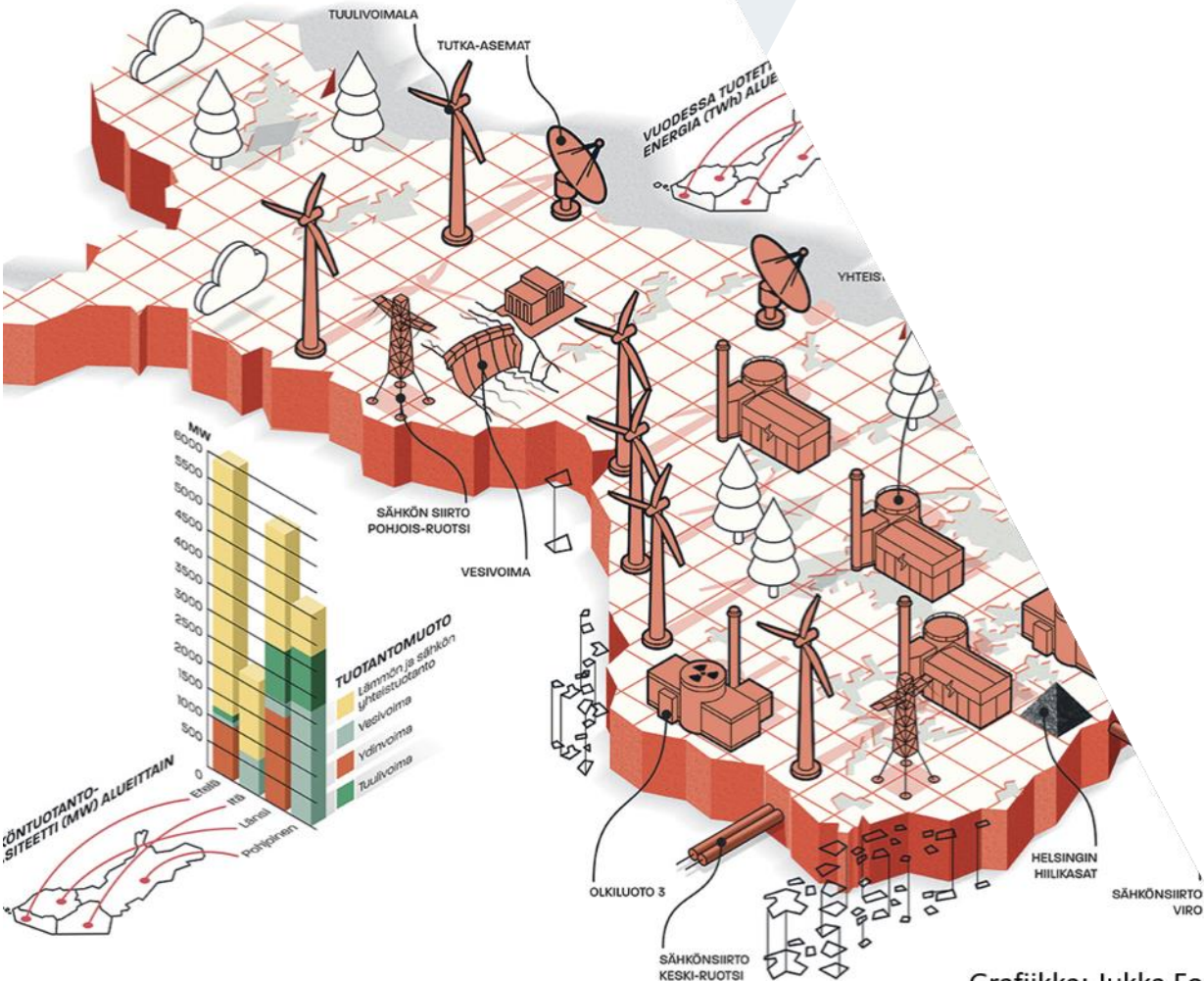


Arto Pahkin ja Mikko Piironen

Tilannekatsaus ajankohtaisista käyttöasioista

FINGRID



Grafiikka: Jukka Fordell

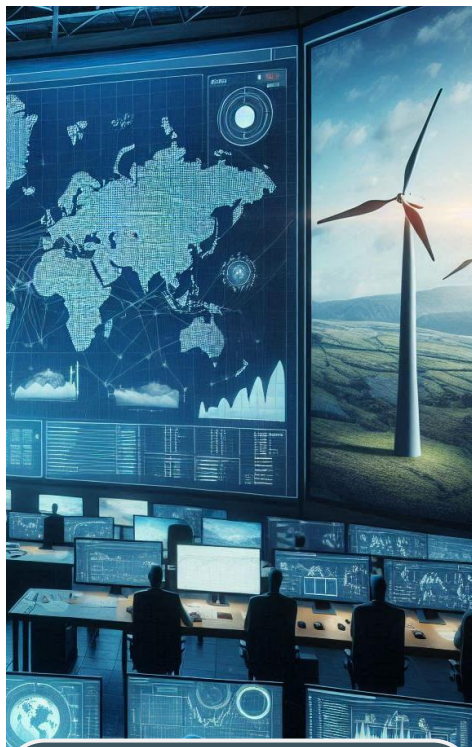
Sisältö:

