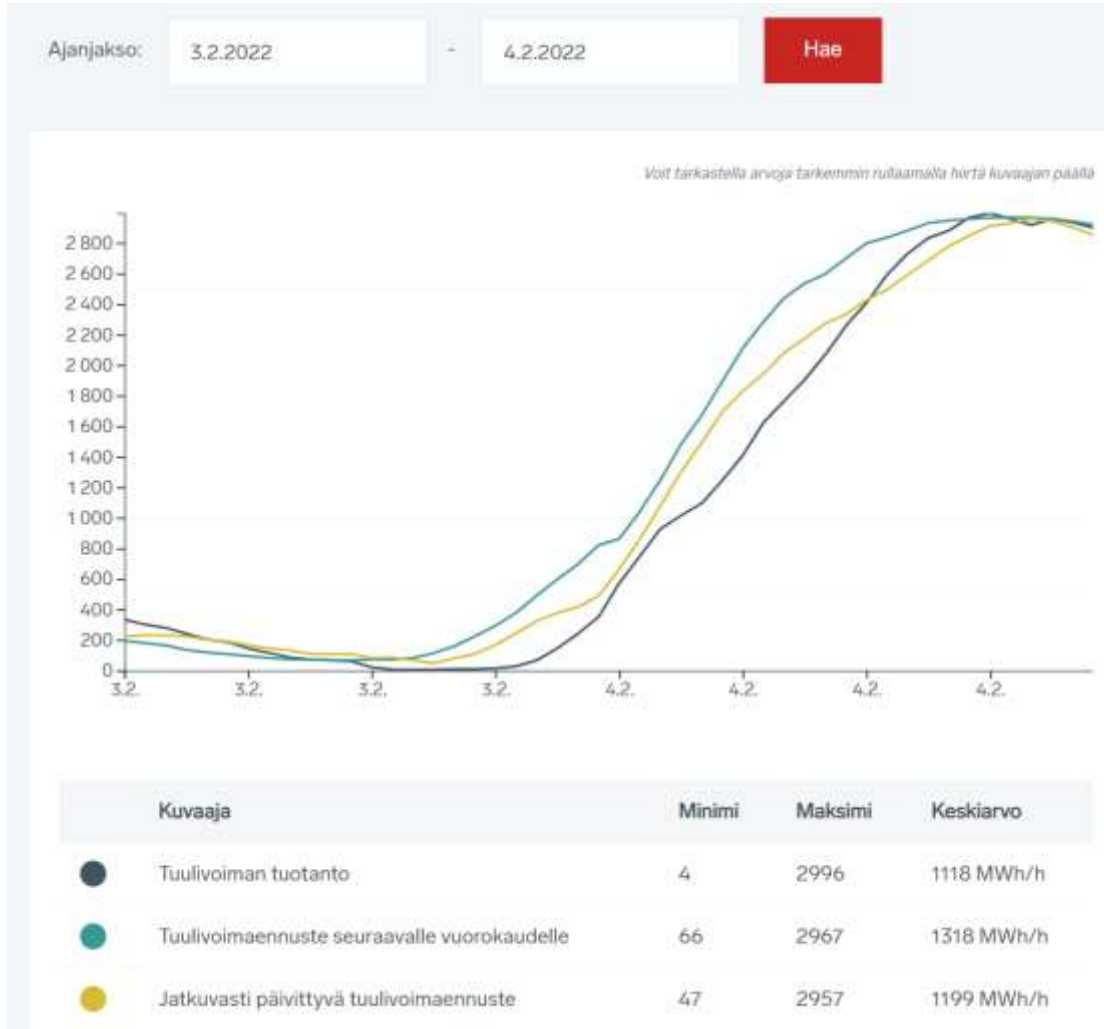
1.6.2022

Mikael Heikkilä

# Lyhyt katsaus menneisyyteen

# Sääriippuvainen tuotanto - Nykyäikaa

# Voimajärjestelmän tarpeet – Tuotannon vaihtelut



**EnergiaBotti** @EnergiaBotti · Feb 7

Viikon 05 (31.01.2022-06.02.2022) keskimääräinen yhden tunnin tuulivoimatuotanto oli 1324 MWh. Viikon suurin yksittäisen tunnin tuotanto oli 2996 MWh (ennätys 2996 MWh) ja pienin 4 MWh.

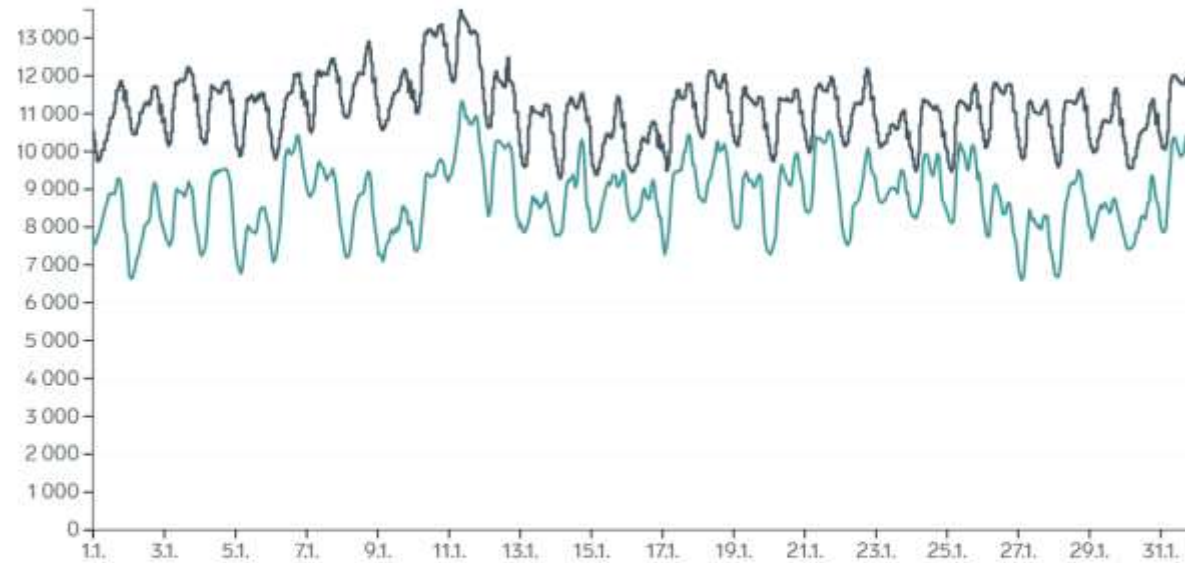
Tuotanto kattoi 11.6 % Suomen kulutuksesta ja sen käyttöaste oli 39.1 %.



# Voimajärjestelmän tarpeet – Kulutus jota vasten tuotanto ajaa

Ajanjakso:  -

*Voit tarkastella arvoja tarkemmin rullaamalla hiirtä kuvaajan päällä*



Kuvaaja	Minimi	Maksimi	Keskiarvo
● Kulutusennuste	9264	13746	11100 MWh
● Tuotantoennuste	6588	11313	8751 MWh

Lataa kuvaajan aineisto (avoimen datan sivusto)

# Voimajärjestelmän tarpeet – Tasapainon ylläpito

Taajuus ja rajat 6.2.2022 - 13.2.2022

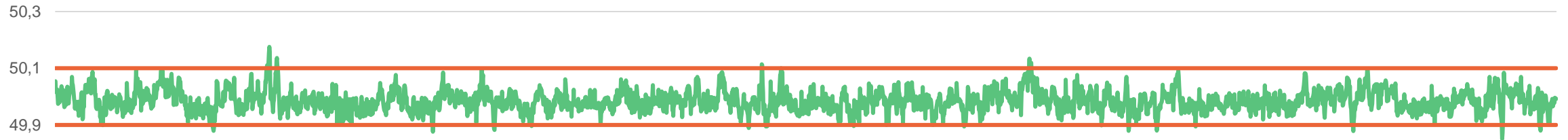


Table 3.20. Total number of frequency deviation in 2020

f (Hz)	0-1s	1-5s	5-10s	10-20s	20-40s	40-60s	1-3 min	> 3min	Total amount	Max duration (s)	Average duration (s)
> 50.1	13424	4297	3245	5139	3274	626	531	84	30620	1288.50	10.06
> 50.2	31	10	20	11	1	0	0	0	73	22.70	5.13
> 50.3	0	1	1	1	0	0	0	0	3	10.70	6.67
< 49.9	11223	4102	2917	4572	2825	515	354	60	26568	922.30	9.60
< 49.8	38	39	14	11	7	2	0	1	112	390.70	9.48
< 49.7	1	1	2	2	0	0	0	0	6	17.90	7.80
< 49.6	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2.70	2.70
< 49.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00

— Taajuus - reaaliaikatieto

— Normaalialueen yläraja

— Normaalialueen alaraja

— Häiriöreservi täysin aktivoitunut

— Automaattinen kuormien irtikytkeminen

Kyky joustaa sähköverkon häiriöissä on korvaamaton





# Vesivoiman joustokyvystä

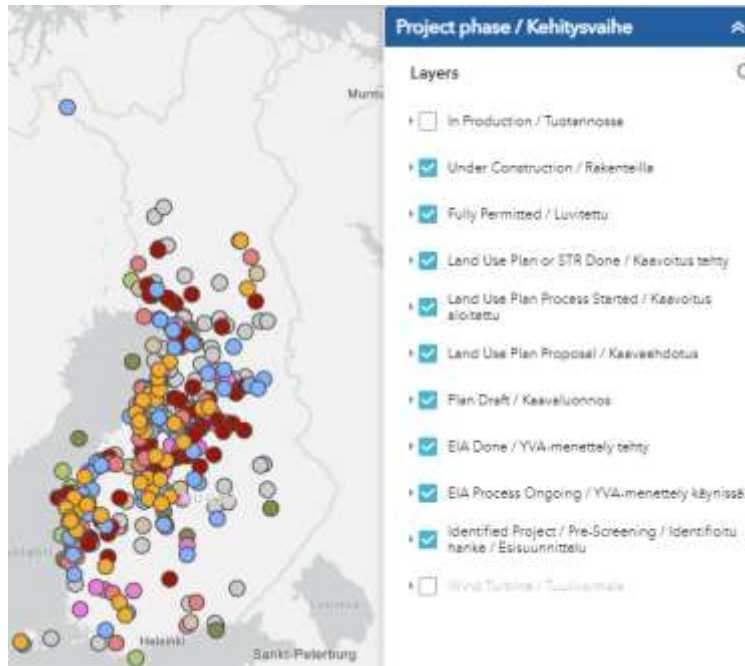
# Vesistö on kokonaisuus



# Sähköjärjestelmä kasvaa - Tulevaisuus

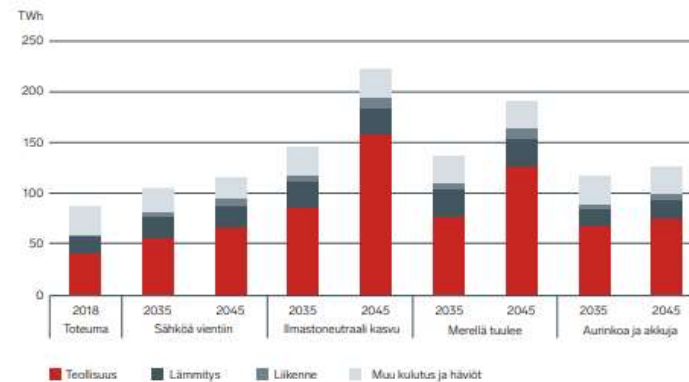
# Tulevaisuuden kolme näkökulmaa – Kuka joustaa?

