

3.4.2023 / Janne Seppänen

Fingridin Sähköjärjestelmävisio

janne.seppanen@fingrid.fi / janne.seppanen@aalto.fi

FINGRID

Fingrid lyhyesti



14 500
KILOMETRIÄ VOIMAJOHTOA



KANTAVERKON SIIRTOVARMUUS

99,99993 %



3,2 TASEEN LOPPUSUMMA
MILJARDIA EUROA



480 HENKILÖSTÖ
Fingrid-konsernissa
vuoden 2022 lopussa



1 815 LIIKEVAIHTO
MILJOONAA EUROA



45 MAKSETUT TULOVEROT 2021
MILJOONAA EUROA

MAAILMAN
KÄRKILUOKKAA
KUNNONHALLINNAN
TEHOKKUUDESSA
JA VERKON
LUOTETTAVUU-
DESSA.



LÄHDE: ITOMS-
VERTAILU
(INTERNATIONAL
TRANSMISSION
OPERATIONS &
MAINTENANCE
STUDY)

SUOMEN PARHAAT TYÖPAIKAT
GREAT PLACE TO WORK

3 SIJA
VUONNA 2022

SUOMEN VASTUULLISIN
TYÖNANTAJA 2020 ja 2021



VUONNA 2022 FINGRIDIN
VERKOSSA SIIRRETTIIN SÄHKÖÄ

70,1 TWh

ELI SUOMEN
KOKONAISÄHKÖNSIIRROSTA

78,4 %



50 ASIAKASARVIOT
VUONNA 2022, NPS
(NET PROMOTER SCORE)

72 eNPS
HENKILÖSTÖN
SUOSITTELUINDEKSI

Kantaverkko

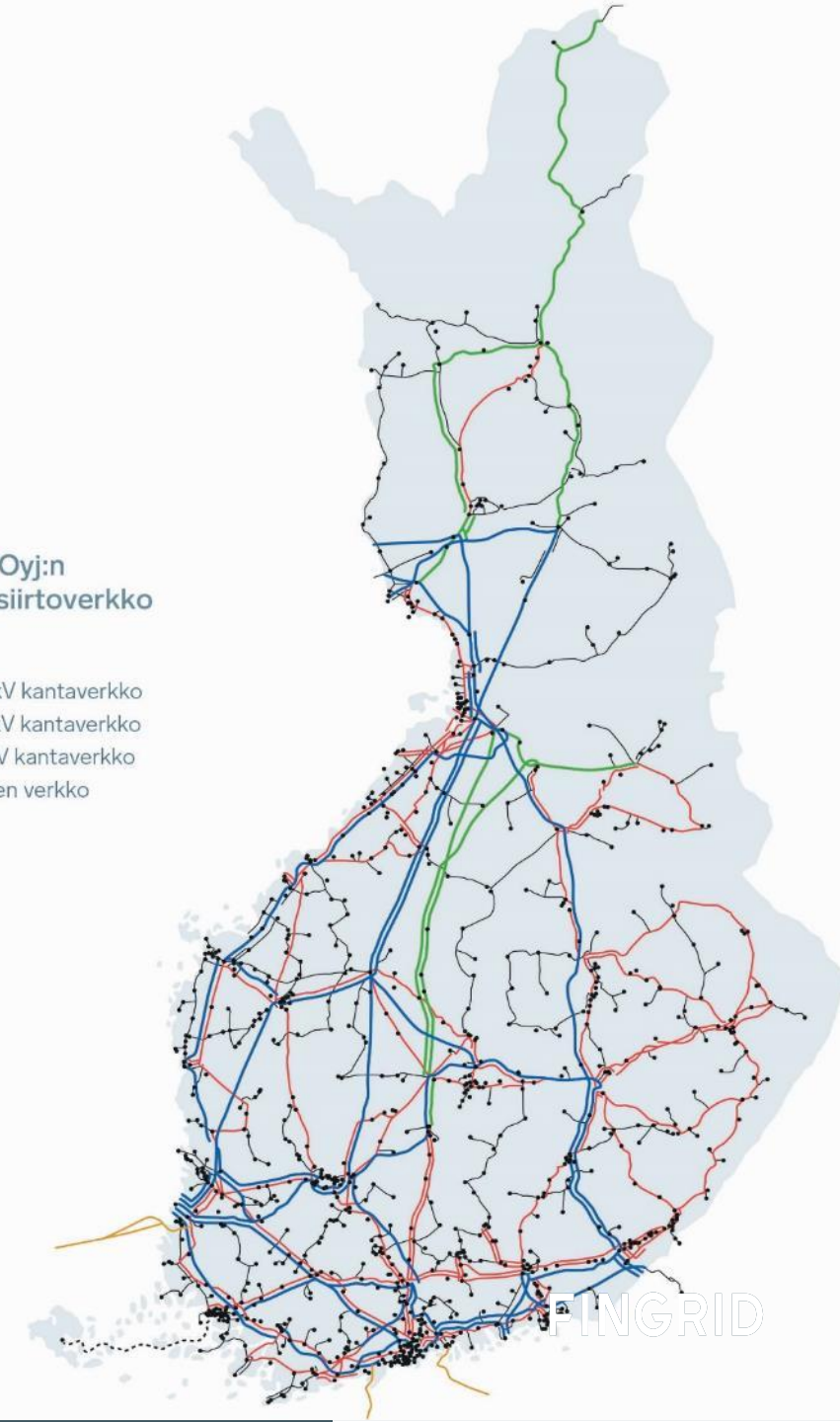
Sähkönsiirron runkoverkko, johon ovat liittyneet pääasiassa suuret voimalaitokset ja tehtaat sekä alueelliset jakeluverkot.