- Kantaverkkokeskuksen päätehtävät
- Katsaus siirtovarmuuteen ja häiriöihin
- Iberian Blackout
- Nopeasti kasvavan asiakaskuormituksen muutoksen hallinnan keinot
- NC ER päivityksen tilanne
- Selviytymiskykyinen sähköjärjestelmä
- Fingrid arvioi säännöllisesti sähkön riittävyyttä
- Siirtokeskeytysten ajankohtaiset
- Suuntaajavaltaisen sähköjärjestelmän verkkokoe

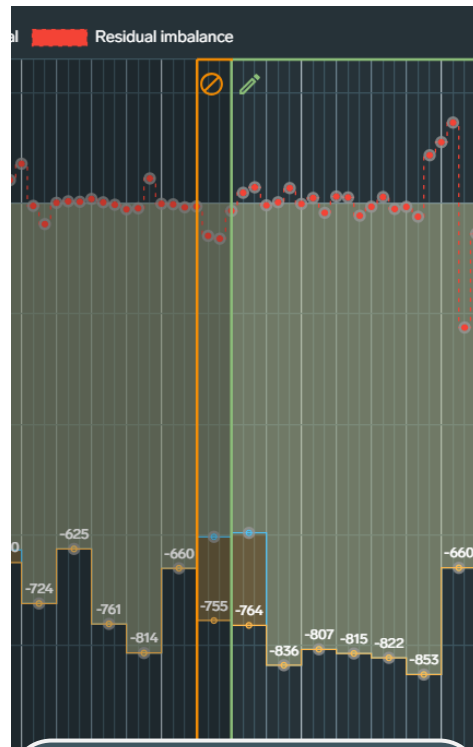
Kantaverkkokeskuksen päätehtävät



Suunnittelemme
siirtokeskeytykset ja
ennakoimme
käyttötilanteet



Valvomme ja
ohjaamme
kantaverkkoa 24/7



Pidämme sähkön
kulutuksen ja
tuotannon
tasapainossa



Varaudumme
häiriöihin ja
selvitämme häiriöt
nopeasti



Valvomme kriittisiä
ICT-järjestelmiä ja
tietoliikenneyhteyksiä

FINGRID

Siirtovarmuus Fingridin verkossa ennätystasolla 99,99997%, vaikka...

- Estlink 1 vaihereaktorin vaurio
- Djuptjärn - Keminmaa 400 kV tulipalo johdolla
- Kangasala-Lavianvuori 400kV osajohtimen irtoaminen
- Pyhänselkä 400/110 kV päämuuntaja palo
- Viitajärvi-Simojoki 400 kV virtamuuntajan palo.



FINGRID

Iberia - Tapahtumien kulku 28.4.2025

- Espanjasta oli suunniteltu vientiä 1000 MW Ranskaan, 2000 MW Portugaliin ja 800 MW Marokkoon.
- Puolen tunnin jaksolla ennen häiriötä oli havaittu kahteen otteeseen teho- ja taajuusheilahtelua Espanjan verkossa sekä Manner-Euroopan synkronialueella, jotka Espanjan (REE) ja Ranskan (RTE) TSO:t mitigoivat mm. pienentämällä siirtoa Espanjasta Ranskaan.
- Hetki ennen häiriötä menetettiin 20 sekunnin kuluessa sähkötuotantoa Espanjassa arviolta 2200 MW kolmessa portaassa. Tarkka syy tuotannon menetykseen johtaviin suojalaitetoimintoihin ei tätä kirjoitettaessa ole tiedossa. Taustalla jännitteen nousu.
- Tämän jälkeen generaattoreiden ylijännitesuojauksen toimintoja Iberiassa. Espanjan ja Ranskan välinen synkroniyhteys menetetään
- Klo 12.33:24 CET Iberian sähköjärjestelmä romahti.

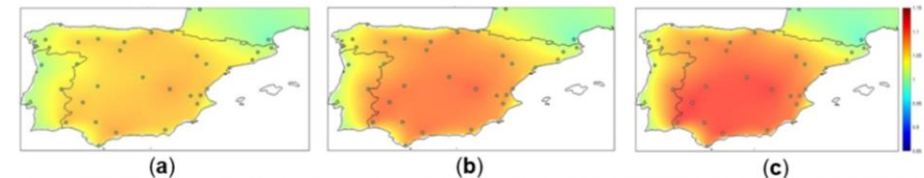
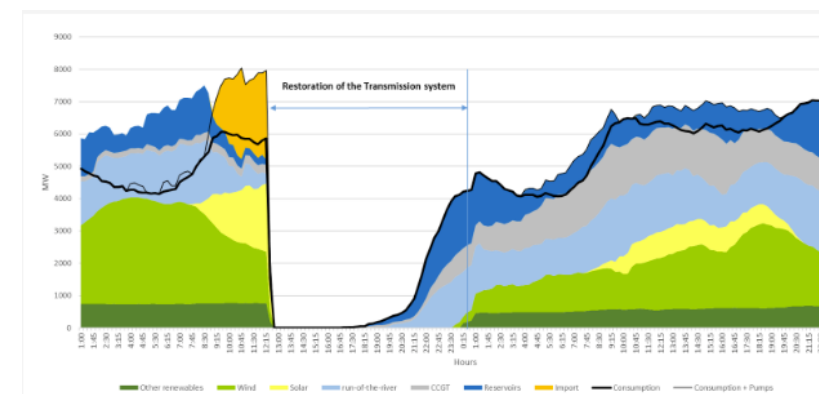
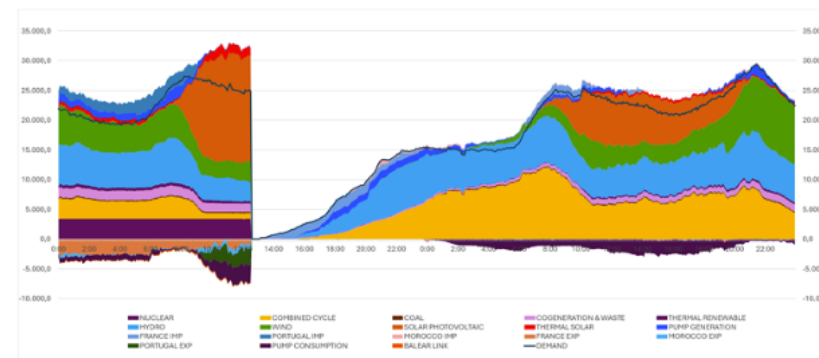