## Tuulivoimayhdistyksen hankekartta 44,5 GW maatuulta 10 GW Merituulta

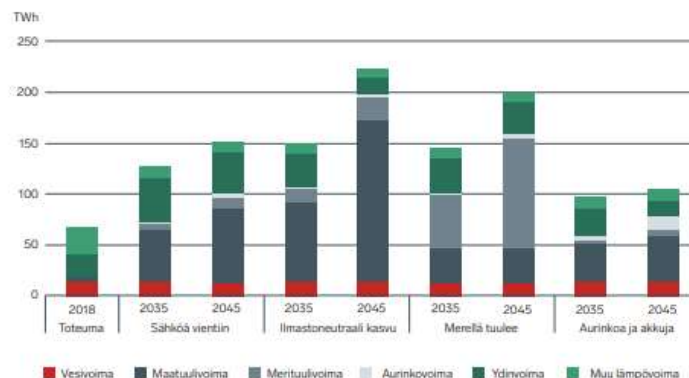


## Fingrid verkkovisio – Kulutus (ja tuotanto) kasvaa

Kuva 3 Sähkön kulutus eri skenaarioissa.



Kuva 4 Sähkön tuotanto eri skenaarioissa.



## Suomen Vetyklusteri – Vetytalous syntyy ja kasvaa?

“5.1 Target state for the Finnish Hydrogen Economy by 2030

By 2030, Hydrogen Cluster Finland companies will deliver global solutions for building a carbon neutral society. This goal is based on the Finnish hydrogen value chain becoming the most advanced in the world and Finland achieving carbon neutrality by 2035 as the first industrial country in the world. Concretely, this target state can be characterized in the following way:

- **Clean electricity will be abundantly available in Finland at the most competitive price in Europe**
- **Finland will be a major exporter of carbon-neutral Power-to-X products**
- Finnish hydrogen technology know-how and solutions will be at a world-class level, resulting in major export growth for technology products and services
- 10,000+ high value new jobs will have been created in the Finnish hydrogen value chain
- The carbon handprint of Finnish exports will be many times greater than Finnish net emissions (baseline 2018 level)
- Systemic added value will be maximized with extensive sector integration through the use of renewable by-product heat and the intelligent digitalization of assets”

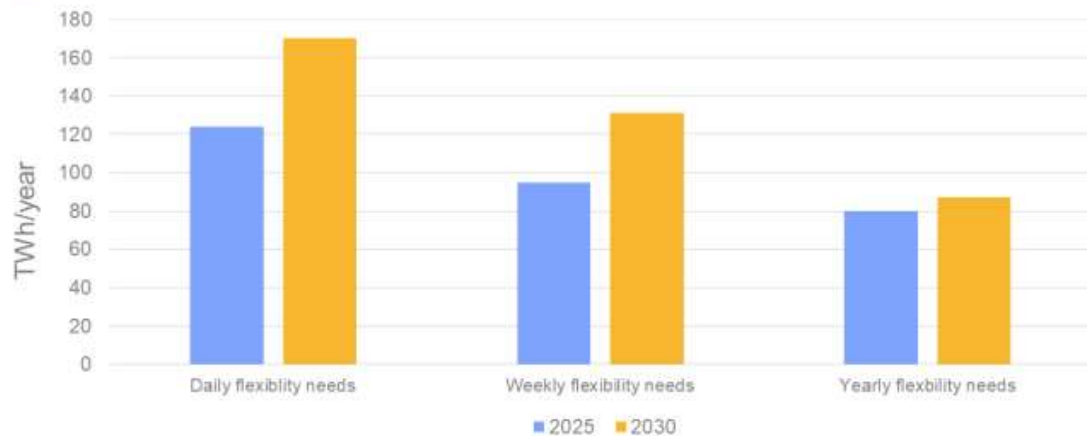
<https://tuulivoimayhdistys.fi/tuulivoima-suomessa/kartta>

[https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/sahkomarkkinat/fingrid\\_verkkovisio.pdf](https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/sahkomarkkinat/fingrid_verkkovisio.pdf)

<https://h2cluster.fi/wp-content/uploads/2021/09/H2Cluster-Whitepaper-09-2021.pdf>

# ACERin näkökulmaa sähkön tukkumarkkinoihin – ACER's Final Assessment of the EU Wholesale Electricity Market Design

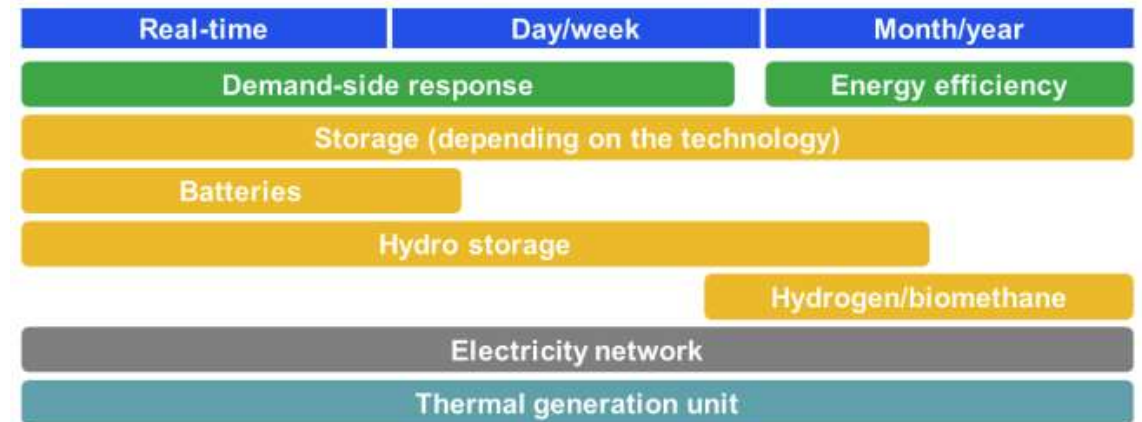
**Figure 17: Expected evolution of flexibility needs (TWh/year) in the EU in 2025 and 2030**



Source: ACER based on simulations made by the Joint Research Centre.

Note: The estimation of the flexibility needs was based on the methodology described in section 2.2.1 of the European Commission [report Mainstreaming RES Flexibility portfolios - Design of flexibility portfolios at Member State level to facilitate a cost-efficient integration of high shares of renewables](#) as tasked by the European Commission. Compared to the original methodology, some simplifications were applied, e.g. to calculate the residual load, only information on load and wind and solar generation was used, as information on other intermittent renewable sources and must-run generation was not available to ACER.

**Figure 18: Flexibility services provided by various technologies**



Source: ACER.

Note: The list of technologies is non-exhaustive (with e.g. the storage category covering several different technologies). As mentioned, coupling electricity with other energy sectors (sector integration) may provide significant flexibility services.

Figure 18 above illustrates different flexibility services provided by different technologies, across different time-frames.

# Vesivoiman korvaaminen akuilla vaatisi isoja investointeja - Oulujärvi ja Oulujoki verrattuna akkuihin



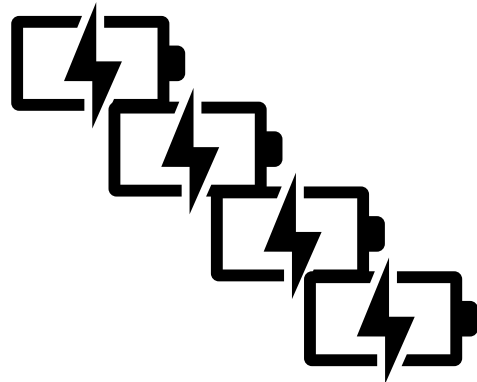
Oulujoen **säätökyky**  
tunnin sisällä on noin  
**400 MW**

Oulujärven  
säännöstelykapasiteetti  
noin **300 000 MWh**

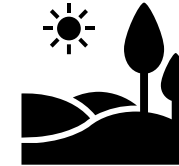
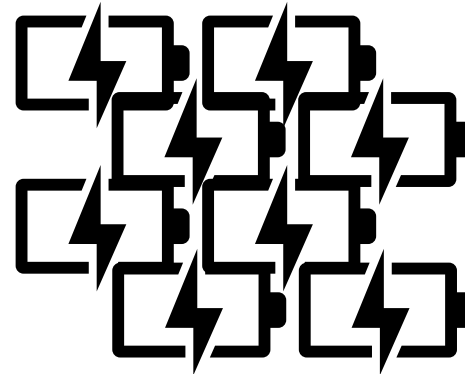
Akkujen hankintahinta  
(oletus)  
500k€/MWh/MW



Oulujoen **yhden tunnin**  
**säätökapasiteetin**  
korvaaminen akuilla  
maksaisi 500 000€ /  
MWh / MW \* 400 MW =  
**200 000 000€**



Oulujoen **säännöstely-**  
**kapasiteetin**  
**korvaaminen**  
akuilla maksaisi  
500 000€ / MWh  
\* 300 000 MWh  
= **150 000 000 000€**




Oulujoen  
säännöstelykapasiteetin  
Korvaaminen akuilla  
vaatisi maa-alaa  
noin 30km<sup>2</sup>.

**+ akkujen lataamiseen  
tarvittava energia  
täytyy tuottaa  
jollakin  
tuotantomuodolla**

Kiitoksia.