Yhdistää Suomen myös kansainvälisille sähkömarkkinoille.

Fingrid Oyj:n
sähkönsiirtoverkko

11.2020

- 400 kV kantaverkko
- 220 kV kantaverkko
- 110 kV kantaverkko
- Muiden verkko



Pohjoismainen verkko muodostaa kokonaisuuden

Pohjoismaista sähköverkkoa käytetään yhdessä sovittujen pelisääntöjen mukaan.

Kantaverkon käytön pääperiaatteet:

- N-1 periaate
- häiriön jälkeen käyttötilanne palautettava normaaliksi 15 minuutin kuluessa



Sähköjärjestelmän kehittyminen tällä vuosikymmenellä

{Etunimi Sukunimi}

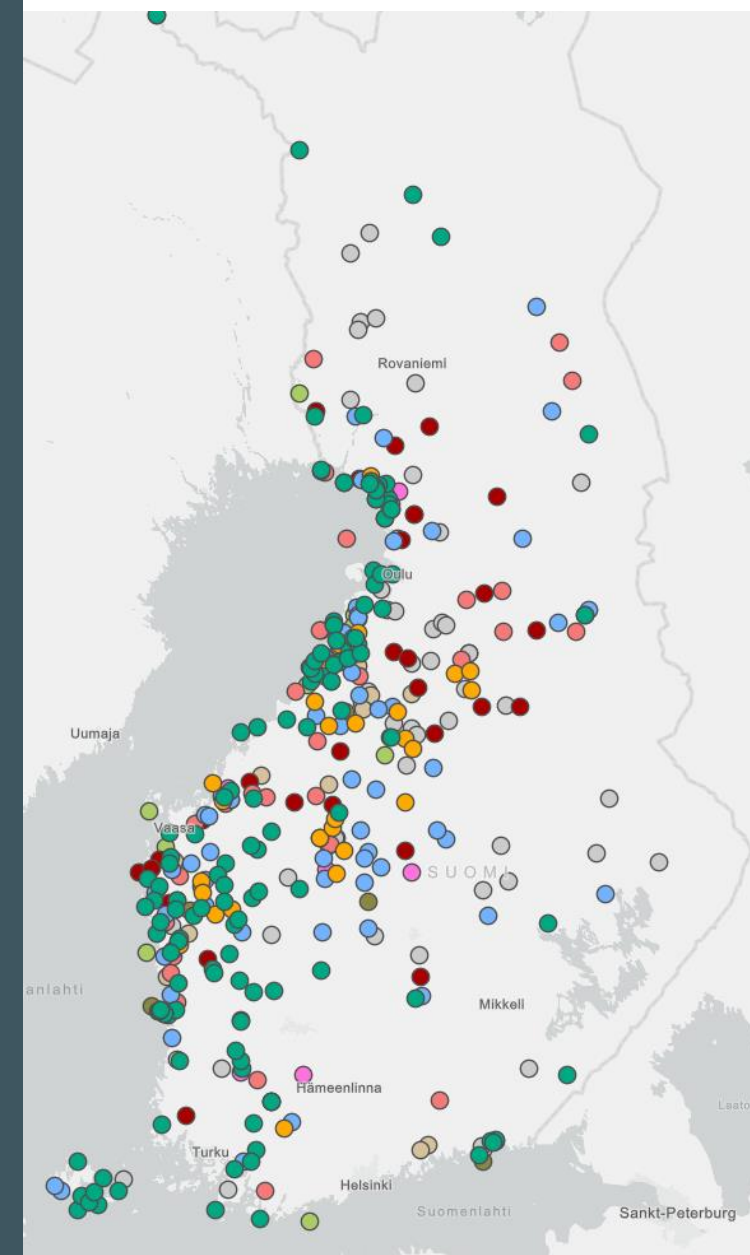
FINGRID

Finland – the best place in the EU to increase production of green electricity?

- Finland:
 - Most sparsely populated EU-country
 - 5th largest EU-country by geographical size
 - Long coastline for offshore wind
 - Competitive wind conditions
- Fingrid has received 260 GW of grid connection inquiries for electricity production! (Note: current Finnish peak load is ~15 GW)
 - 155 GW onshore wind, 55 GW offshore wind and 50 GW solar
 - No subsidies – market is working!
- Over 50 TWh of connection inquiries for consumption!

