



4.2.2022

Kantaverkkopalveluiden ajankohtaiswebinaari 4.2.2022

FINGRID

Agenda

- **Fingridin ajankohtaiset / 10 min**, Petri Parviainen
- **Yleiset liittymisehdot YLE2021 ovat astuneet voimaan / 10 min**, Lasse Linnamaa
- **Olkiluoto 3 käyttöönotto sähköverkon kannalta ja lähivikakoe / 15 min**, Lasse Linnamaa
- **Liityntävalmiuksien kehittäminen – Verkkokiikari / 10 min**, Jarno Sederlund
- **Tuulivoimavaltaisen järjestelmän haasteet / 15 min**, Lasse Linnamaa

Jättiläismäinen
ydinvoimalaitos

15 minuutin
sähkötörkkinat

Tuulivoimaa

Aurinkovoimaa

Sähkövarastoja

1. *Energiamurros etenee*
2. *Tuulivoimaa 3300 MW ja lisää tulee n.1000 MW vuodessa*
3. *Vireillä on myös useita suuria teollisuushankkeita:
biotuotteet, datakeskukset, teräksen tuotantoa,
vetylaitokset, akkutehtaat ...*
4. *Käyttövarmuus kantaverkossa hyvällä tasolla,
käytettävyys 99,99992 % vuonna 2021*
5. *Yleiset liittymisehdot 2021 voimaan ja seuraavaksi
päivitetään Liittymismaksuperiaatteet*

Sähköautoja

Sähkön hinta
taivaissa

Vetylaitoksia

Valtavat
investoinnit
sähköverkkoon

Lämpöpumppuja

Säätösähkömarkkinoilla
niukkuutta

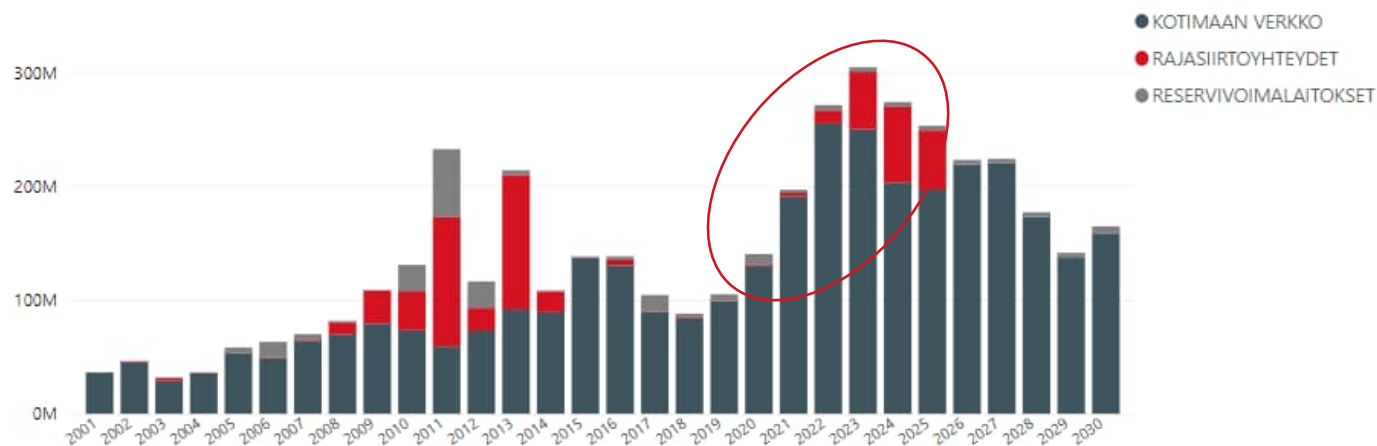
Sähköverkot lujilla

Datakeskuksia

FINGRID

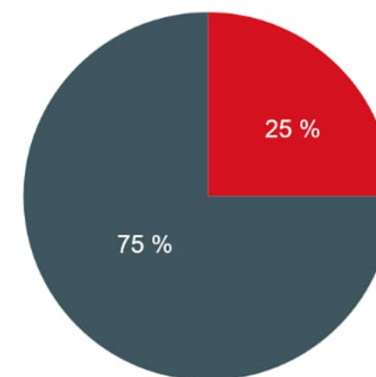
Verkkoinvestoinnit 2001 - 2030

Verkkoinvestointeja noin 2,0 miljardilla eurolla vuosina 2021-2030



***Energiamurros etenee vauhdilla
– Fingrid vastaa haasteeseen !***

Korvaus- ja uusinvestoinnit (2021-2030)

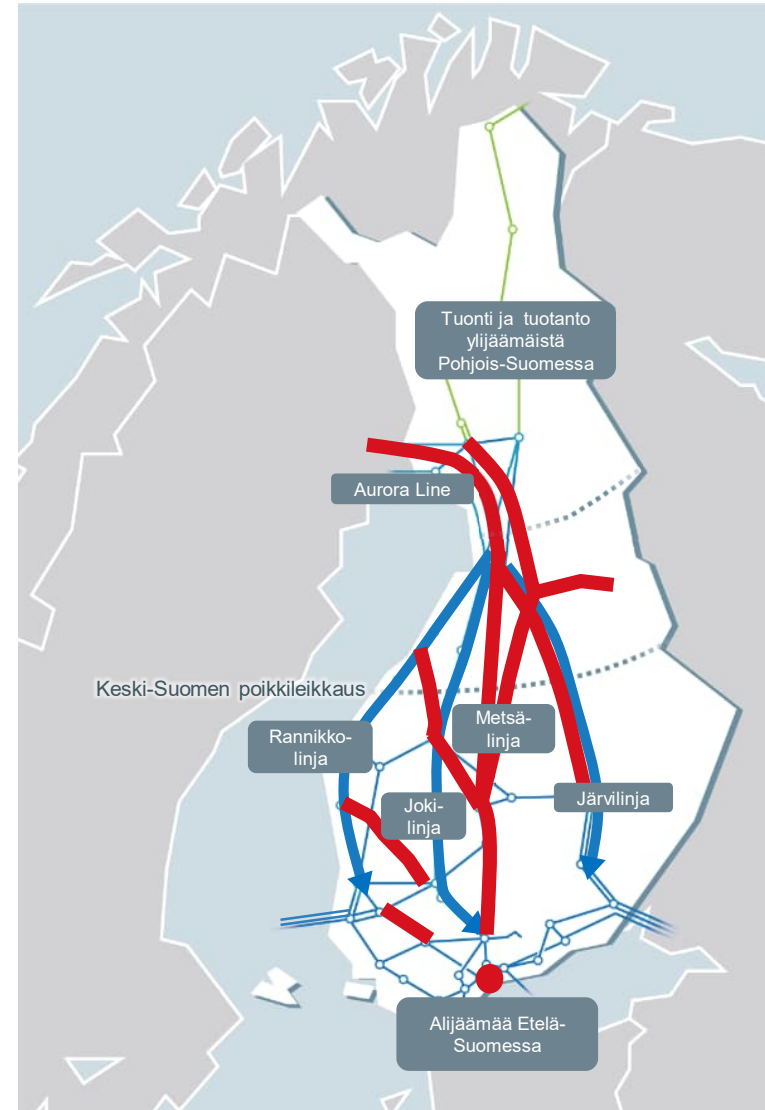


Uusinvestoinnit (%) Korvausinvestoinnit (%)

FINGRID

Verkkovahvistukset 2030

Metsälinja 400 kV Oulu - Petäjävesi 2022	Jylkkä – Alajärvi 400 kV 2027
Kolmas 400 kV AC yhdysjohto Ruotsin ja Suomen välille 2025	Kristinestad – Melo 400 kV 2028
Huittinen – Forssa 400 kV 2025	Alajärvi - Petäjävesi 400+110 kV 2028
Helsingin verkon vahvistaminen 2026	Metsälinjan jatkot 400+110 kV Petäjävesi - Hikiä 2028
Järvilinjan tuplaaminen 400 kV Nuojuankangas – Huutokoski 2026	Metsälinjan tuplaaminen 400+110 kV Nuojuankangas - Petäjävesi 2030
Kemi- ja Oulujoen -leikkauksen vahvistus 400 kV 2027	Nuojuankangas-Seitenoikea 400+110 kV 2030



FINGRID

Käyttövarmuuden hallinta

Talven huippukulutus ollut maltillisella tasolla alkuvuonna, enimmillään 13 800 MWh/h.

Tuulivoiman tuotanto ylitti 17.1. ydinvoiman maksimituotannon ja oli siten suurin tuotantomuoto.

Olkiluoto 3 tulossa vaiheittain verkkoon: täydelle teholle huhtikuun lopussa (lähivikakoe!) ja kaupalliseen käyttöön heinäkuussa. OL3 järjestelmäsuojan kilpailutus menossa vuosille 2023-2024.