**Joustoja järjestelmään:  
Sähkön kuluttajan  
näkökulma  
Petri Hyyryläinen**

**FINGRID**





# Joustoa järjestelmään Sähkön kuluttajan puheenvuoro

Petri Hyyryläinen

# UPM

## Toimimme maailmanlaajuisesti

11 400

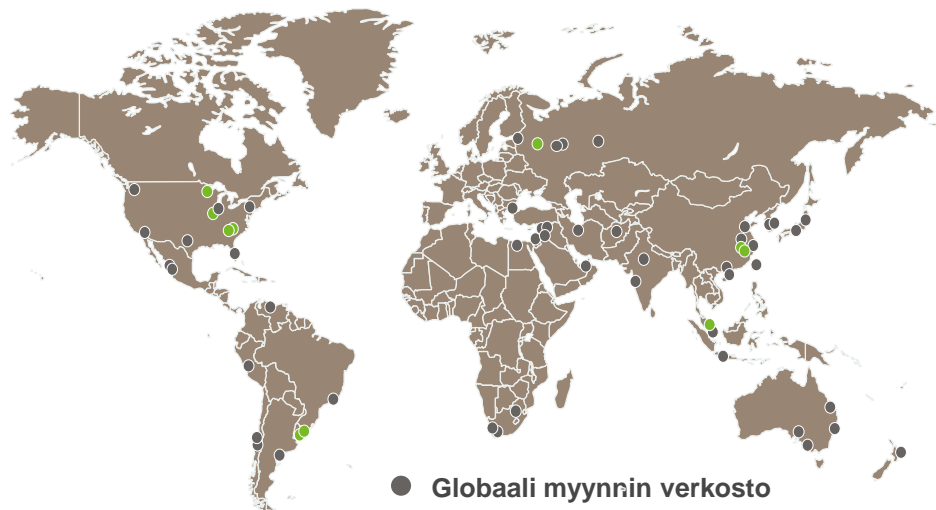
asiakasta

54

tuotanto  
laitosta

17 000

työntekijää  
46 maassa



- Globaali myynnin verkosto
- Tuotantoa 12 maassa

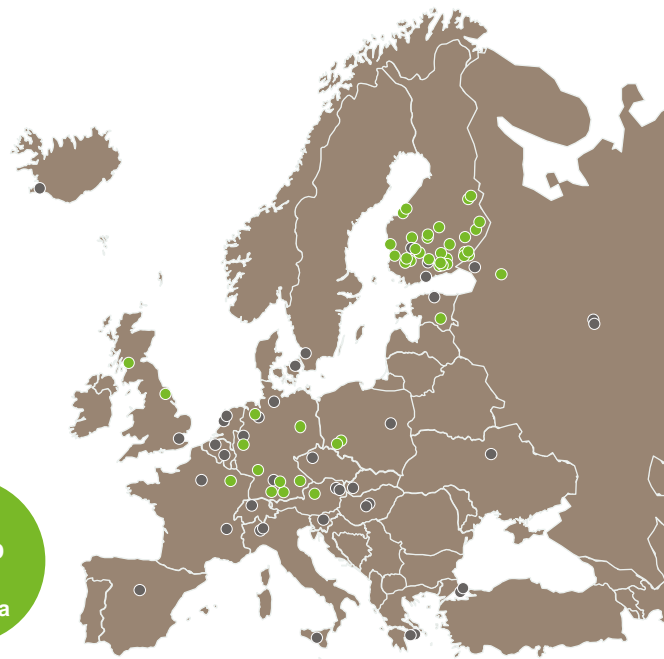
## Liikevaihto 2021 9,8 mrd. euroa

63 %  
Eurooppa

19 %  
Aasia

12 %  
Pohjois-  
Amerikka

6 %  
Muu  
maailma



# Megatrendit ohjaavat kysyntää

## GLOBALIT MEGATRENDIT



## KYSYNTÄÄ TUKEVAT



## KESTÄVÄT RATKAISUMME



# Liiketoimintomme



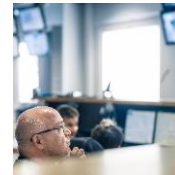
**UPM Pulp**  
Monipuolinen  
selluvalikoima  
kasvavaan  
käyttökohteisiin



**UPM Timber**  
Sertifioitu sahatavara  
rakentamiseen,  
huonekaluihin ja  
puusepänteollisuuteen



**UPM Metsä**  
Puuraaka-aineen  
hankinta  
vastuullisiin ja  
kierrätettäviin  
tuotteisiin



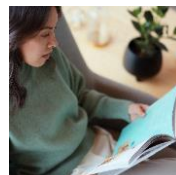
**UPM Energy**  
Vesi-, ydin- ja  
lämpövoimaan  
perustuva  
vähäpäästöinen  
sähköntuotanto



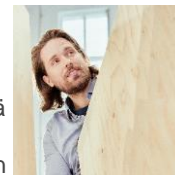
**UPM Raflatac**  
tarramateriaalit  
brändäämiseen ja  
tuote- ja  
informaatio-  
etiketöintiin



**UPM Specialty Papers**  
Tarramateriaalit,  
irrokepaperit,  
joustopakkauspaperit,  
toimisto- ja graafiset  
paperit



**UPM Communication  
Papers**  
Aikakauslehti- ja  
sanomalehtipaperi sekä  
hienopaperi  
erilaisiin loppukäyttöihin



**UPM Plywood**  
Vaneri- ja viilutuotteet  
rakentamiseen,  
ajoneuvojen lattioihin  
ja LNG-laivan-  
rakentamiseen



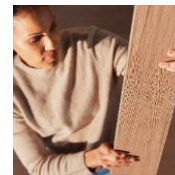
**UPM Biofuels**  
Puupohjainen  
uusiutuva diesel  
ja nafta



**UPM Biochemicals**  
Glykolit, ligniinituotteet  
ja uusiutuvat  
toiminnalliset  
täyteaineet



**UPM Biomedicals**  
Puupohjaiset  
biolääketieteen  
tuotteet lääketieteen  
ja biotieteiden  
sovelluksiin



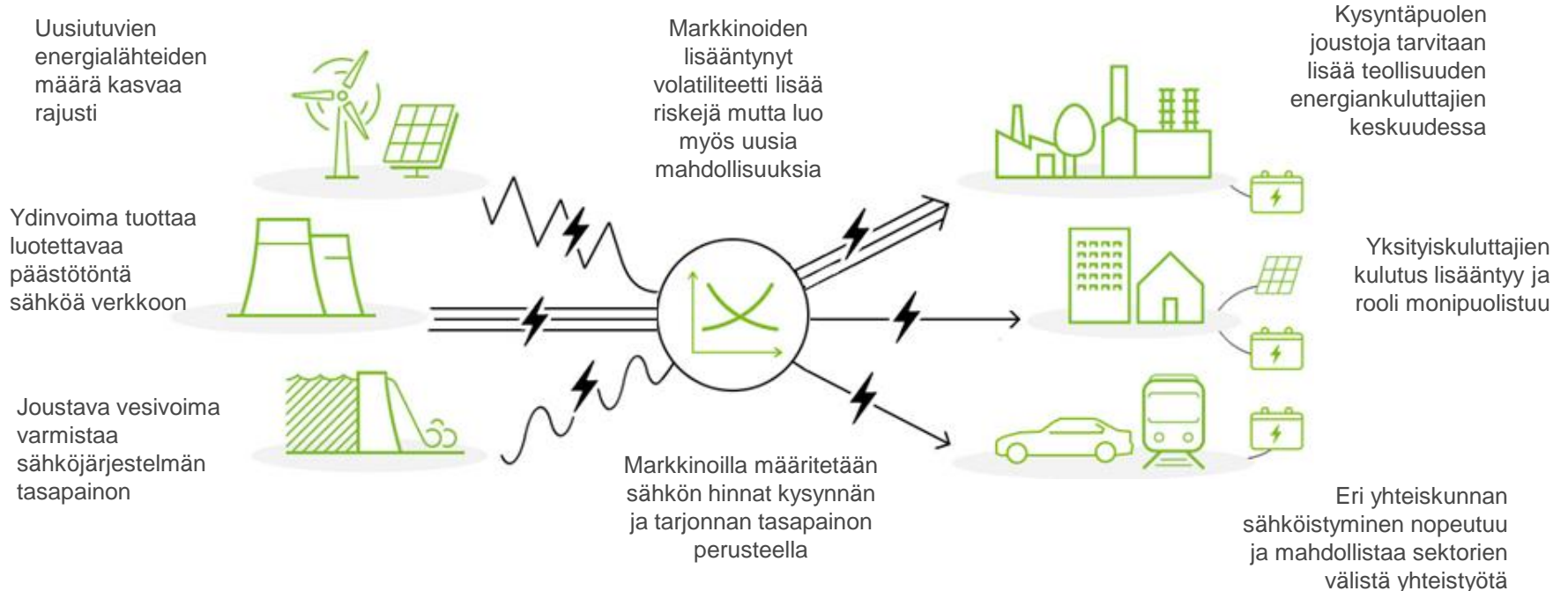
**UPM Biocomposites**  
UPM ProFi -  
terassimateriaalit ja  
UPM Formi -  
komposiittimateriaali

# Sähkö UPM:ssä

- Kaikki UPM:n yksiköt, tuottajat ja kuluttajat, toimivat markkinoille täysin markkinaehtoisesti ja perustuen oman liiketoiminnon strategiaan
- Fyysisellä sähkömarkkinalla UPM toimii yhtenä yksikkönä markkinoiden suuntaan Tampereella sijaitsevan modernin 24/7 valvomon kautta, mutta kaupalliset päätökset tehdään eri liiketoiminnoissa



# Sähkötömarkkinan uusi todellisuus



# UPM:n sähkön tuotanto ja kulutus Suomessa

## Omat vesivoimalaitokset 9

- Katerma, Kallioinen, Kaltimo, Voikkaa, Kuusankoski, Keltti, Tyrvää, Äetsä, Harjavalta

## Osa-omisteiset vesivoimalat 31

- PVO (11)
- Kemijoki (20)

## Tehdas CHP laitokset ja kulutus (Paperi- ja sellutehtaat)

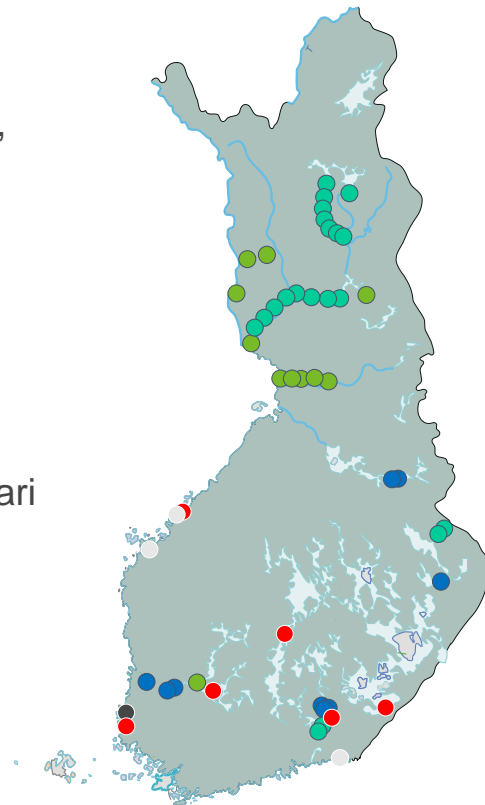
- Jämsänkoski, Rauma, Kaukas, Kymi, Pietarsaari, Tervasaari