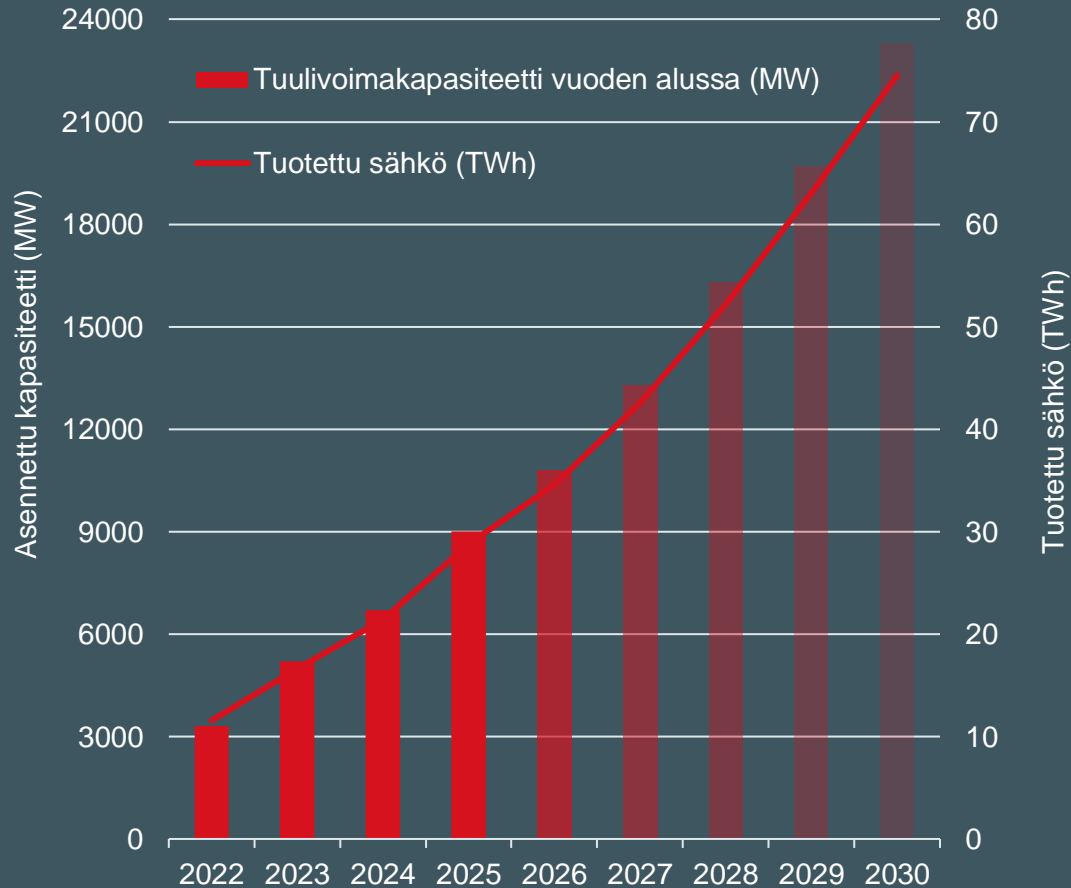
Wind power projects

Source: Finnish Wind Power Association

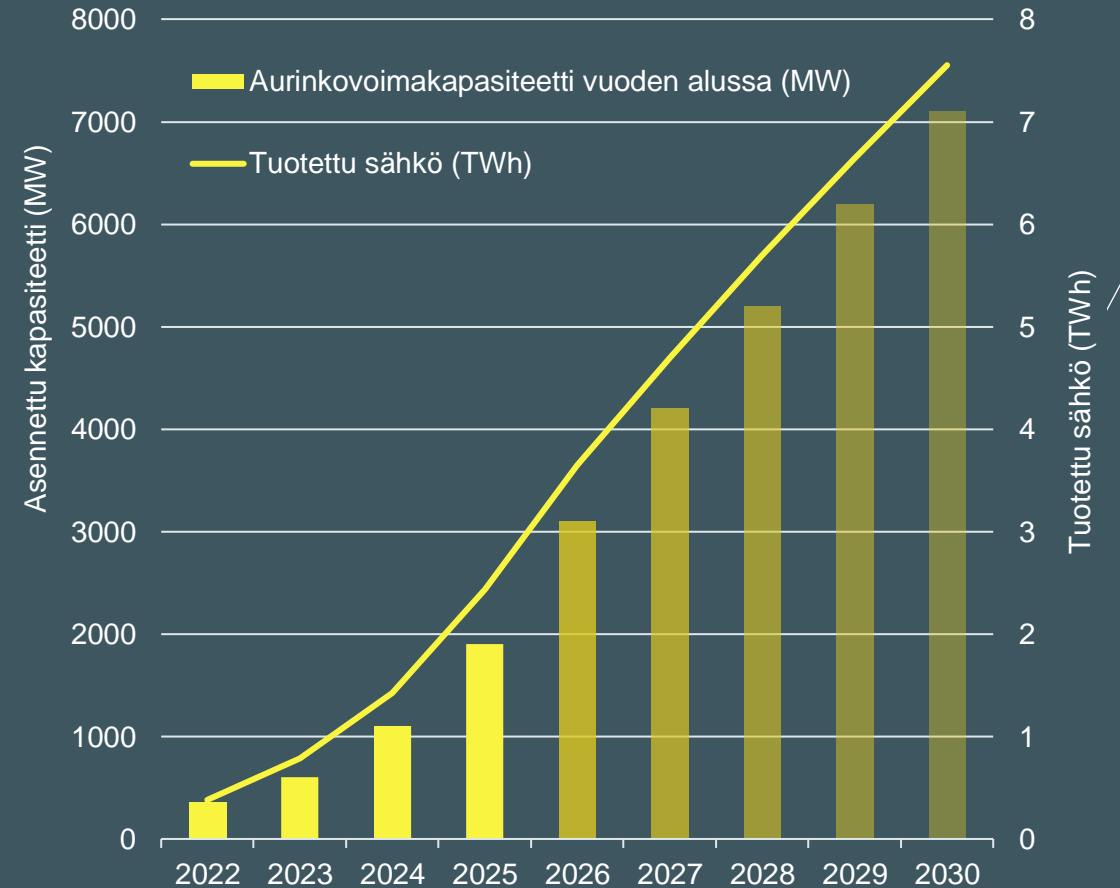


Uusiutuvan energian kasvuvauhti kiihtyy

Tuulivoimakapasiteetin kasvuennuste