Vuoden 2022 säätökapasiteettimarkkinan hankintaennuste julkaistu, tarve kasvaa OL3 myötä, mikä aiheuttaa niukkuutta markkinoilla.

Taajuusohjatun häiriöreservin hankinta alassäätöön (FCR-D) alkoi tammikuussa.

Tuotanto Suomessa

10 415 MW

Vesivoima	2 232 MW
Ydinvoima	2 800 MW
Yhteistuotanto (kaukolämpö)	1 335 MW
Yhteistuotanto (teollisuus)	1 124 MW
Tuulivoima	2 807 MW
Aurinkovoima	0 MW
Muu tuotanto	116 MW
Tehoreservi	0 MW
Tuonti - / vienti + (netto)	-1 340 MW

Sähköjärjestelmävision työ startannut alkuvuodesta – valmista syksyllä 2022

- Visiotyössä on tarkoitus käsitellä mm.
 - Kantaverkon vahvistustarpeita
 - Sähkötehon riittävyttä ja kysyntäjoustoa
 - Sähkömarkkinamallia
 - Järjestelmätekniisiä näkökulmia, kuten inertian kehittymistä
- Tarkasteltavat skenaariot konsultoidaan maaliskuussa, webinaari skenaarioista tulossa 14.3. - tarkasteluvuodet alustavasti 2035 ja 2045
- Keskustelemme mielellämme asiakkaiden ja sidosryhmien odotuksista visiotyölle - Yhteyshenkilö Mikko Heikkilä, mikko.heikkila@fingrid.fi
 - Keskustelua visiotyöstä käydään vuoden aikana asiakastoimikunnissa – **Kantaverkkotoimikunnan teemakokous aiheesta 16.3 klo 8.30 - 9.30**



Osallistu, vaikuta, voita!

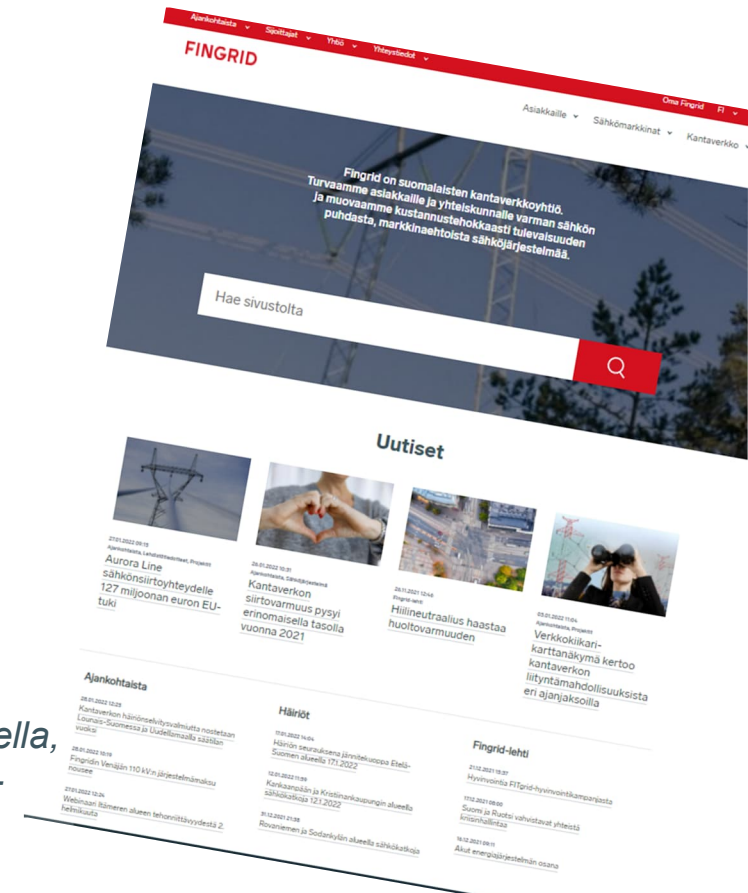
Arvomme kaikkien osallistujien kesken mukavat palkinnot!

Uudistamme Fingridin internet-sivuja. Nyt haastamme sinut testaamaan ja kommentoimaan suunnitelmia.

Ilmoita osallistumisestasi Onni Härmälle tai Fingridin viestinnälle:

viestinta@fingrid.fi.

Fingrid.fi:n proton testaus vie aikaasi max 15 min. Testaus tehdään omalla koneella, itselle sopivana ajankohtana ja viimeistään 20.2. Käytämme testauksessa Maze-työkalua ja testauksen järjestää Solita Oy.





4.2.2022

Lasse Linnamaa

YLE2021 on astunut voimaan

FINGRID

YLE2021 on astunut voimaan

- Energiavirasto on vahvistanut Fingridin Yleiset liittymisehdot, YLE2021
- YLE2021 on astunut voimaan 28.12.2021 ja korvaa tästä alkaen YLE2017:n uusissa liittymissopimuksissa **JA** vanhoihin liityntöihin tehtävissä muutoksissa
- Keskeisiä muutoksia
 - Voimajohtoliitynnässä (luku 2.3) sallitaan max. 40 MVA kaksikäsimuuntaja tai 63 MVA kolmikääsimuuntaja min. 48 ohm oikosulkureaktanssilla. Kokonaismuuntokapasiteetti max. 65 MVA. Kuormittaminen sallittu edelleen 60 MW tehoon asti. (Liittymismaksu peritään alkavalta 30 MW:lta.)
 - Voimajohtoliitynnässä eroonkytkennän viestiyhteys (EVY) korvattavissa useimmiten paikallisella eroonkytkennällä (ks. päivitetty relesuojausohje)
 - Napaohjattu katkaisija vaaditaan yli kytkinlaitosliitynnöissä yli 63 MVA muuntajille ja voimajohtoliitynnöissä kytkennän jännitteenaleneman mukaan

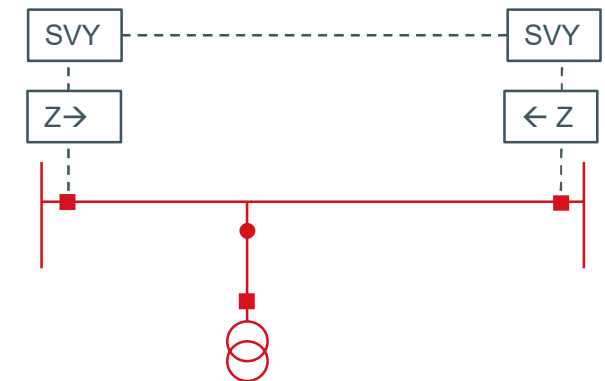
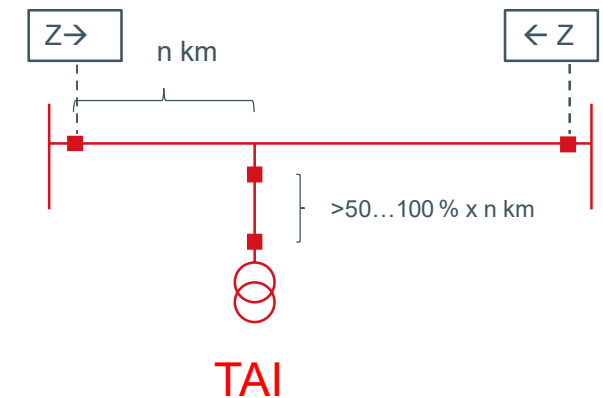
YLE2021 – viimeiset muutokset

- **Muutokset, jotka tehtiin julkisen kuulemisen (06/2021) jälkeen**
 - Voimajohtoliitynnässä pitkälle haarajohtolle aiemmin vaadittu katkaisija voidaan tapauskohtaisesti korvata suojauksen viestiyhteydellä
 - Katkaisijan toteuttaa Liittyjä (YLE2017)
 - SVY:n toteuttaa Fingrid (YLE2021)
 - Vastuiden määrittely kytkinlaitos- ja voimajohtoliityntöjen muutostilanteissa esitetään jatkossa vain [liittymismaksuperiaatteet](#)-dokumentissa, joka päivitetään (nykyinen, EV:n vahvistama versio on vuodelta 2016)
 - Vanha muotoilu poistettu YLEstä
 - Liittymismaksuperiaatteet päivitetään yhteistyössä Energiaviraston kanssa