Figure 3.2 – Heatmap of the Iberian Peninsula for the temporal instant (a) 12:32:58, (b) 12:33:17 and (c) 12:33:18 showing the voltage magnitudes at different substations

Iberia - Käytön palautus

- Sähköjärjestelmän käytönpalautus aloitettiin Espanjassa Ranskasta saatavalla sähköllä klo 12.44
- Portugalissa käytönpalautus aloitettiin black-start toiminnallisuuden omaavalla vesivoimalaitoksella klo 12.45
- Espanjan ja Portugalin välinen 220 kV rajajohto kytkettiin jännitteelliseksi klo 18.36, mikä mahdollisti käytönpalautuksen nopeuttamisen Portugalissa
- Kantaverkon käytönpalautus saatiin valmiiksi Portugalissa seuraavana vuorokauden puolella klo 00.22 (noin 12 h)
- Espanjassa kantaverkon käytönpalautus valmis noin klo 04.00 (noin 16 h)



Nopeasti kasvavan asiakaskuormituksen muutoksen hallinnan keinot

Asiakkaiden kuormitustarpeeseen vastataan mahdollistamalla kuormituksen kasvu joustoja hyödyntämällä. Asiakas toimii verkon siirtokyvyn ylittyessä joustoa ennalta sovitulla tavalla:

- **Termisen ylikuormittumisen tilanteissa voidaan rakentaa verkkosuoja**, jossa asiakas pienentää tai kytkee irti kuormitusta nopeasti saatuaan signaalin Fingridin sähköasemalta. Jos asiakas ei sopeuta tehoaan, varalaukaisuna Fingrid kytkee asiakkaan liittymän irti sähköasemaltaan.
- **Jännitestabiiliuden vaarantuessa asiakasta velvoitetaan ylläpitämään ennalta määrätty tehoraja liittymispisteessä**. Vikatilanteen jälkeen Kantaverkkokeskus ohjeistaa tehorajan muutoksesta. Jos asiakas ei sopeuta tehoaan, riskinä on asiakasverkon jännitestabiiliuden menettäminen.
- **Joustoratkaisujen soveltuvuus arvioidaan tapauskohtaisesti**, lähtökohtaisesti joustoratkaisun hyödyntäminen ei saa heikentää muiden asiakkaiden käyttövarmuutta.



NC ER päivityksen tilanne

- Fingrid piti julkisen kuulemisen muutoksista kesällä 2024.
- Fingrid toimitti muutokset Energiavirastolle hyväksyttäväksi marraskuussa 2024.
- Fingridin ja Energiaviraston välillä käytiin muutoksesta keskusteluja keväällä 2025. Dokumentteihin tehtiin parannuksia, mutta itse vaatimukset eivät muuttuneet kuin yhdessä kohdassa.
 - Vaatimusten toteuttamisen siirtymäaika oli Fingridin ehdotuksessa 24 kk. Energiaviraston pyynnöstä se muutettiin 12 kuukauteen.
- Elokuussa 2025 Energiavirasto ilmoitti järjestävänsä em. muutoksen takia vielä vaatimuksista uuden julkisen kuulemisen.
- Fingrid odottaa uutisia Energiavirastolta.



FINGRID

Normaaliajan varautuminen poikkeusolojen perustana

- Aktiivinen, ajantasainen ja ymmärrettävä viestintä
 - Sähköjärjestelmän tilannekuva
 - Keskeinen rooli yhteiskunnassa
- Siirtovarmuus
 - Verkon kokonaisvaltainen vahvistaminen
 - N - 1 mitoitettu silmukoitu verkko
 - Puuvarmat johtokadut
 - Kytkinlaite- ja suojausteknologia
 - Riskiperusteinen käytön suunnittelu
 - Keskitetty 24/7 käyttötoiminta ja varallaolojärjestelyt
- Käytönvalvonnan varmuus
 - Laitekahdennus
 - Paikkavarmennus
 - Tiedonsiirron reittivarmennus
 - 24/48 h varakäyntiaika
 - Kybersuojautuminen
 - Tietojärjestelmien 24/7 valvonta ja varallaolojärjestelyt
- Käytönpalautuksen varmistaminen
 - Rajayhteyksien ja varavoiman tekniset ratkaisut
 - Asemien akustovarmennukset