## Muut CHP laitokset

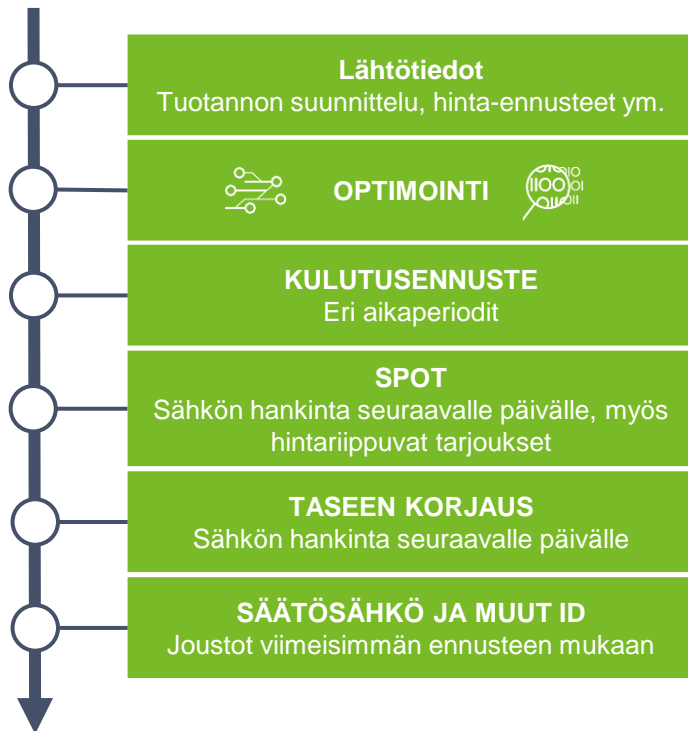
- Alholmens Kraft Pietarsaari, Vaskiluodon Voima Vaasa

## Ydinvoima TVO/PVO

- Olkiluoto 1,2 & 3



# Kulutusjoustojen mahdollisuudet teollisuusprosesseissa



- Tehtaan tuotannon optimoiminen prosessin tuomien rajoitteiden pohjalta → kulutusennusteen muodostuminen
- Pidemmän aikavälin tuotannon suunnittelussa sähkö on merkittävä tuotannontekijä ja otetaan paperiliiketoiminnossa huomioon
- SPOT-kierroksella järkevä toiminta tuo suojan hintapiikeiltä ja mahdollistaa kustannustehokkaan hankinnan, mahdollista myös ottaa huomioon oman sähköntuotannon joustavuus
- Tasevirheen korjaus jälkimarkkinoilla muuttuneen kulutusennusteen pohjalta
- Mitä automaattisemmat järjestelmät ja parempi data on olemassa, sitä suurempi mahdollisuus osallistua reaali-ajassa päivän sisäisiin markkinoihin, osittain prosessien tilanteet rajoittavat tai mahdollistavat joustoja



# Reservimarkkinat Suomessa

## Eri teknologioiden soveltuvuus reservituotteisiin



UPM:n  
kulutuskohteet  
tarjoavat  
kulutusjoustoja  
useimmille  
reservimarkkinoille

FINGRID

# Ajatuksia tulevaisuuden joustoista



Yhteiskunnan sähköistäminen lisää kulutusjouston potentiaalia, mutta miten se saadaan aktivoitua?



Mahdollinen hintavaihtelun lisääntyminen voi parantaa kulutusjouston kannattavuutta ja sitä kautta tuoda uutta kapasiteettia markkinoille



Isoilla nykyisillä ja uusilla sähkönkäyttäjille paljon potentiaali joustoihin mutta pitkä matka käytäntöön



Riittävä ja laadukas data, yhdessä kehittyneiden säätöjen kanssa mahdollistaa enemmän joustoa



## Kulutusjouston haasteet

- Vaikka kulutusjoustolla voidaan saavuttaa merkittäviä hyötyjä (usealle osapuolelle), sen toteuttamisessa ja maksimoimisessa voi olla energia-intensiivisessä teollisuudessa suuriakin haasteita mistä listattu osa alle
  - Normaali tuotantotoiminnan jatkuvuutta/laatua/suunnitelmallisuutta ei haluta riskeerata
  - Tuotantoprosesseista ei löydy joustoa (tekninen prosessi ja/tai laatu rajoittaa) ja/tai kustannus on liian suuri hyötyihin nähden
  - Sähkömarkkina-osaamista ei löydy organisaatiosta tai se on hajautunut eri osiin
  - Järjestelmät eivät ole ajan tasalla tai sovellu joustojen toteuttamiseen
  - Sisäisen tietoisuuden lisääminen läpi organisaation
  - Lyhyemmät tasejaksot voivat tuoda haasteita isoille teollisuusprosesseille osallistua joustoihin

UPM **BIOFORE**  
**BEYOND** FOSSILS





# Rajasiirtokapasiteetin kehittyminen ja pohjoismainen yhteistyö

Jussi Jyrinsalo

FINGRID



25.5.2022

# Rajasiirtokapasiteetin kehittyminen ja pohjoismainen yhteistyö

Kantaverkkotoimikunta 1.6.2022

**FINGRID**

# Rajasiirtoyhteysien kehittyminen

Keskeisten kapasiteettien kehittyminen vuodesta 1997 (eli TSO-kvartaalissa):

- Ruotsin tuontikapasiteetti on kasvanut 1500 MW:sta 2700 MW:in ja vientikapasiteetti 1200 MW:sta 2300 MW:in: keskeisimmät muutokset sarjakompensointi (1997) ja FennoSkan2 (2011). Olkiluoto3 tulee syömään tuontikapasiteettia 300 MW täydellä teholla ajaessaan. Aurora Line valmistuu 2025 ja FennoSkan1 elinikää päätetty jatkaa 2040 saakka.
- Ruotsin vientikapasiteetti FennoSkaneilla rajoitettu toistaiseksi arvoon 300 MW. Verkkosuojan avulla se on tarkoitus nostaa 600 MW:in ensi vuoden alussa.
- Viron kapasiteetti on kasvanut nolasta 1000 MW:in: EstLink1 (2007) ja EstLink2 (2014).
- Samaan aikaan on kasvatettu Suomen sisäistä siirtokapasiteettia pohjoisesta etelään 1300 MW:sta 3150 MW:in. Metsälinja tekeillä.

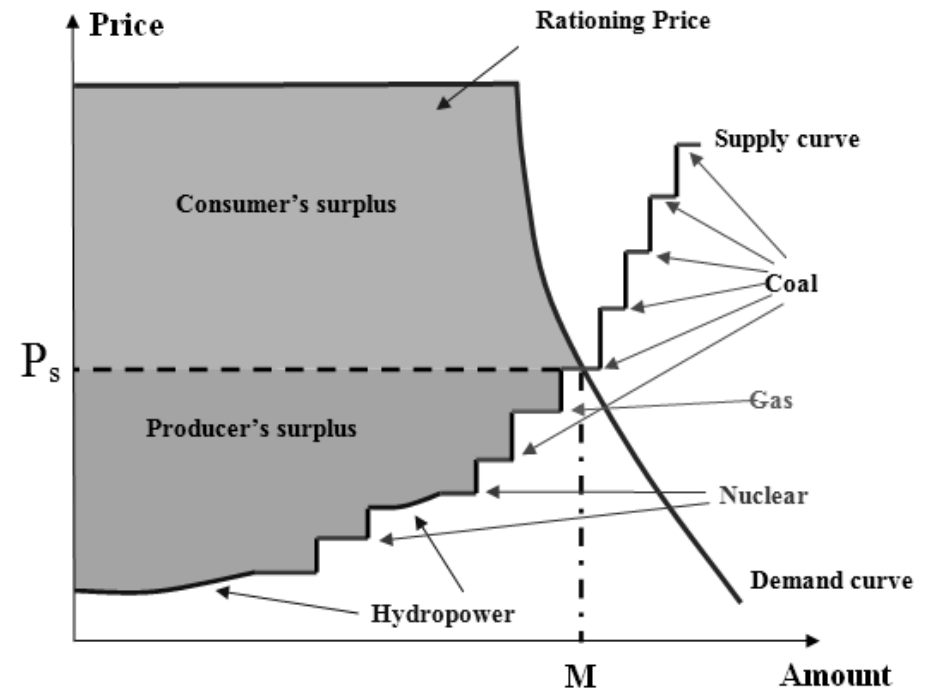


# Rajajohtojen kannattavuuden arviointi

Markkinahyödyt analysoidaan ilman investointia ja sen kanssa:

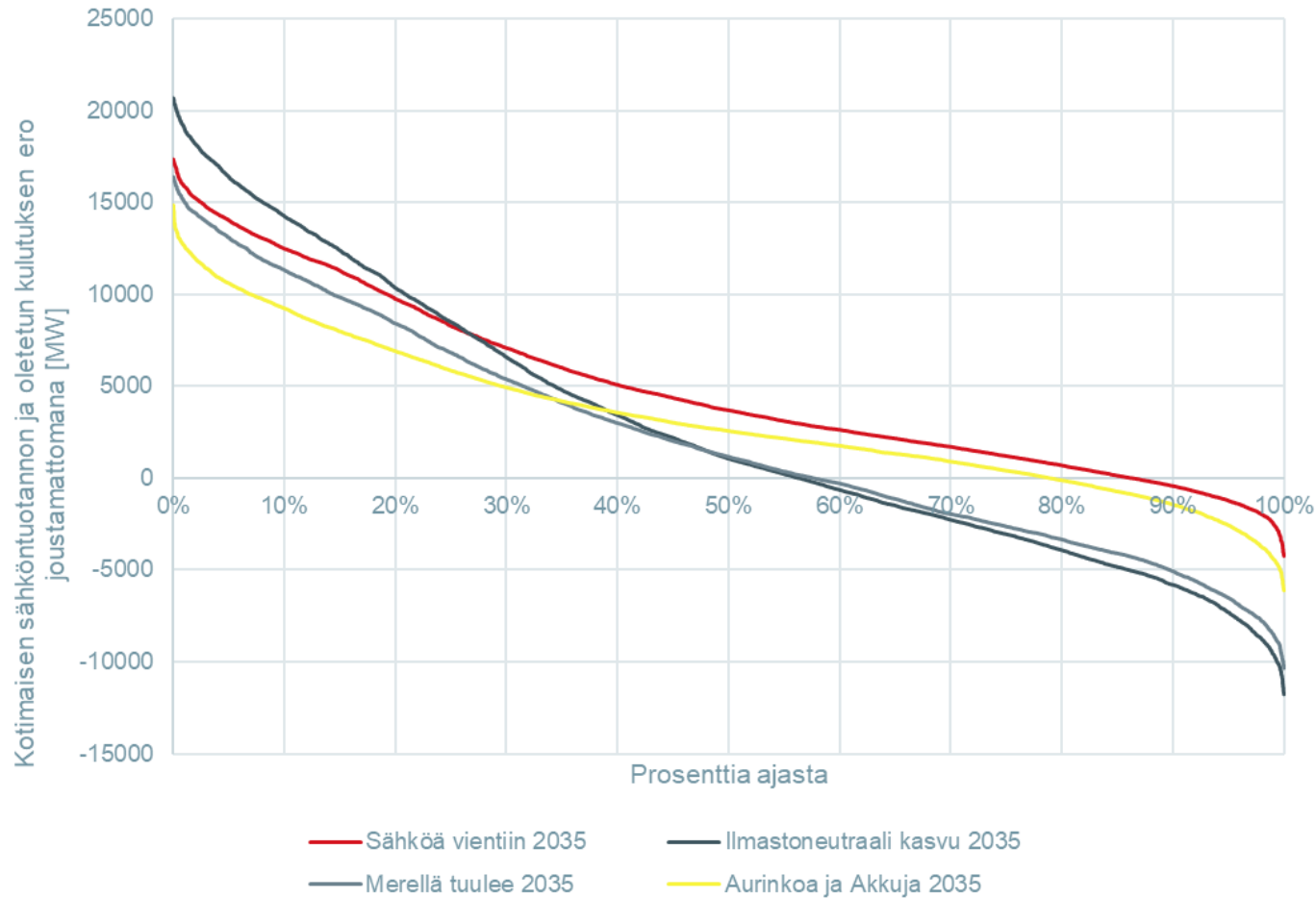
- tuottajahyöty
- kuluttajahyöty
- pullonkaulatulot
- verkkohäviöt.