11

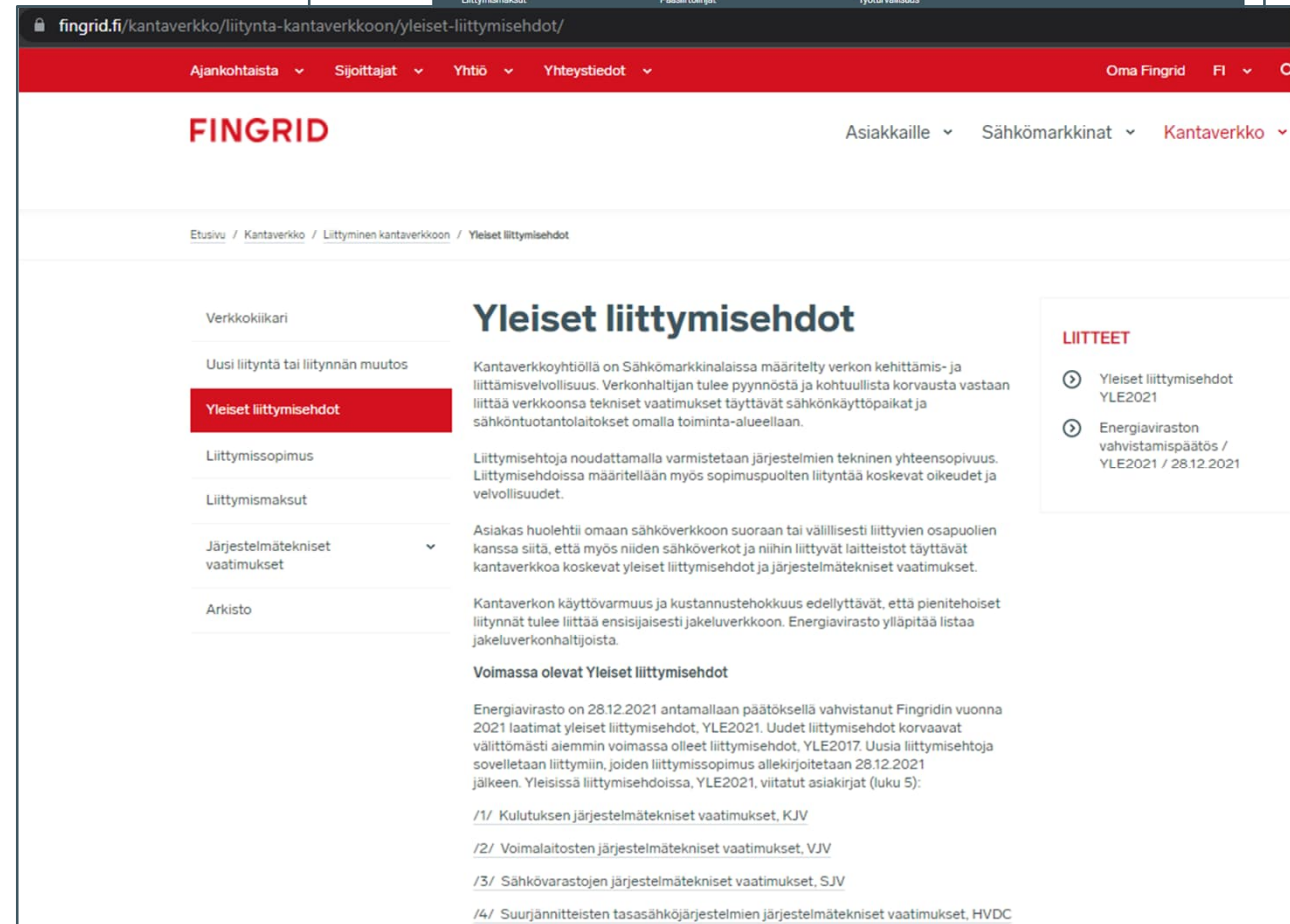
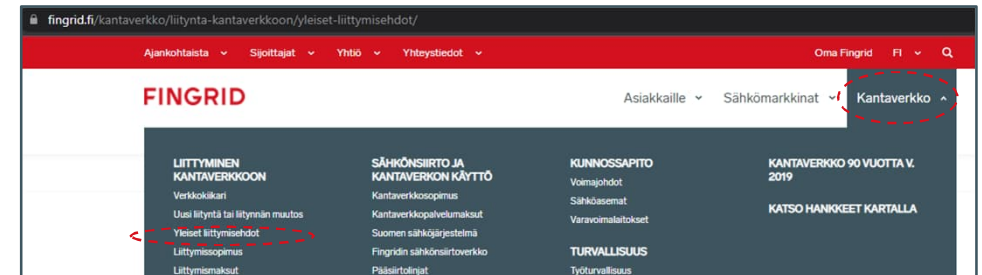
4.2.2022

Pitkä haarajohto: pituus yli puolet liittynän etäisyydestä (n) lähimpään suojaavaan katkaisijaan



YLE-verkkosivu päivitetty

- YLE2021 löytyy verkkosivuilta; "Kantaverkko" → "Liittyminen kantaverkkoon" → "Yleiset"
- Listattu myös YLE:ssä viitatu dokumentit, kuten **01/2022 päivitetty relesuojausohje**





Lähde: "TVO"

4.2.2022

AKP / Webinaari

Olkiluoto 3 käyttöönotto sähköverkon kannalta ja lähivikakoe

Koejärjestely ja asiakasvaikutukset

FINGRID

Olkiluoto 3 / Verkkokokeet

- Teollisuuden Voima Oy:n Olkiluoto 3 –voimalaitokselle suoritetaan osana käyttöönottoa verkkokokeet, joilla todennetaan voimalaitoksen noudattavan Voimalaitosten järjestelmätekniisiä vaatimuksia, mm.
 - **Lähivikakoe** (lyhytaikainen häiriö verkossa, voimalaitoksen pysyttävä verkossa)
 - Generaattorin toiminta-alue
 - Generaattorin jännitteensäädön toiminta
 - Generaattorin lisästabilointipiirin toiminta (tehoheilahteluiden vaimentaminen)
 - Voimalaitoksen siirtyminen omakäytölle ja omakäytöllä toiminta
- Lisäksi järjestelmäsuojan testaus
 - Suomen sähköjärjestelmän kyky kestää äkillisiä tehonmuutoksia on kasvatettu 1300 MW:in. Olkiluoto 3:n ajaessa tätä suuremmalla teholla kytkee järjestelmäsuoja irti kuormakohteita rajatakseen tehonmuutoksen kyseiseen arvoon

Lähivikakokeen tarkoitus

- Kantaverkossa tapahtuu häiriöitä, jotka aiheuttavat lyhytkestoisen jännitekuopan. Tämän voi aiheuttaa esimerkiksi
 - ukkosen aiheuttama salamanisku (karkea arvio vuosittain n. 0,25 vikaa 100 km 400 kV johtoa kohti), joista aiheutuu yleensä 1-vaiheinen maasulku
 - työvirheestä (esim. kiinni jäänyt työmaadoitus) tai vakavammasta laiteviasta johtuva 3-vaiheinen oikosulku
- Sähköverkon käyttövarmuuden kannalta on tärkeää, että siihen kytkettävät voimalaitokset jatkavat toimintaansa häiriöiden aikana ja niiden jälkeen
- Tahtikonevoimalaitos on suunniteltava niin, että se kestää lyhytaikaisen liittymispisteessä tapahtuvan jännitteenvaihtelun irtoamatta verkosta ja menettämättä tahtikäyttöään. Vaatimus on esitetty voimalaitosten järjestelmäteknisissä vaatimuksissa (VJV).

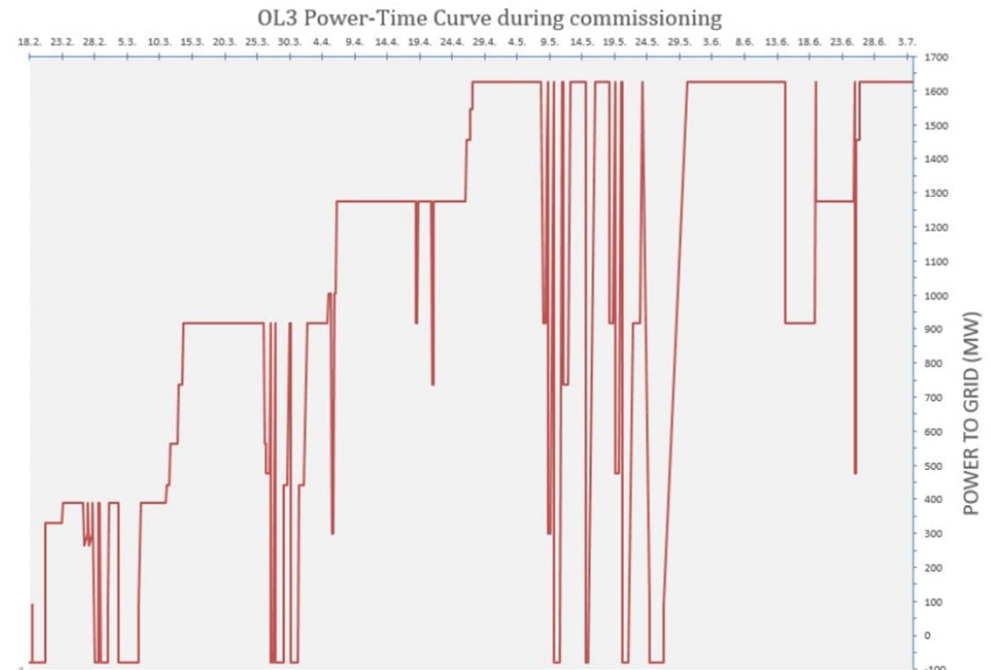
Lähivikakokeen tarkoitus

- Tämä nk. lähivikakestoisuus voidaan todeta todellisella kokeella ja sitä voidaan tutkia myös simulointimallilla. Simulointimalleihin liittyy aina epätarkkuuksia, joten todellinen koe on luotettavampi tapa lähivikakestoisuuden selvittämiseen.