Pitkän aikavälin investointiohjelmalla olennainen vahvistus siirtokapasiteettiin ja merkittävä parannus suurhäiriö- ja sähkömarkkinariskien hallintaan



Kantaverkkokeskuksen toiminta siirrettävissä täydessä mitassa korkean turvallisuuden väistötiloihin



Järjestelmällinen varautuminen häiriötilanteiden hallintaan ja monipuolinen tilanneharjoittelu

Selviytymiskykyinen sähköjärjestelmä

- Nostamme sähköjärjestelmän varautumistasoa toimintaympäristön muutosten myötä.
- Otamme varautumisessa huomioon pitkäkestoiset uhat ja samalla energiamurroksen myötä muuttuvan sähköjärjestelmän vaatimukset.
- Varaudumme yksittäisiä viikkoja kestävän häiriön lisäksi jatkossa jopa kuukausia kestäviin poikkeustilanteisiin.
- Lisäämme yhteistyötä varautumisessa sähköalan toimijoiden ja viranomaisten kanssa.
- Luomme osaltamme valmiudet ja kyvyn suojautua ja palautua sähköjärjestelmään kohdistuviin uhkiin ja vaikuttamispyrkimyksiin.



FINGRID

Sähkön riittävyys tulevana talvena on hyvä Aurora Linen myötä

Arvio Suomen tehotaseesta talvikaudella 2025–2026		
	Erittäin kylmänä ja tyynenä talvipäivänä	Keskivertoisena kylmänä talvipäivänä
Kotimainen saatavilla oleva kapasiteetti	11 700 MW	13 500 MW
Arvioitu kulutus	15 000 MW	14 000 MW
Kotimaan tehotase, netto	-3 300 MW	-500 MW
Tuontikapasiteetti*		
- Ruotsista	4 100 MW	4 100 MW
- Virosta	3 100 MW	3 100 MW
	1 000 MW	1 000 MW

* Uusi rajasiirtoyhteys Pohjois-Ruotsiin otetaan käyttöön vuodenvaihteessa, siihen saakka tuontikapasiteetti on Ruotsista 2400 MW ja yhteensä Ruotsista ja Virosta 3400 MW