Hyötyjen laskemiseksi tarvittavat siirtojen pysyvyydet ja pullonkaulatunnit saadaan selville tuntitason markkinasimuloinnin ennustan tulevaisuutta vaihtoehtoisin skenaarioin kymmenien vuosien päähän.





# Rajasiirtoyhteydet jouston lähteenä

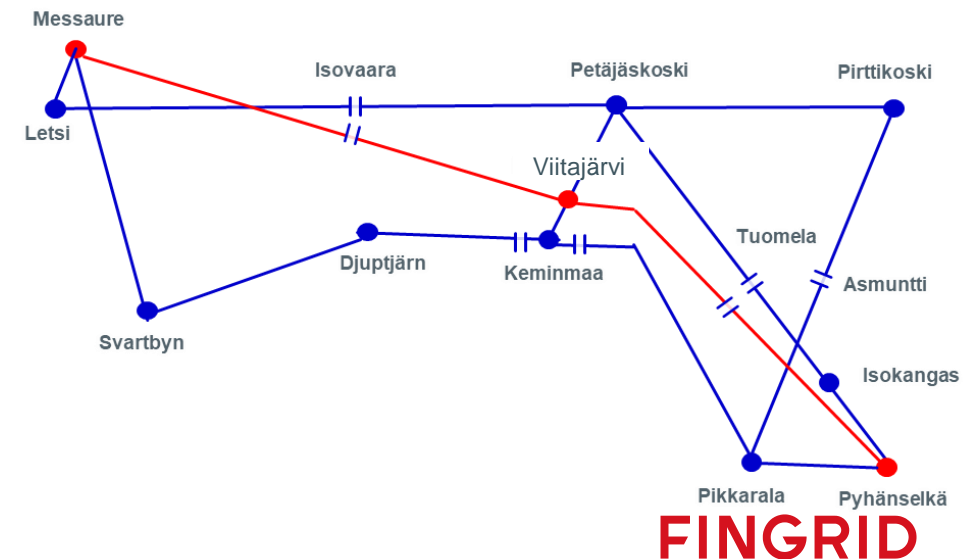


Fingridin visiotyön 2021 skenaariot:

- Ilman tuotannon ja kulutuksen joustoa sähkön tuontitarve ylittäisi ääritilanteissa tuontikapasiteetin useilla gigawateilla

# Aurora Line – uusi yhteys Ruotsiin

- Svenska krafnetin ja Fingridin yhteishanke osana ratkaisua energiamurroksen haasteisiin
- Yhteinen soveltuvuus selvitys (feasibility study) tehty 2016, reitti ja ympäristöselvitykset/YVA:t käynnistyivät 2017 ja voimajohtojen tekninen suunnittelu käynnistynyt 2020
- Rakentaminen käynnistyy 2022 ja koko yhteys valmis ja käyttöön vuoden 2025 lopulla
- Mukana EU:n PCI-listalla ja sen pohjalta saanut CEF-tukea niin käynnissä olevaan suunnitteluvaiheeseen kuin myös käynnistyvään rakentamisvaiheeseen
- Kokonaisuudessaan 380 km uutta 400 kV voimajohtoa ja töitä 5 sähköasemalla, joista kaksi uusia (Viitajärvi ja Isomaa SC)
- Rajanylityskohta Tornionjoella Risudden-Vuennonkoski

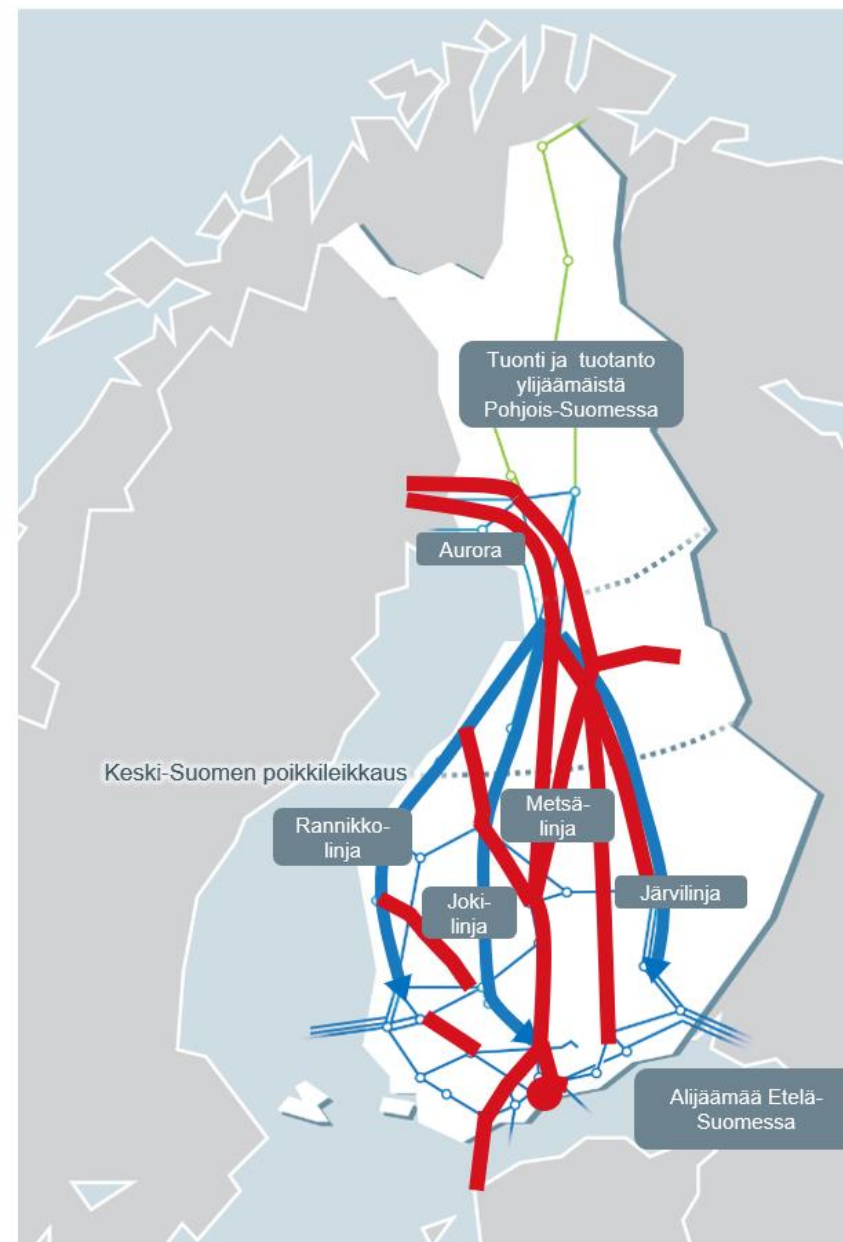






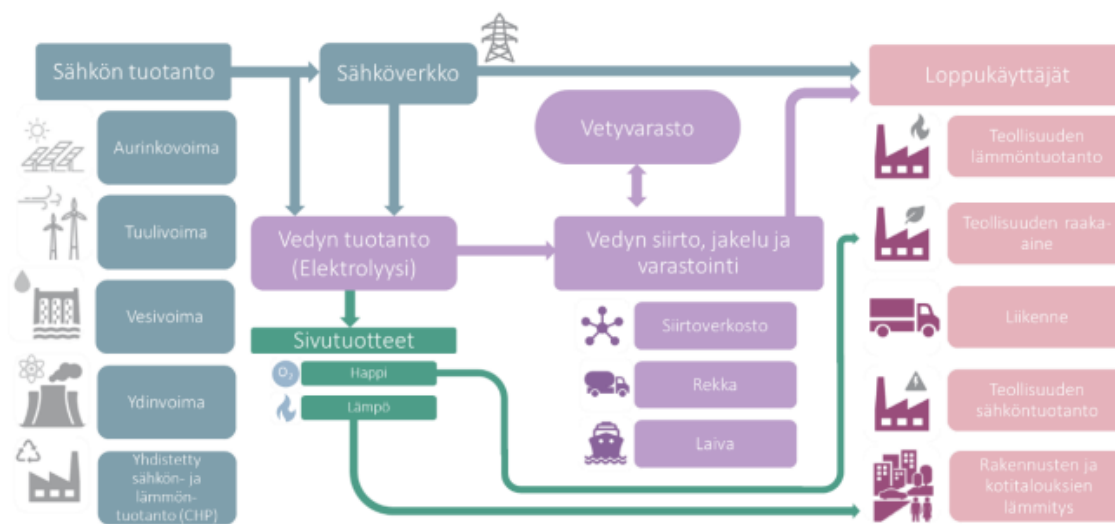
# Aurora Line 2 ja EstLink 3

- Tavoitteena toteuttaa seuraavat rajasiirtoyhteydet sekä Ruotsiin että Viroon jo 2030-luvun alussa
- Svk:n kanssa on tehty projektisuunnitelma ja tarkempi suunnittelu alkaa kesän jälkeen:
  - Skannataan vielä kaikki vaihtoehdot, mutta Aurora Line 2 näyttää todennäköisimmältä (Pohjois-Ruotsissa paljon liityntätarpeita)
  - Myös Svartbyn-Keminmaa –johdon kuormitettavuuden nostoa selvitetään
- Myös Eleringin kanssa alettu suunnitella uutta yhteyttä: todettu Inkoo parhaaksi liityntäpisteeksi Suomen puolella
- Tavoitteena saada Aurora2 ja tarvittavat sisäiset vahvistukset valmiiksi ennen uutta Viron yhteyttä



# Nordic Hydrogen Route

- Gasgrid Finlandin ja Nordion Energin yhteinen hanke, jonka tavoitteena on rakentaa rajat ylittävä vetyinfrastrukturi ja avata avoin vetymarkkina Perämeren alueelle vuoteen 2030 mennessä.
- Etenkin Pohjois-Ruotsissa suunnitteilla suuria teollisuusinvestointeja: Jällivaara (HYBRIT-demo, LKAB,...), Luulaja (SSAB, H2GS,...), Skellefteå (Northvolt,...),...
- Näiden ennustettu tehontarve jopa reilusti yli 10 GW: vedyn siirtoa sähkön siirron rinnalle
- Fingridillä on myös meneillään hanke Gasgridin kanssa sähkö- ja vetyinfran rinnakkaiselosta



# Pohjoismainen yhteistyö

- Pohjoismaisia työryhmiä (\* raportoivat Nordic CEO-kokoukseen):
  - Nordic Planning Group\* (verkkosuunnitelmat)
  - Market Steering Group\* (markkinat)
  - Regional Group Nordic\* (käyttö, samalla ENTSO-E:n alueryhmä)
  - Nordic IT Group\* (IT-järjestelmät)
  - Nordic Investment Group (rakentaminen)
  - Nordic Asset Management Group (kunnonhallinta)
  - Nordic R&D Group (T&K).
- Myös Itämeren alueella verkon suunnitteluyhteistyötä: Baltic Sea System Development Steering Group (offshore-verkko, tehon riittävyys, markkinamallit), Regional Group Baltic Sea (ENTSO-E:n verkkosuunnittelun alueryhmä).