- **Olkiluoto 3:n lähivikakestoisuus testataan todellisella oikosululla**
- Lähivikakokeen ajankohta riippuu Olkiluoto 3:n käyttöönoton edistymisestä.
 - Käyttöönoton edistymistä voi seurata TVO:n verkkosivuilta:

<https://www.tvo.fi/tuotanto/laitosyksikot/ol3/ol3ennust eet.html>

- Tämänhetkinen arvio lähivikakokeen suoritusajankohdasta on **toukokuu 2022**.
- Kaupallinen käyttö alkaa **heinäkuussa 2022**



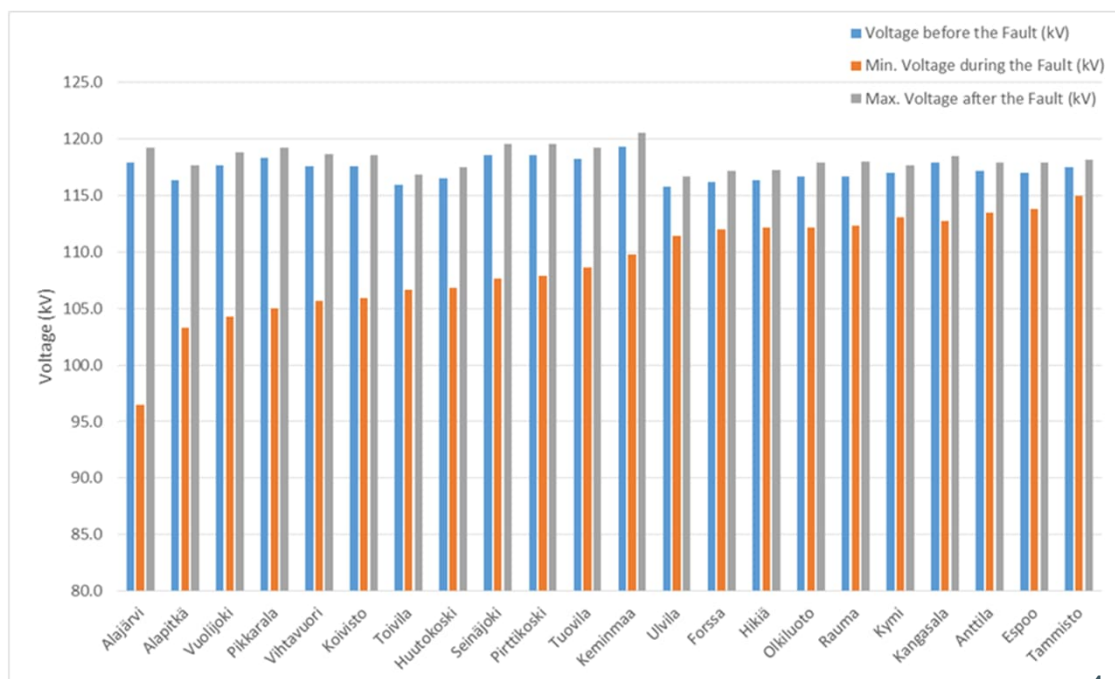
Lähde: www.tvo.fi / 4.2.2022 klo 8

4.2.2022

FINGRID

Lähivikakokeen vaikutukset testiverkon ulkopuoliseen kantaverkkoon

- Lähivikakokeen toteutusta on selvitetty ja simuloitu kattavasti
- Verkon jakamisen ansiosta jännitekuoppa testiverkon ulkopuolella jää varsin maltilliseksi



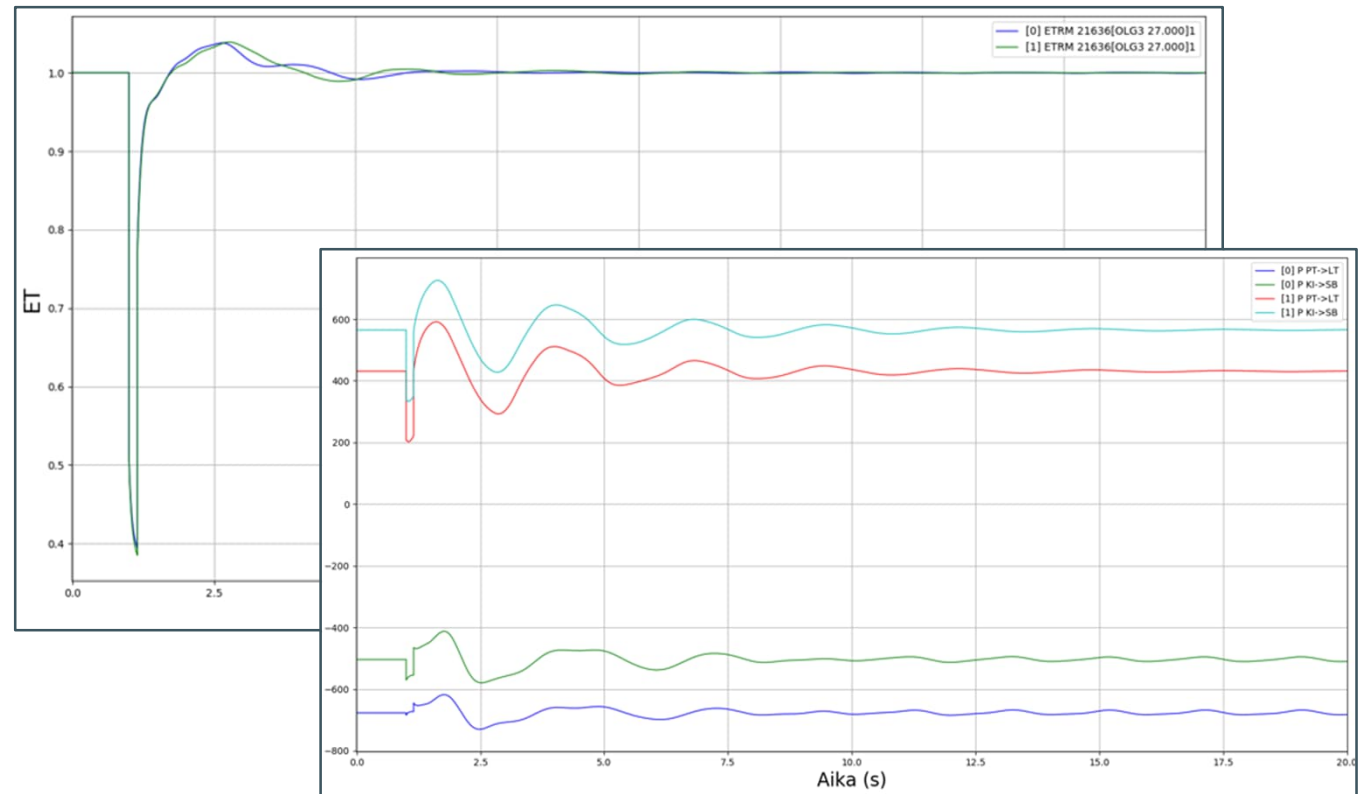
4.2.2022



FINGRID

Lähivikakokeen vaikutukset testiverkon ulkopuoliseen kantaverkkoon

- Tavoiteltu vika-aika 150 ms
- Jännite palautuu nopeasti normaalille toiminta-alueelle
- Verkossa esiintyy tehoheilahtelua



Asiakasvaikutukset ja informointi

- Asiakasvaikutukset
 - Voimalaitosten ja kuormakohteiden ei pitäisi häiriintyä lähivian aiheuttamasta jännitemuutoksesta – edellytyksenä vaatimustenmukaisuus (suojauksen ja säädön oikea toiminta)
 - Voimalaitoksia tai laitteistoa **ei** tule tarkoituksellisesti irtikytkeä ennen lähivikakoetta!
- Asiakkaiden informointi
 - Tämä webinaari – osallistujalistan perusteella arvioidaan tarve informoida erikseen
 - Lähivikakokeen tarkka ajankohta julkaistaan ennakkoon Fingridin verkkosivuilla (www.fingrid.fi)
 - Alustavaa arviota päivitetään lähempänä ajankohtaa