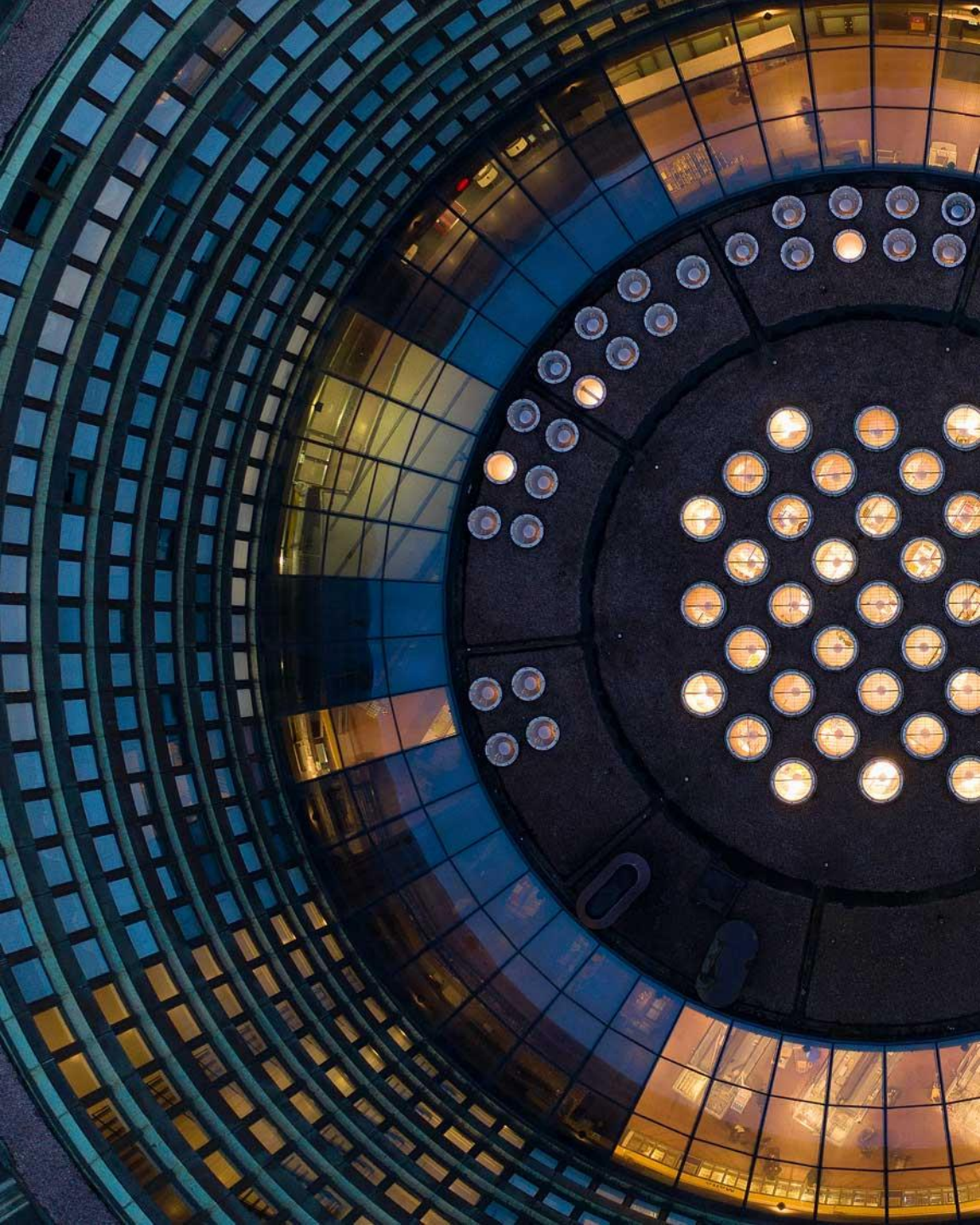
FINGRID

Yhteenveto

- Sähkön riittävyys on tulevana talvena odotetusti edellistalviin nähden paremmalla tasolla pääasiassa Aurora Linen tuoman lisäkapasiteetin ansiosta
- Pitkässä juoksussa Aurora Linen tuoma vahvistus sähkön riittävyyteen on jäämässä hetkelliseksi. 2030-luvun taitteessa sähkön riittävyys uhkaa heikentyä merkittävästi