# Pohjoismainen kantaverkkoyhtiöiden strategia edellyttää laajaa yhteistyötä

- Sektori-integraatioon ja tuulivoimaan keskittyvä [strategia](#) esiteltiin sidosryhmille 11.3.2022
- Strategia ulottuu vuoteen 2030 ja sen toteutumista tukee säännöllisesti seurattava ja päivitettävä [toteutussuunnitelma](#)
- Tavoitteena puhdas ja kilpailukykyinen sähkö, joka mahdollistaa ilmastoneutraalin, varman ja integroidun energiajärjestelmän
- Strategiaa toteutetaan osin jo meneillään olevilla yhteishankkeilla (esim. Nordic Balancing model, Capacity Calculation Method) mutta myös uusia hankkeita tullaan käynnistämään.
- Keskeisiä kehitysalueita ovat mm. kokonaisvaltainen energiajärjestelmän suunnittelu, markkinaehtoisen sähkötehon jouston mahdollistaminen, merituulivoimaa koskeva markkinakehitys, siirtokapasiteetin tehokas hyödyntäminen sekä kyky lisätä siirtokapasiteettia nopeasti.



# Kysymyksiä?

## **Fingrid Oyj**

Läkkisepäntie 21

00620 Helsinki

PL 530, 00101 Helsinki

Puh. 030 395 5000

Fax. 030 395 5196

[www.fingrid.fi](http://www.fingrid.fi)



**FINGRID**



# Fingridin ajankohtaiset

## Jussi Jyrinsalo ja Petri Parviainen

FINGRID



25.5.2022

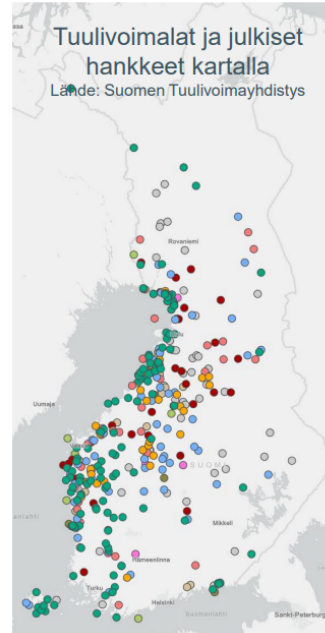
# Fingridin ajankohtaiset

Kantaverkkotoimikunta 1.6.2022

**FINGRID**

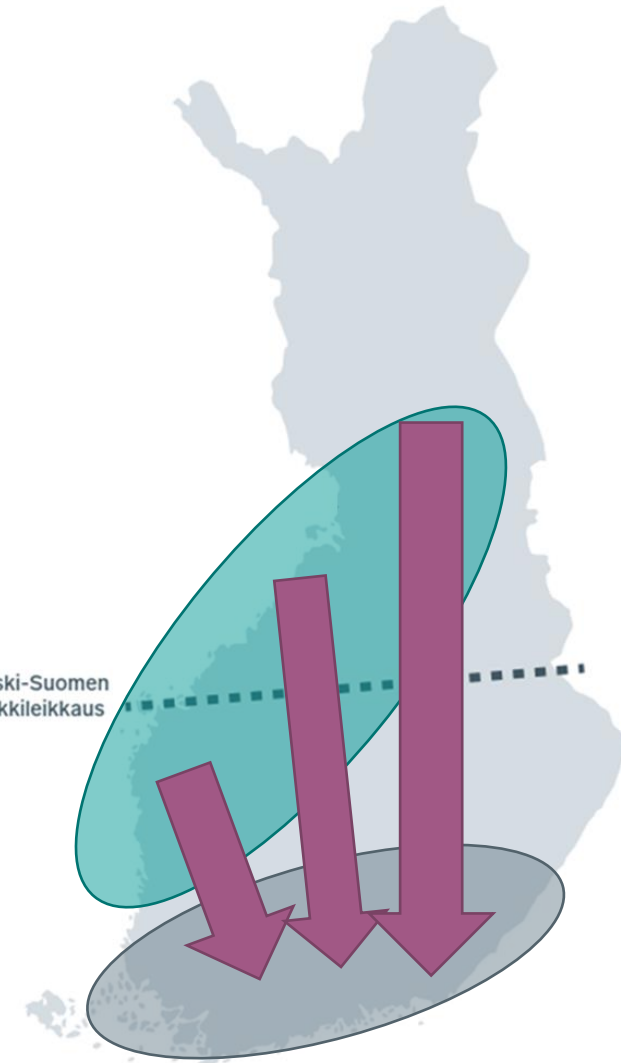
# Suomalainen tuulivoima rajussa kasvussa

**Suomen ennennäkemätön tuulivoimabuumi!**  
Sähkön hinta ja saatavuus riippuvat yhä enemmän tuulivoimatuotannosta

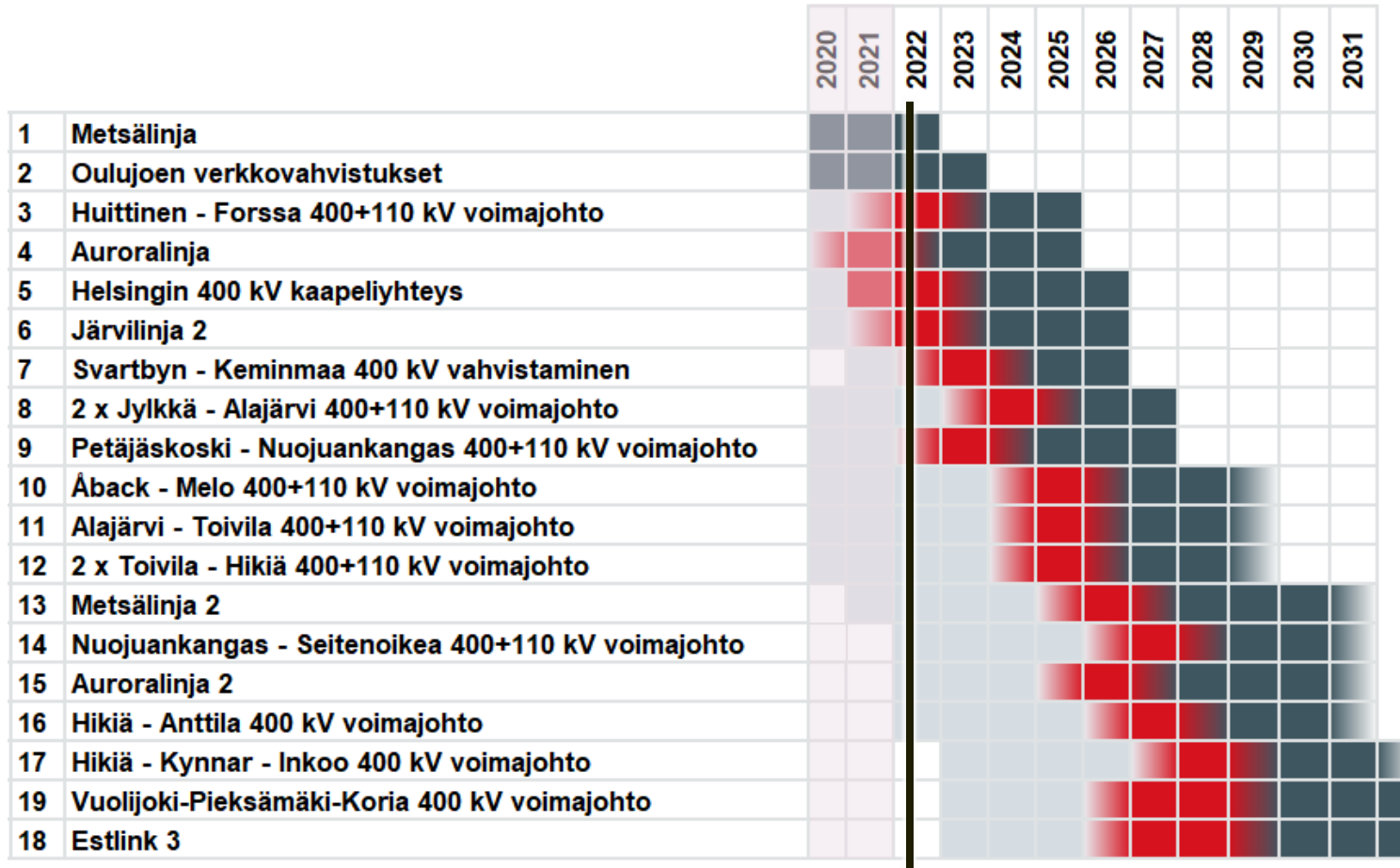


FINGRID

Huom: yksi hinta-alue!