1.2.2022

Jarno Sederlund

Liityntävalmiuksien kehittäminen - Verkkokiikari

Kantaverkkopalveluiden ajankohtaiset

FINGRID

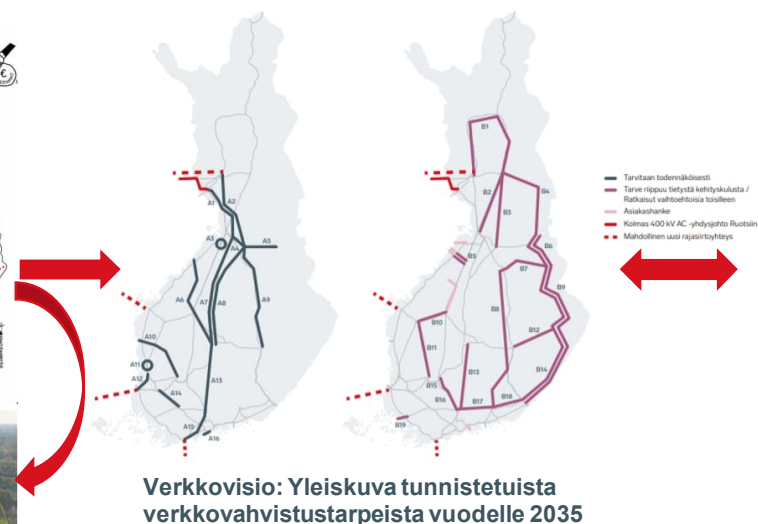
Kehityshanke: Liityntävalmiuksien kehittäminen

Kehityshankkeen (projektipäällikkö Jarno Sederlund)
tavoitteena oli:

1. Fingridillä ja asiakkailta on
yhtenäinen tieto liityntätarpeista

2. Asiakkaalla on tieto kantaverkon
liittymismahdollisuuksista ja
tulevaisuuden näkymistä

3. Saadaan kantaverkon liitynnät
toteutettua tehokkaammin ja verkkoa
kehitettyä ennakoivasti



Verkkovisio: Yleiskuva tunnistetuista
verkkovahvistustarpeista vuodelle 2035



Saimme myös asiakkaitamme mukaan sparraamaan:

Kehityksessä mukana mm: Fingridin kantaverkkotoimikunta, OX2, Ilmatar, Metsähallitus, Kajave, wpd ja Taaleri, TEM/YM...

FINGRID

Tuotannon liityntäkyselyiden tilannekuva

146,042.8

Kyselyiden teho (MW)

1015

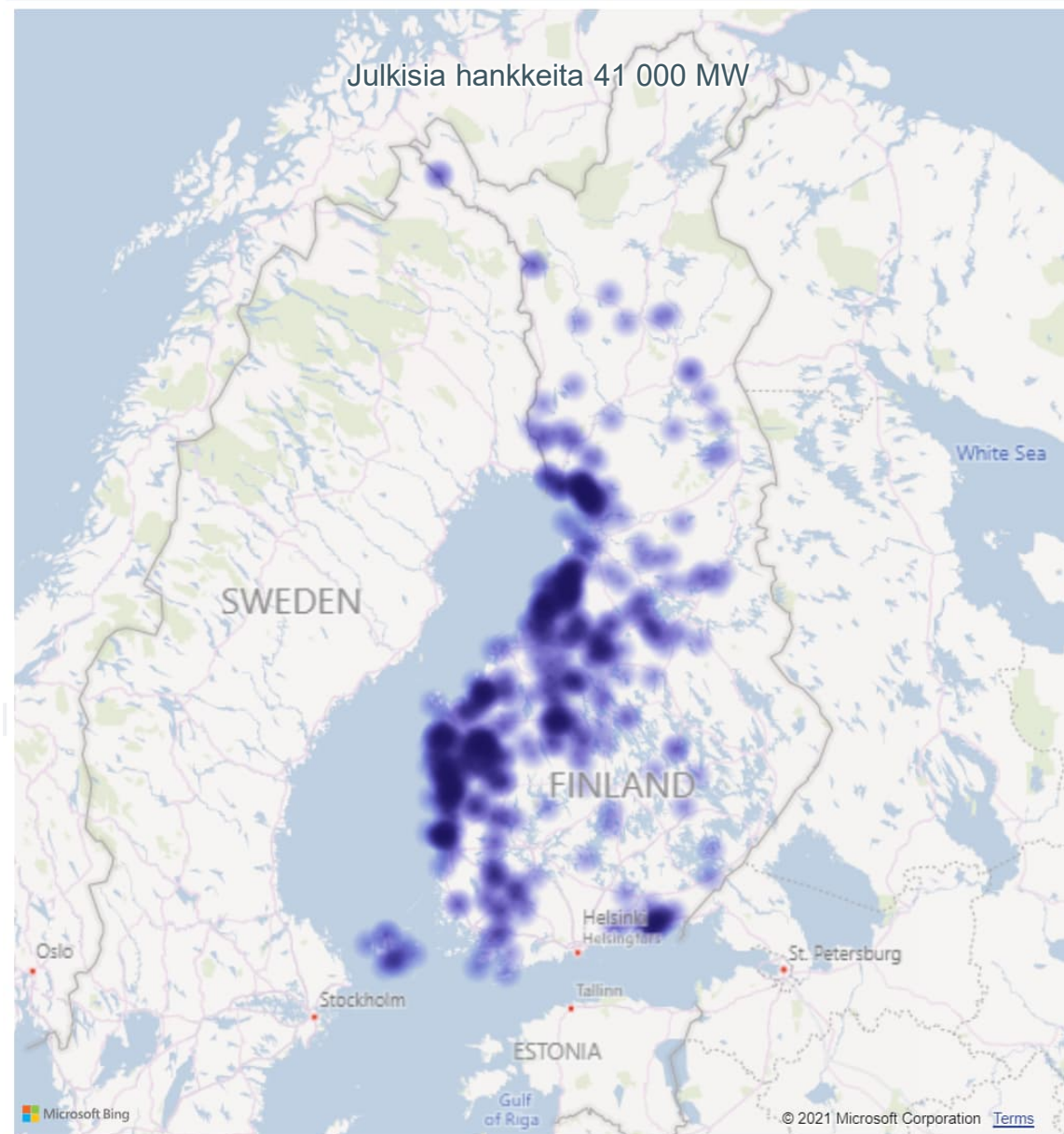
Hankekyselyä

Tuotannon liityntäkyselyiden kokonaistehon kehitys



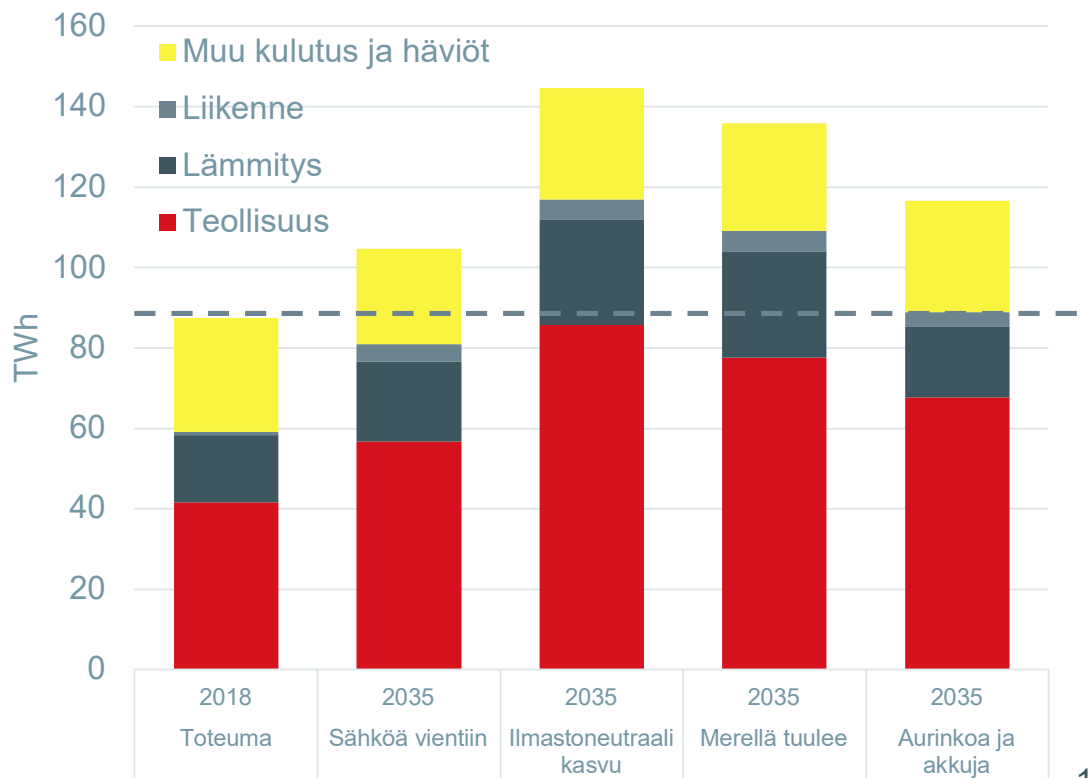
- Suomi on kilpailukykyinen kasvualusta Euroopassa. Esimerkiksi tuulivoiman arvioidaan kasvavan Suomessa ainakin 1000 MW vuodessa 2020-luvulla, mikä johtaisi noin 15 GW kapasiteettiin vuonna 2030.
- Fingrid on tehnyt uusiutuvan tuotannon liittymissopimuksia lähes 9000 MW, joista 3700 MW on tuotannossa.