FINGRID



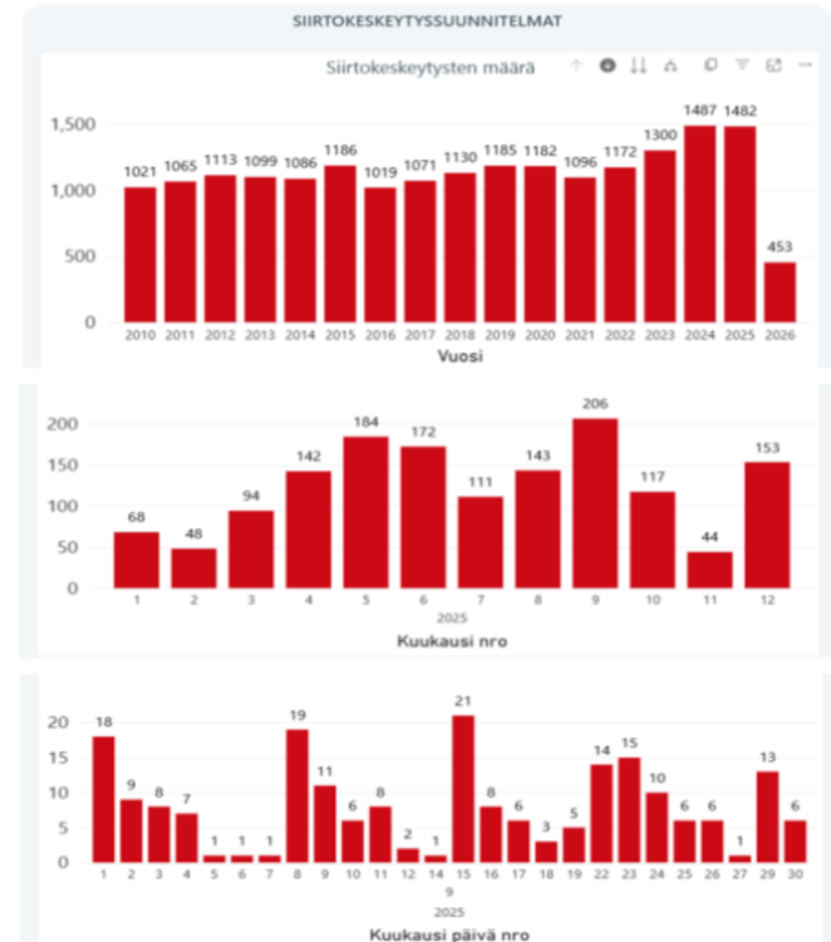
30.9.2025

Siirtokeskeytysten ajankohtaiset

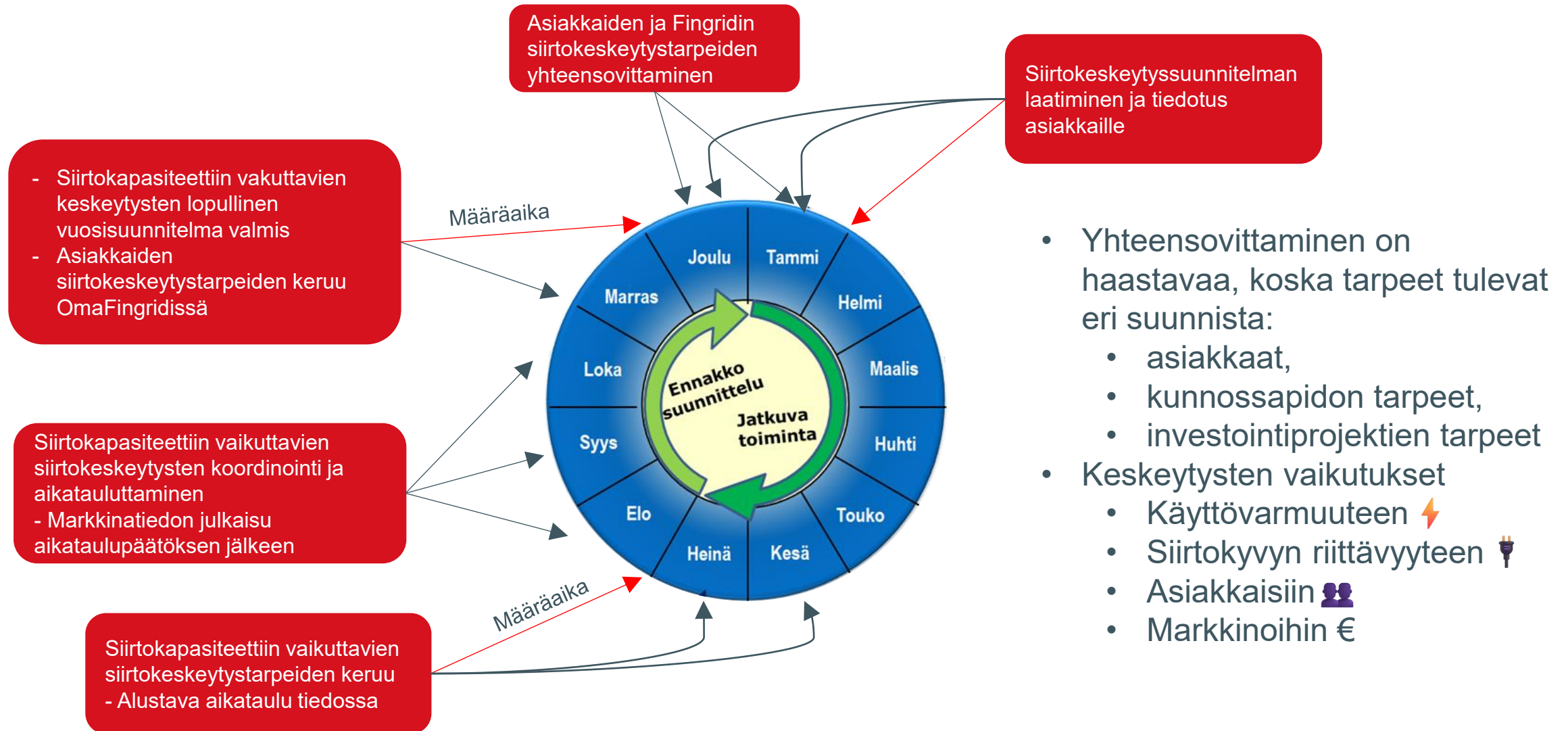
FINGRID

Siirtokeskeytysten määrä kasvulla

- Fingrid toteuttaa lähivuosina ennätyksellisen investointiohjelman
- Tämä kasvattaa keskeytysmääriä selvästi – vuosittain jo lähes 1 500 keskeytystä
- Keskeytykset painottuvat kesäkaudelle → haastaa verkon käyttöä