# Päävoimansiirtoverkon investointisuunnitelma



2022 – 2031:

400 kV voimajohtoja noin 3200 km

Alle 400 kV voimajohtoja noin 2000 km

HVDC-kaapelia noin 50 km

35

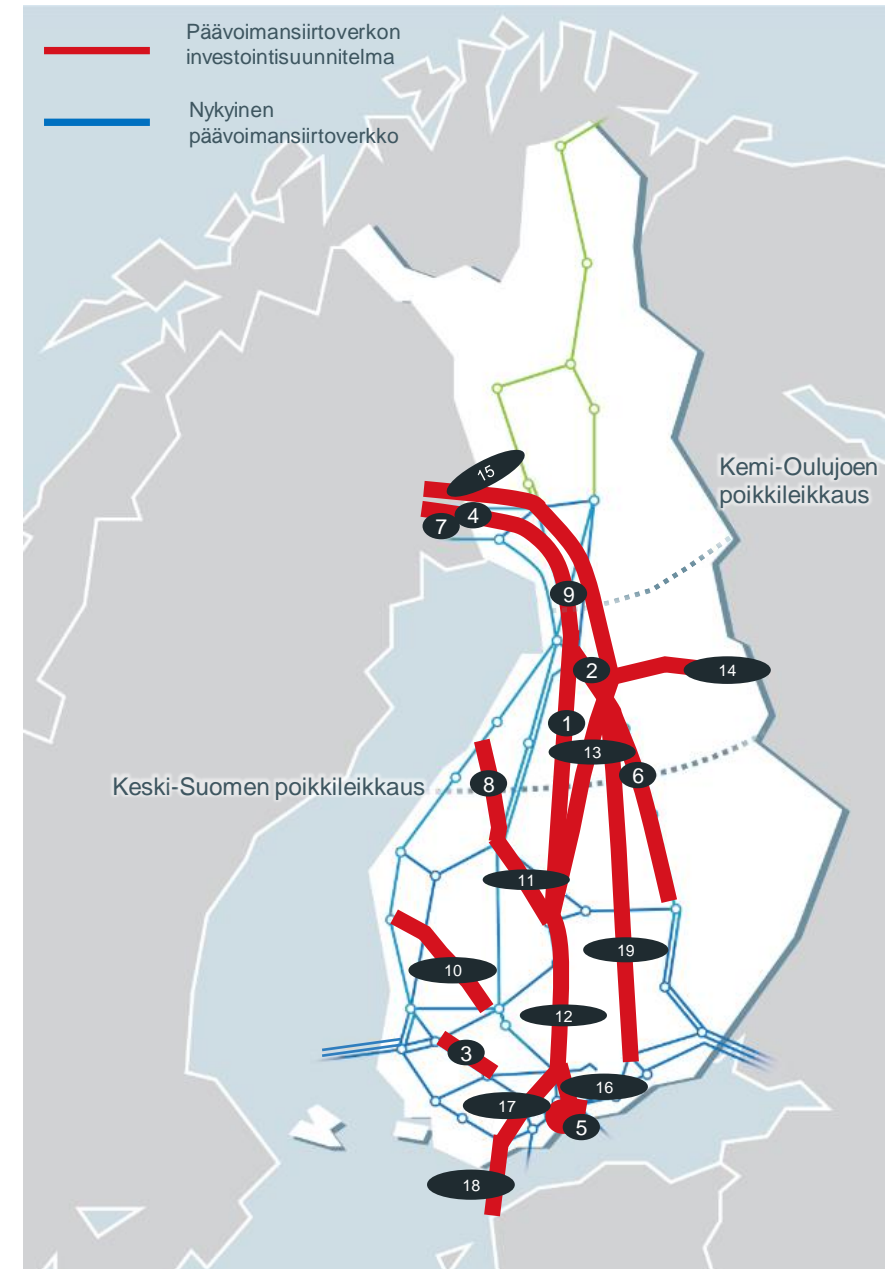
Vajaat 200 uutta, laajentavaa tai kunnossapitävää sähköasemahanketta

YVA-menettely / esisuunnittelu

**Yleissuunnittelu ja luvitus**

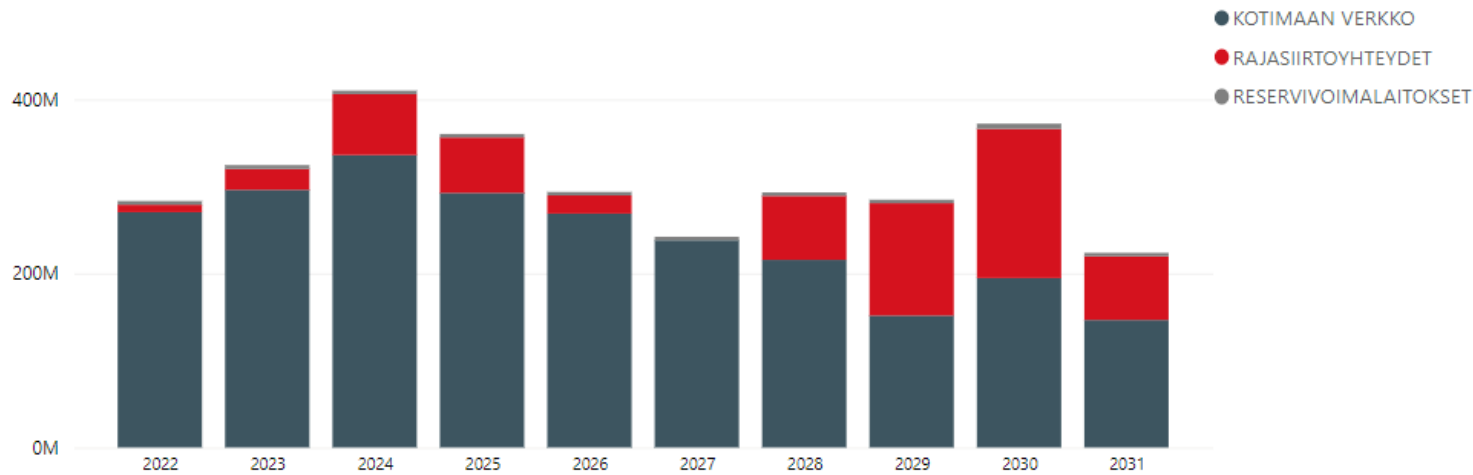
Rakentaminen

25.5.2022



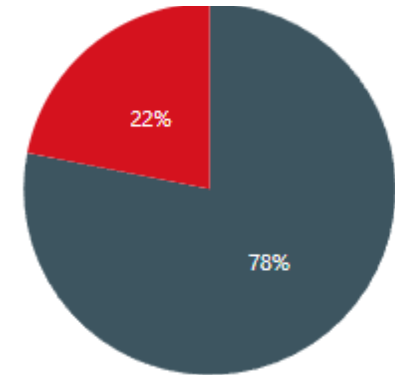
# Verkkoinvestoinnit 2022 - 2031

Verkkoinvestointeja noin 3 miljardilla eurolla vuosina 2022-2031



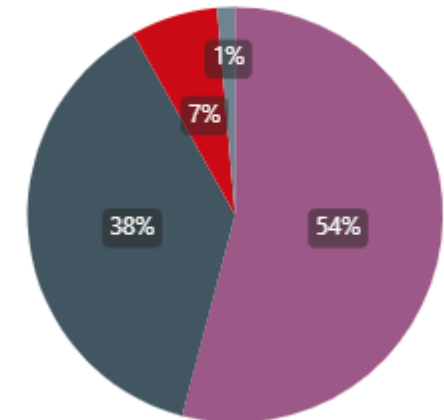
Korvaus- ja uusinvestoinnit (2022-2031)

Uusinvestointi(%) Korvausinvestointi(%)



Investoinnit hankeryhmittäin (2022-2031)

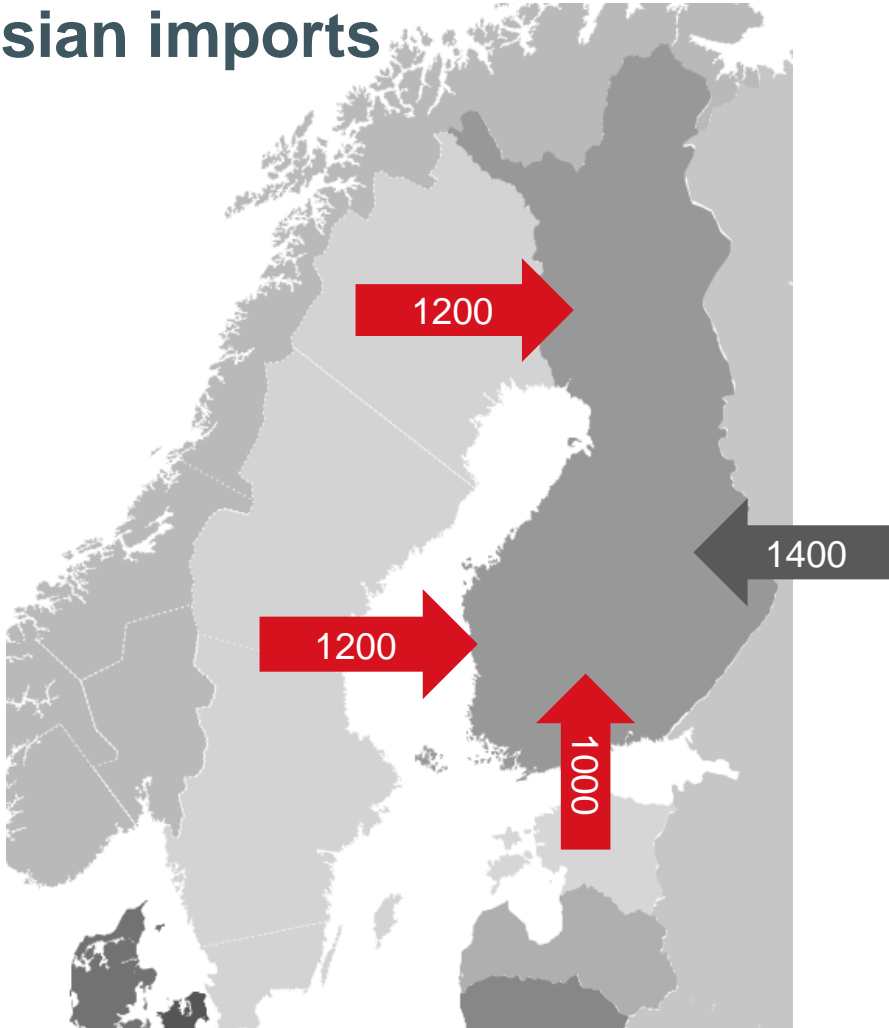
Voimajohto Sähköasema HVDC Varavoima



# Winter Power Balance 2022/2023 without Russian imports

Cold winter day 1/10 years	
Domestic production capability	12 300 MW
Peak Load Reserve	600 MW
Consumption	15 100 MW
Net	-2 200 MW
Import capability from EU	3 400 MW
- From Sweden	2 400 MW
- From Estonia	1 000 MW
Import capacity from Russia	1 400 MW

In addition Fingrid's fast disturbance reserves, 1 300 MW



# Tuulivoima Q2\_2022

## Tuotannon liityntäkyselyiden tilannekuva

168,991.2

Kyselyiden teho (MW)

1122

Hankekyselyä

45,192.1

Julkisten hankkeiden teho (MW)