Julkiset hankkeet kartalla



Fingridin skenaarioissa teollisuuden sähkönkulutuksessa merkittävää kasvua

Sähkön kulutus Suomessa 2035



11.2.2022

- Sähkön käyttö teollisuudessa kasvaa merkittävästi kaikissa skenaarioissa
 - Vedyn tuotanto
 - Hiilineutraali teollisuus
 - Datakeskukset
- Lämmityskulutusta lisää kaukolämmöntuotannon sähköistyminen
- Liikenne sähköistyy – Energiämäärät maltillisia, mutta hyvä joustopotentiali – Miten vaikuttaa jakeluverkoissa?

FINGRID

Saavatko kaikki halukkaat verkkoliittynnän?

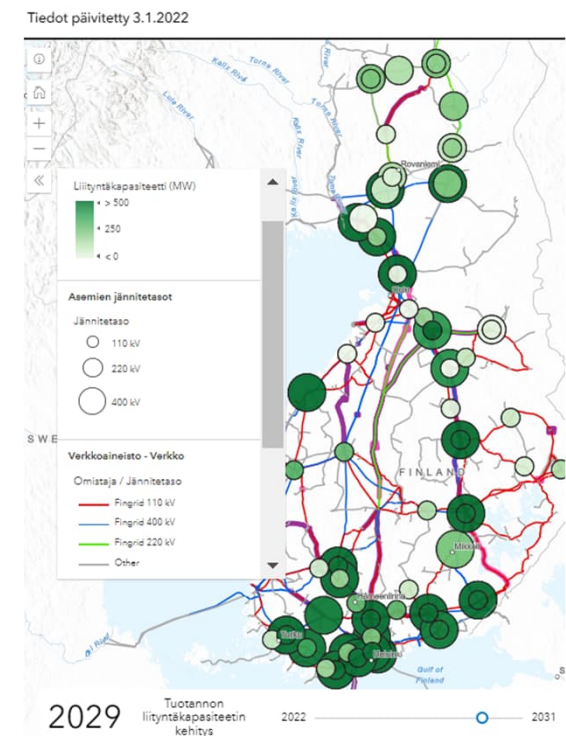
Liityntäkyselyt kasvussa

- Tuotannon liityntäkyselyitä yli 145 000 MW edestä, noin 1000 kpl!
- Teollisuuden kyselyt myös kasvussa

Ratkaisuja tilanteeseen

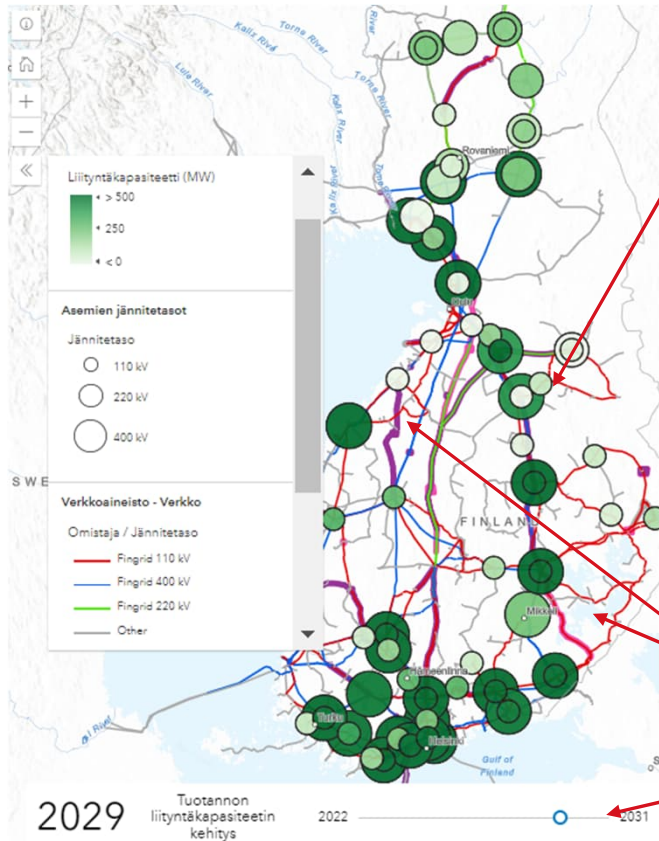
- **Verkkokiikari** liityntätarpeista ja liittymismahdollisuuksista
- Joustavat liittymissopimukset?
- Optiot verkkosuunnitelmien nopeaksi toteuttamiseksi
- Tulossa **Järjestelmävisio**, joka syventää Verkkovisiota sähköjärjestelmän käytön ja sähkömarkkinoiden näkökulmista.

Fingridin Verkkokiikari



Verkkokiikari tarjoaa tietoa kantaverkon liityntämahdollisuuksista ja tulevaisuuden näkymistä

Ylempi karttataso



Arvio kantaverkon vapaasta tuotantokapasiteetista nyt ja tulevaisuudessa haettavissa jännitetasoittain.

Rakenteilla olevat hankkeet ja jo sovitut tehot jännitetasoittain.

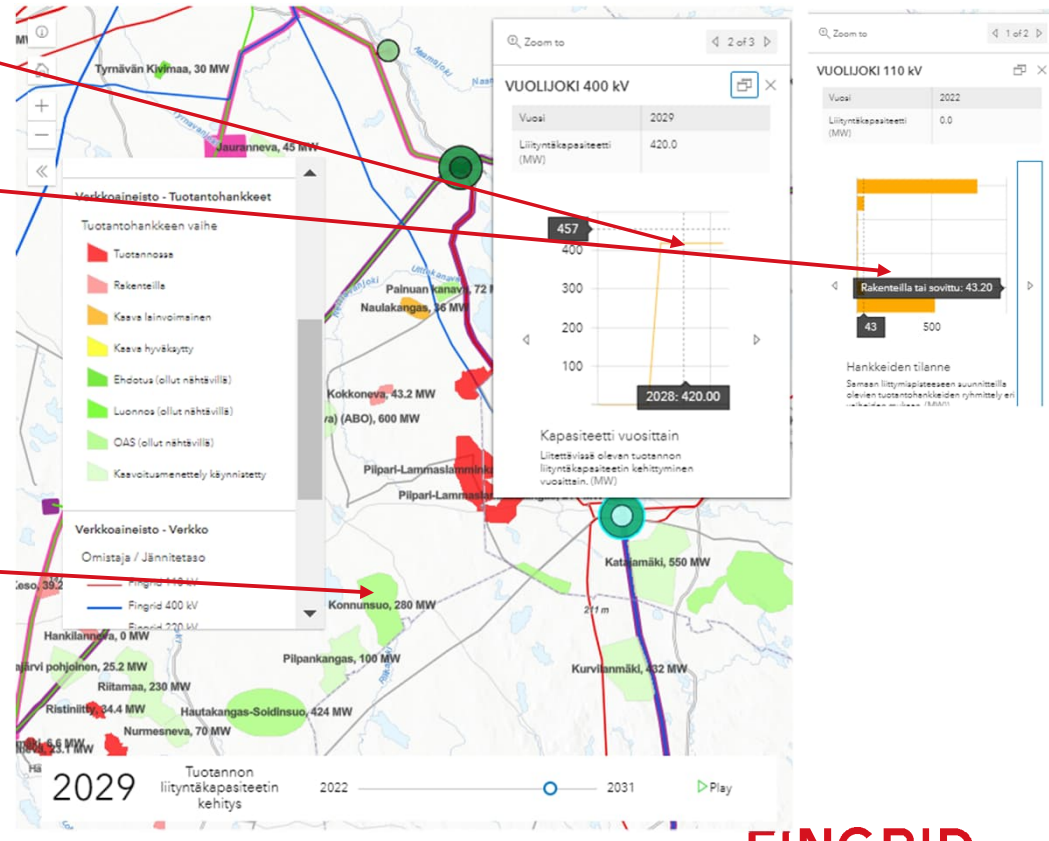


Julkiset suunnitteilla olevat toimijoiden tuotantohankkeet ja niiden kehitysvaihe.

Fingridin investointisuunnitelma.

Aikaikkuna joustavasti valittavissa 2022–2031.