- Kantaverkon kapasiteetin marginaalit pienentyneet
- Keskeytystietojen aikainen keruu entistä tärkeämpää



Siirtokeskeytyssuunnittelun periaatteet



Siirtojen hallinnan työkalut keskeytysten aikana

Käyttövarmuuden ylläpitämiseksi voidaan tarvittaessa hyödyntää seuraavia toimenpiteitä

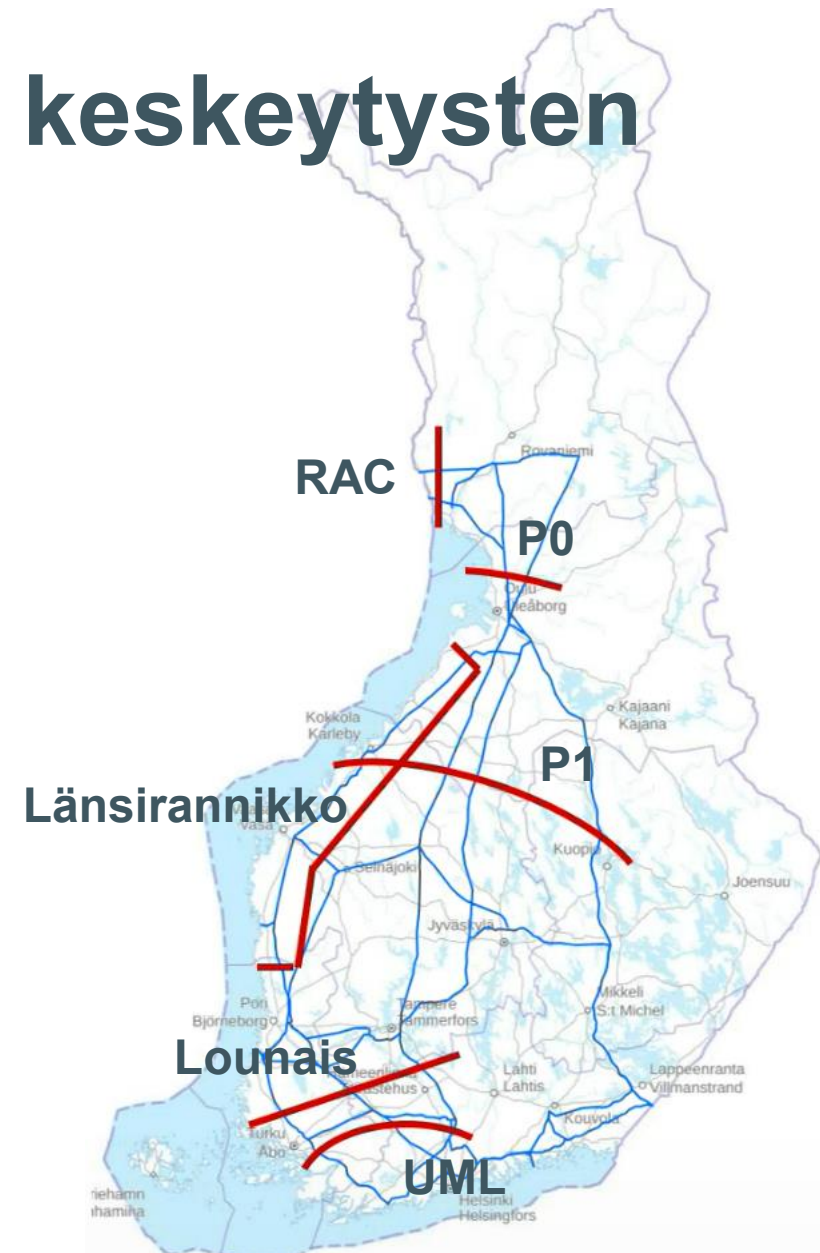
Alueelliset tuotanto- ja kulutusrajoitukset