485

Julkista hanketta

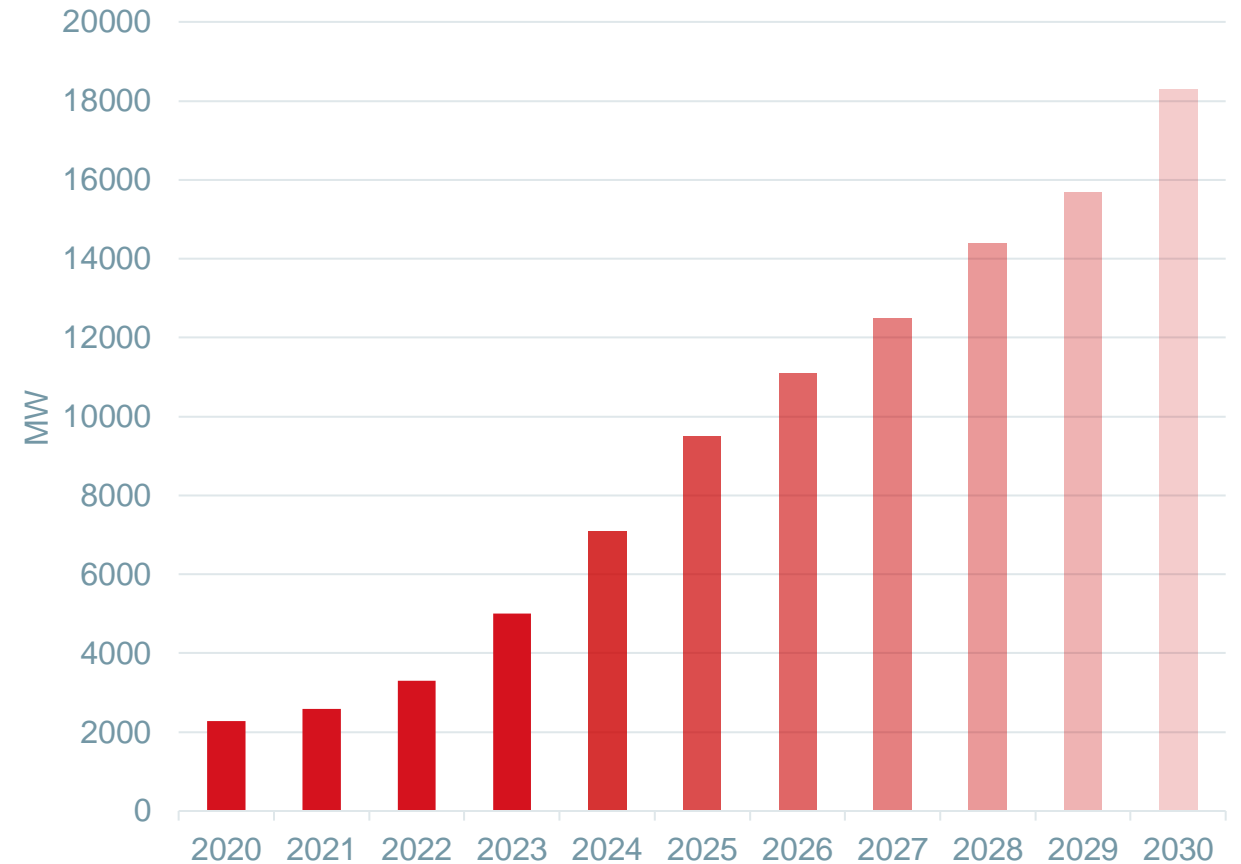


Q2\_2022

Tuotannossa ... n. 3800 MW

Rakenteilla ... n. 3000 MW

Luvissa ... n. 2500 MW





**Haaste 1.)** Kantaverkon terminen siirtokyky rajoittaa tuotannon liittämistä Länsirannikolla, ja lisäksi vika- ja huoltotilanteista selviäminen tulee edellyttämään sähköntuotannon rajoituksia. Kun 400 kV voimajohdot Kristiinan kaupungin ja Kalajoen seudulta muualle kantaverkkoon suunnitelman mukaan valmistuvat 2027 – 2028, rajoitteista voidaan luopua.

Tilanteen parantamiseksi Fingrid investoi kantaverkkoon enemmän kuin koskaan, mutta silti on:

- selvitettävä mahdollisuudet teknisesti ja sopimuksellisesti tehon alentamiseen huolto- ja vikatilanteissa, jotta kriittisiä tilanteita ennen v. 2028 selvitään
- selvitettävä ns. DLR (dynamic line ratingin) käyttömahdollisuudet -> tarkempi mittaustapa ja tilannekuva mahdollistaa käytännössä suuremmat siirrot

**Haaste 2.)** on alhainen ekvivalenttinen oikosulkutehosuhde (ESCR). Suuresta alueellisesta suuntaajakytketyn tuotannon määrästä johtuen tuulipuistojen jännitteensäätö voi muuttua epästabiiliksi tietyissä siirtotilanteissa tai häiriöissä. Stabiili toiminta on ehdoton edellytys tuulivoimalaitosten jatkuvalle toiminnalle ja ylipäättään voimajärjestelmän käyttövarmuudelle. Epästabiilista toiminnasta aiheutuva jännitteen heilunta voi rajoittaa laitosten tehoa ja pahimmillaan johtaa niiden irti kytkeytymiseen ja laiterikkoihin voimalaitoksilla ja asiakasverkoissa.

Tuulivoimalaitoksen stabiiliin toiminnan edellytyksiä voidaan arvioida voimalaitoksen liittymispisteeseen määritellyllä ekvivalenttisella oikosulkusuhteella, jonka alhainen arvo indikoi stabiiliushaasteita.

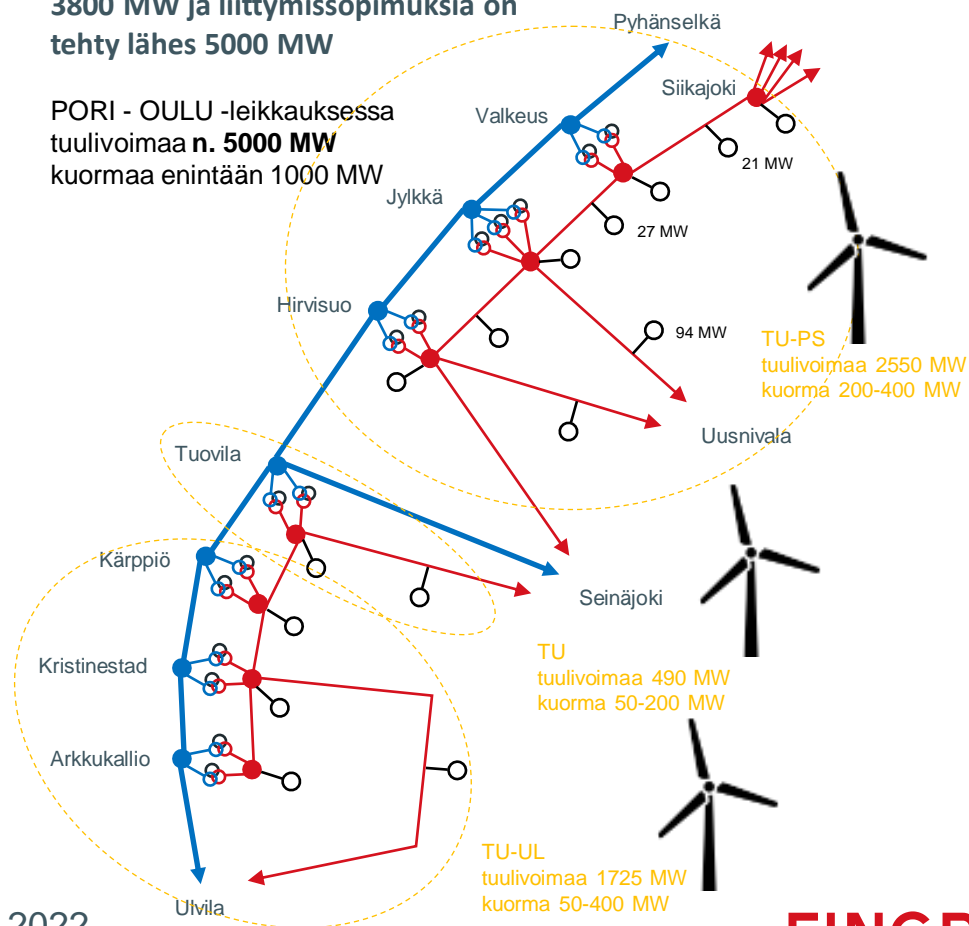
- voimalaitoksen tehoa voidaan joutua väliaikaisesti rajoittamaan tai irrottamaan laitos verkosta, jolla estetään niiden heilahtelu tai jopa rikkoutuminen
- Fingrid tekee parhaillaan tarkempaa mallinnusta alueelle tarkentaakseen tuulivoiman liitettävyyden edellytyksiä Kristinestadin sekä Kalajoen alueilla ja tarkentaa vuoden 2022 kuluessa vaatimuksia alhaisen ekvivalenttisen oikosulkusuhteen huomioimiseksi tuulivoimalaitosten suunnittelussa.
- Vastaavat stabiiliushaasteet koskevat myös muita suuntaajakytkettyjä laitteistoja, kuten aurinkovoimalaitoksia sekä sähkövarastoja.

**Haaste 3.)** on alisykroninen vuorovaikutus sarjakompensoidulla johdolla. Fingridin 400 kV sarjakondensaattorien ja alueen tuulivoiman välille saattaa syntyä suuria ylijännitteitä- ja virtoja aiheuttava hallitsematon vuorovaikutusilmiö (resonanssi) häiriöissä tai keskeytyksissä. Tällöin sarjakondensaattorit on ohitettava resonanssin pysäyttämiseksi. Resonanssi voi johtaa laitosten hallitsemattomaan irtikytkeytymiseen verkosta ja laiterikkoihin voimalaitoksilla ja asiakasverkoissa. Sarjakondensaattorien ohitus heikentää edelleen tilannetta em. ekvivalenttisen oikosulkutehon (ESCR) kannalta altistaen tuulivoimalaitoksia epästabiilille toiminnalle sekä tekee 110 kV verkon tehonjoon hallinnasta haastavaa. Tuulivoimalaitoksen herkkyys alisykroniselle vuorovaikutukselle riippuu voimalaitoksen turbiinityypistä. Erityisesti DFIG-tyyppiset tuulivoimalaitokset ovat alttiita vuorovaikutukselle.

# HAASTEITA LÄNSIRANNIKOLLA -> ei uusia tuotannon liittymissopimuksia toistaiseksi !

Tällä hetkellä tuotannossa on noin  
**3800 MW** ja liittymissopimuksia on  
tehty lähes **5000 MW**

PORI - OULU -leikkauksessa  
tuulivoimaa n. **5000 MW**  
kuormaa enintään 1000 MW



25.5.2022

**FINGRID**

# Kysymyksiä?

## **Fingrid Oyj**

Läkkisepäntie 21

00620 Helsinki

PL 530, 00101 Helsinki

Puh. 030 395 5000

Fax. 030 395 5196

[www.fingrid.fi](http://www.fingrid.fi)



**FINGRID**



# Kokouksen päättäminen

## Mikko Rintamäki

FINGRID

**Fingrid Oyj**

Läkkisepäntie 21

00620 Helsinki

PL 530, 00101 Helsinki

Puh. 030 395 5000

Fax. 030 395 5196

[www.fingrid.fi](http://www.fingrid.fi)

**FINGRID**