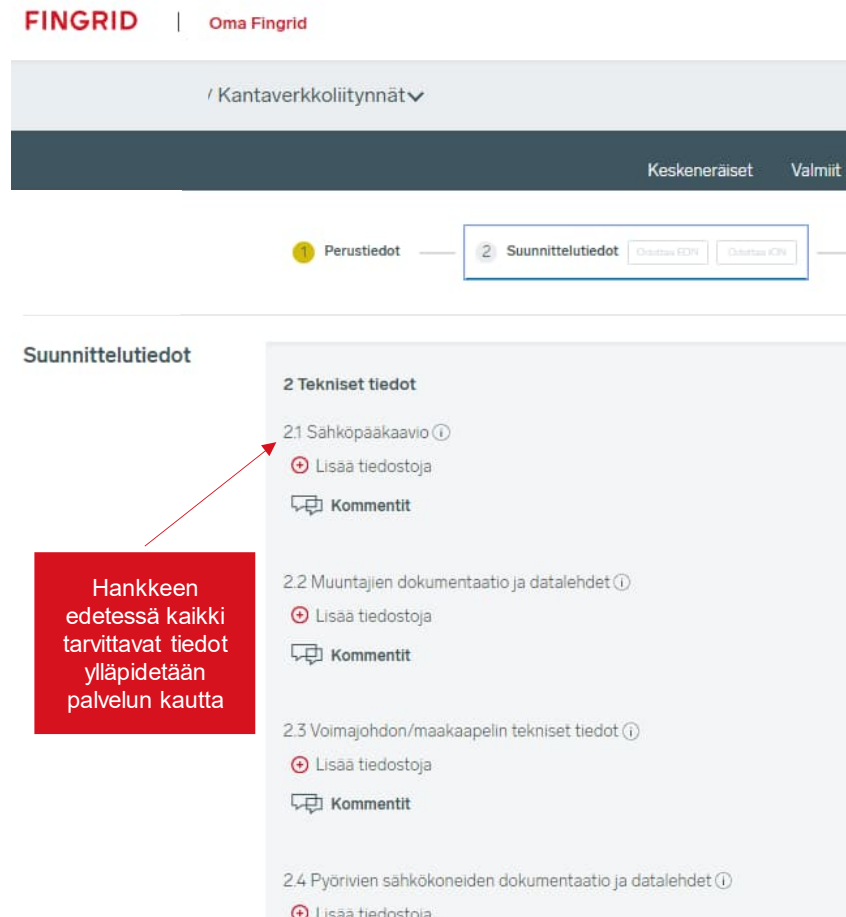
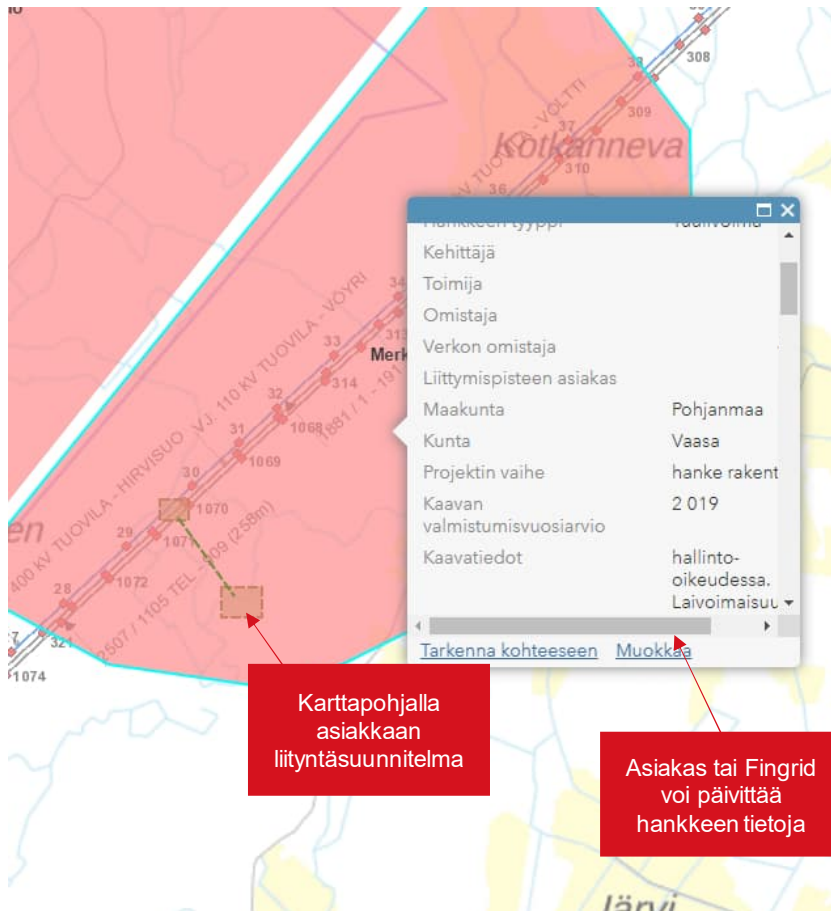
Alempi karttataso



FINGRID

[Linkki Verkkokiikariin Fingridin verkkosivuilla](#)

Tulossa: **Oma Fingridin** kautta yhteinen ylläpito asiakkaan kanssa hankeaihiosta käyttöönottoon.



FINGRID



4.2.2022

Lasse Linnamaa

Johdanto webinaariin

Tuulivoimavaltaisen järjestelmän haasteet, pe 11.2.2022

- Stabiiliushaasteet tuulivoimavaltaisessa verkossa

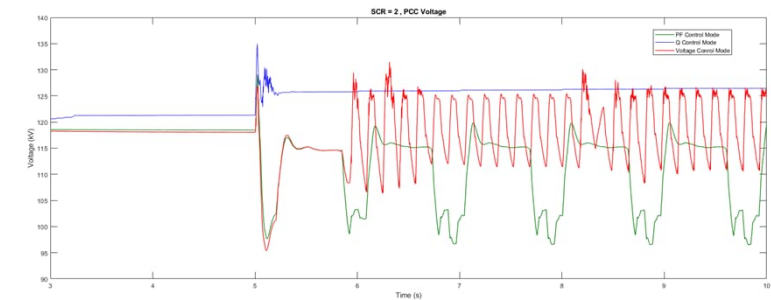
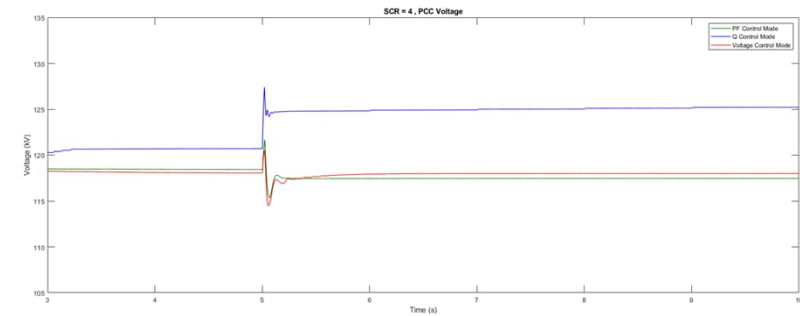
- Alisynkroniseen vuorovaikutukseen liittyvien erityistarkasteluvaatimusten päivitys