Markkinaehtoiset erikoissäätötarjoukset

Rajasiirtokapasiteetin tilapäinen rajoittaminen

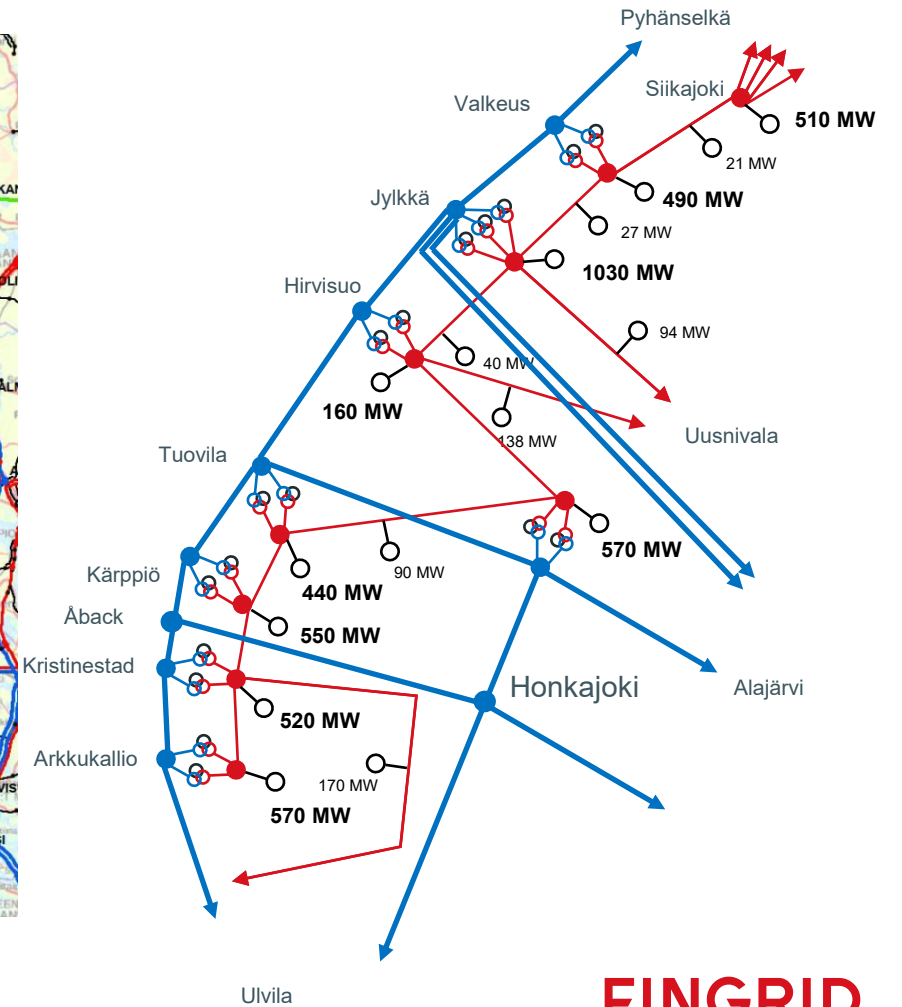
Käyttövarmuusriski

Järjestelmävastaavan oikeudet



Länsirannikon haasteena suuntaajakytketyn tuotannon suuri osuus

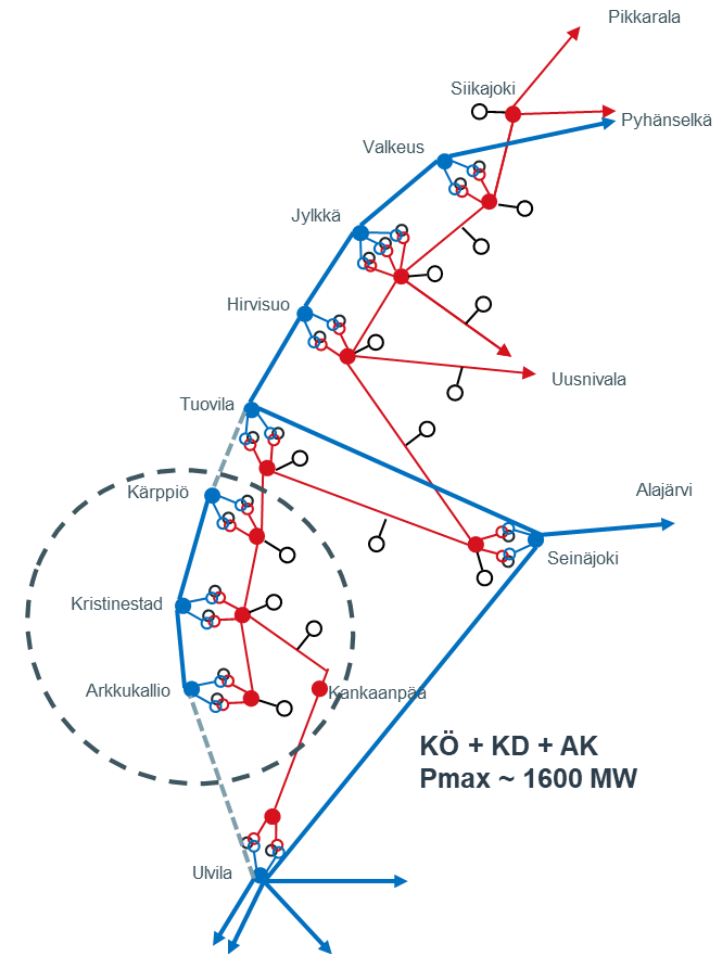
- Suuntaajakytkettyä tuotantoa noin 6000 MW
- Suuntaajien jännitteensäätö haastavampaa kuin perinteisillä tuotantomuodoilla → Ongelma korostuu erityisesti keskeytysten "heikentämässä" verkossa
- Tuotannon rajoituksilla keskeytysten aikana turvataan koko järjestelmän käyttövarmuutta
- Investoinneilla lisää kapasiteettia ja vahvempaa käyttövarmuutta



FINGRID

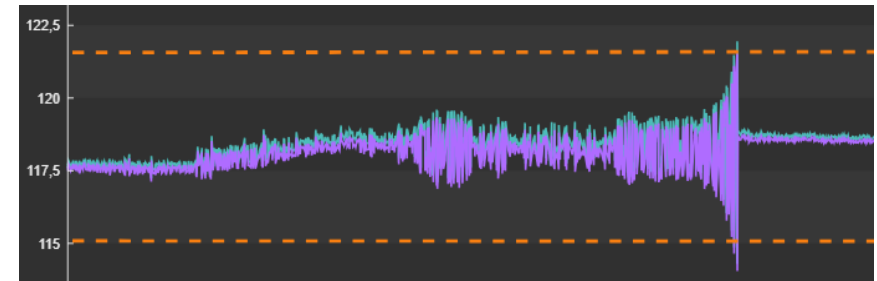
Suuntaajavaltaisen sähköjärjestelmän verkkokoe 7.5.2025

- Verkkokoe toteutettiin Fingridin Kärppiön, Kristinestadin ja Arkkukallion sähköasemien vaikutuspiirissä.
- **400 kV verkossa avattiin alueelta lähteviä siirtoyhteyksiä, kun tuulivoima oli matalalla tehotasolla.**
- Siirtoyhteyksien avaaminen heikensi alueen oikosulkutehtäsoa, jolloin epästabiiliusilmiö voitiin todentaa hallituissa olosuhteissa.
- **Koetta ajettiin noin 2,5 tunnin ajan tuulivoimatuotannon kasvaessa kokeen aikana.**



Suuntaajavaltaisen sähköjärjestelmän verkkokoe 7.5.2025

- **Kokeessa saatiin todennettua suuntaajakytkettyjen voimalaitosten epästabiiliusilmiö.**
- Tuulivoimatuotannon kasvaessa jännitteessä havaittava värähtely kasvoi. Tämä ilmiö näkyi myös uudessa käyttöönotettavassa suojausjärjestelmässä, jonka releet havahtuivat jännitteessä havaittuun värähtelyyn.
- **Kokeesta saadun mittausdatan avulla saadaan tarkennettua tuulivoimalaitosten mallinnusta.**
- Tarkemman mallinnuksen myötä osaamme asettaa sähköjärjestelmän käyttövarmuuden ja sähkön laadun turvaavat suuntaajakytkettyjen voimalaitosten tuotantorajoitukset entistä tarkemmin.
- Verkkokoe onnistui hienosti, eikä häiriöitä tai sähkönlaatupoikkeamia aiheutettu asiakkaille.



110 kV verkossa mitatussa jännitteessä todennettu voimistuva värähtely tuulivoimatuotannon tehotason kasvaessa