FINGRID

Stabiiliushaasteet tuulivoimavaltaisessa verkossa

Tausta

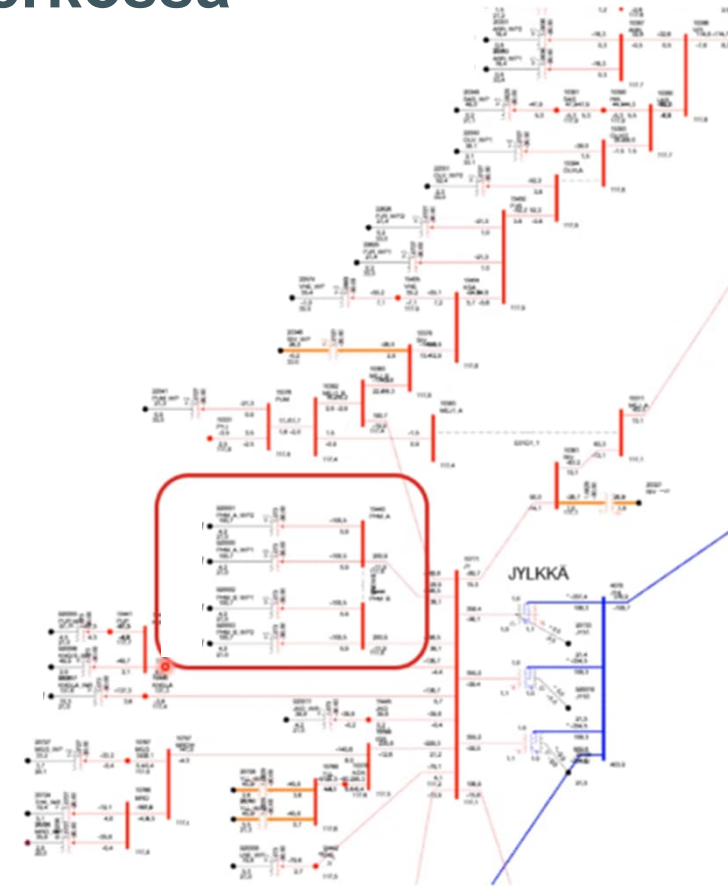
- Fingrid on tehnyt laskennallisia tarkasteluja (simulointeja) tuulivoimalaitosten vaikutuksesta verkon stabiiliuteen
- Laskelmat osoittavat, että tuulivoiman **alueellisesti suuri määrä** voi aiheuttaa epästabiiliutta
 - Erityisesti suurella tuotannolla jännitteessä / tehossa alkaa esiintyä verkon muutostilanteissa jännitteen heiluntaa ja pahimmillaan suuntaajat eivät enää pysy kytkeytyneenä verkkoon
 - Kytkenätilanne vaikuttaa merkittävästi, mutta ilmiö voi esiintyä myös ehjässä verkossa, normaalissa käyttötilanteessa
- Ilmiöistä on myös jo käytännön havaintoja Suomesta ja maailmalta. Tuulituotannon lisääntyminen tuo ilmiöt esiin alueellisesti.
- Tarkastelut tehty tuulivoimalaitoksilla, mutta **koskee MYÖS muita suuntaajakytkettyjä voimalaitoksia ja sähkövarastoja**



Stabiiliushaasteet tuulivoimavaltaisessa verkossa

Tilanne nyt ja tulevaisuudessa

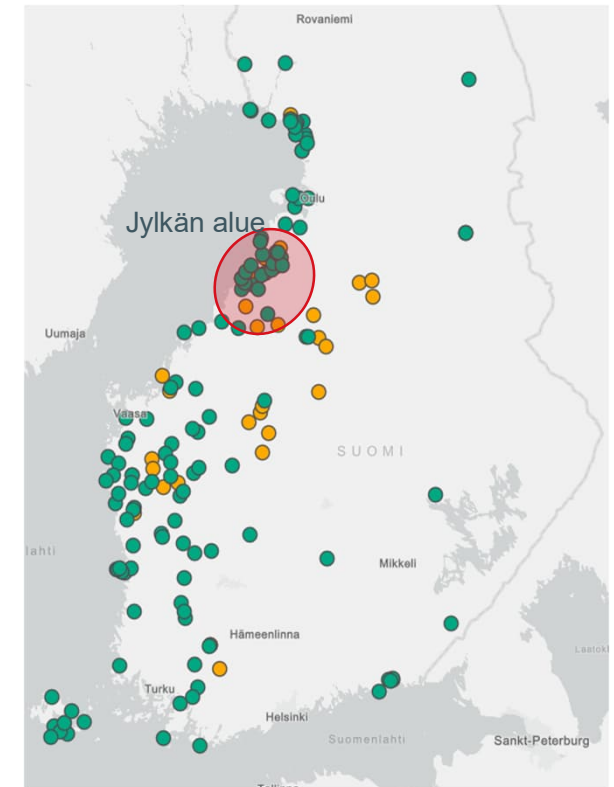
- Suuntaajajytkettyjen voimalaitosten toiminta voi tunnetusti vaarantua, mikäli verkko on liian heikko suhteessa voimalaitoksen kokoon. Vastaava epästabiilius voi ilmetä myös, kun lähellä on paljon suuntaajia jakamassa verkon vahvuuden (oikosulkutehon) keskenään.
- Voimalaitoksen stabiilin toiminnan edellytyksiä voidaan arvioida määrittelemällä liittymispisteelle nk. **ekvivalenttinen oikosulkusuhte** (ESCR), joka kuvaa liittymispisteen sähköverkon ”vahvuutta” suhteessa voimalaitoksen kokoon, kun myös alueen muut suuntaajajytketyt voimalaitokset huomioidaan.
- Fingridin verkosta sekä asiakasverkoista on tunnistettu useita liittymispisteitä, joissa ESCR on jo alhainen tai laskee tuotannon lisääntyessä
- **Alustavien tulosten perusteella stabiilius saattaa vaarantua, ellei toimenpiteisiin ryhdytä. Voi aiheuttaa käyttörajoituksia sekä laitteiden vaurioitumisriskin**



Stabiiliushaasteet tuulivoimavaltaisessa verkossa

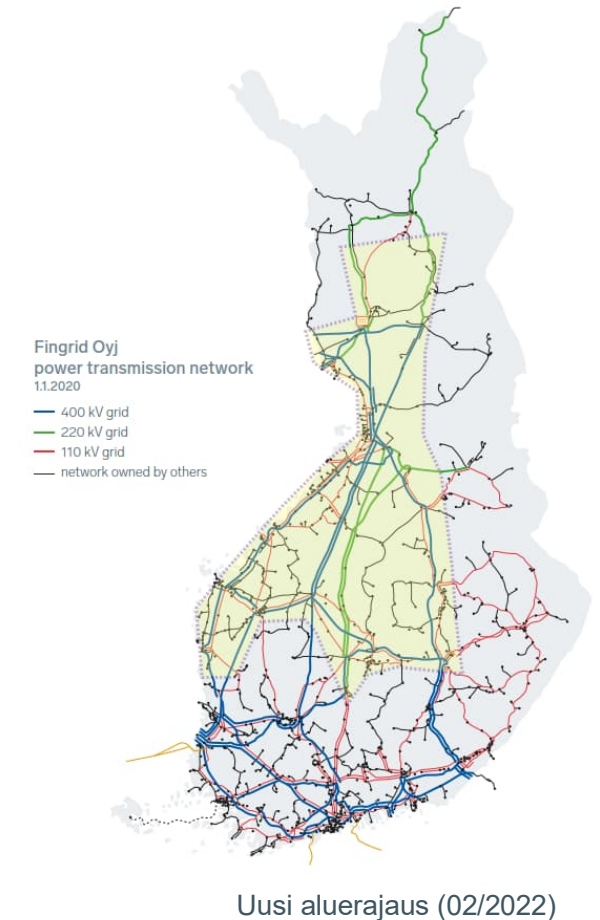
Toimenpiteet

- Stabiiliutta voidaan parantaa useilla toimenpiteillä
 - Tuulivoimalaitosten stabiiliutta voidaan parantaa säätösuunnittelulla. Käytännössä voimalaitosten säädöt tulee virittää ESCR-arvoon perustuen. **Nykyisin näin ei ole tehty → säätö pitää virittää uudelleen.**
 - Keskeytyssuunnitelu, topologiamuutokset
 - Oikosulkutehon kasvattaminen uusilla johdoilla ja muuntajilla tai lisälaitteilla, kuten synkronikompensoijilla (toteuttaminen hidasta)
- **Fingrid kriittisyysluokittelee tuulivoimalaitokset Q1-Q2/2022 ja ottaa yhteyttä liittyjiin ja verkonhaltijoihin, joilta edellytetään toimenpiteitä**
 - Koskee rakenteilla ja jo tuotannossa olevia hankkeita
 - Jylkän alue pilottikohteena – keskustelut tiettyjen liittyjien ja laitetoimittajien kanssa jo aloitettu
- **Aiheesta tarkemmin lisää webinaarissa pe 11.2.2022 klo 9-10!**



Alisynkroniseen vuorovaikutukseen (SSO) liittyvät erityistarkasteluvaatimukset on päivitetty

- Fingrid julkaisi 7.1.2021 ohjeen ”Erityistarkasteluvaatimukset Fingridin sarjakompensoidun verkon läheisyyteen liittyville suuntaajakytketyille voimalaitoksille”
- Ohje on nyt päivitetty vuonna 2021 tehtyjen jatkoselvitysten ja tuulivoimahankkeista saatujen kokemusten perusteella
- Vaatimuksia on täydennetty mm. seuraavin osin:
 - Riskialuetta kasvatettu
 - Suojausvaatimuksia on tarkennettu (suojauksen voi toteuttaa myös päämuuntajatasolla, annettu suositus suojauksen teknisestä toteutustavasta)
 - PSCAD-malli vaaditaan nyt kaikilta D-tyyppin voimalaitoksilta (myös alle 60 MW)
 - Fingrid julkaisee myös erillisen mallinnusohjeen PSCAD- ja PSS/E-malleja varten
- Ohjemuutokset ja niiden tausta käydään tarkemmin läpi webinaarissa pe 11.2.2022 klo 9-10



Kiitos! Kysymyksiä?

Fingrid Oyj

Läkkisepäntie 21

00620 Helsinki

PL 530, 00101 Helsinki

Puh. 030 395 5000

Fax. 030 395 5196

www.fingrid.fi



FINGRID