Aurinkovoimakapasiteetin kasvuennuste



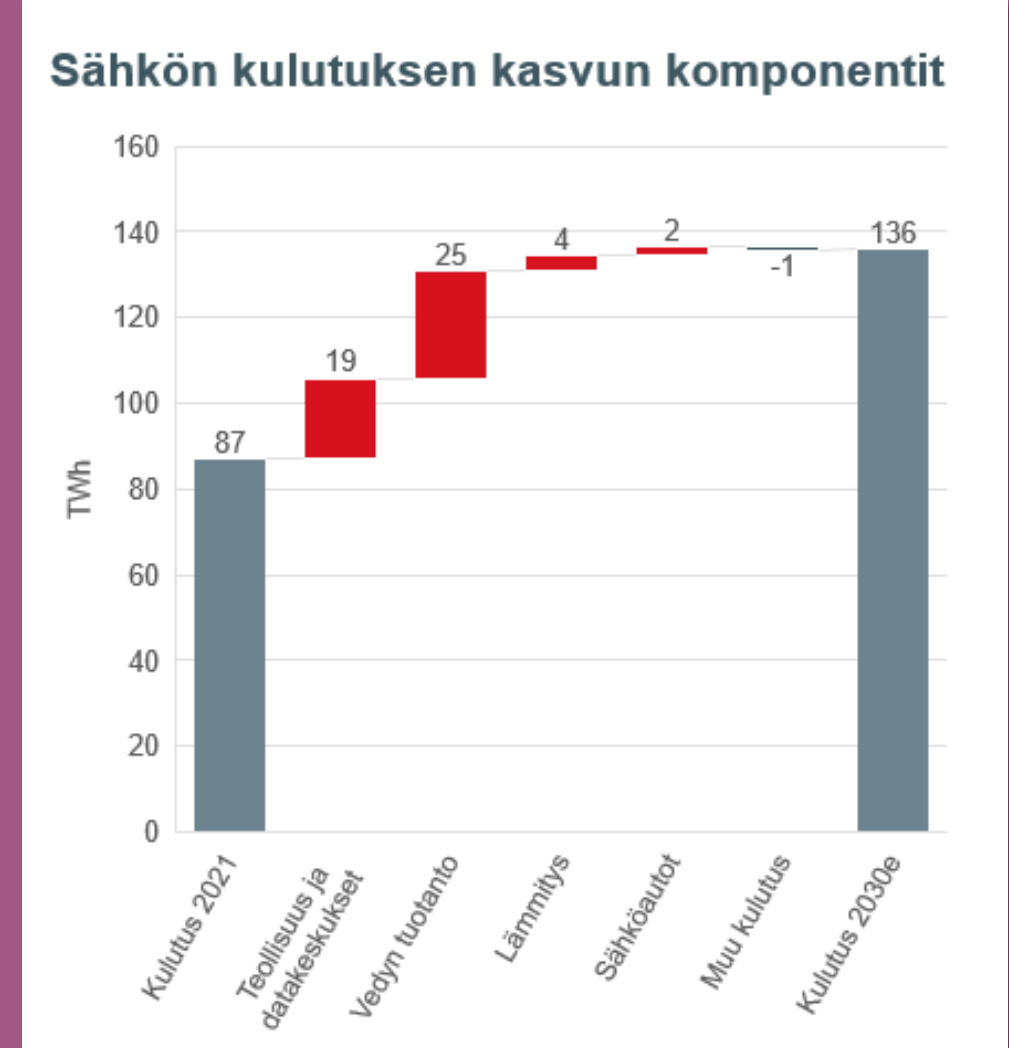
Fingrid Best estimate skenaario H1/2023

FINGRID

Sähkönkulutuksen kasvu ei ole yhden kortin varassa

- Teollisuuden uusi sähköistyminen
- Vedyntuotanto – valtava kasvupotentiaali
- Datakeskukset
- Lämmityksen sähköistyminen
- Sähköinen liikenne

- Fingridin tulevaisuusskenaarioissa varioidaan eri kasvutekijöitä



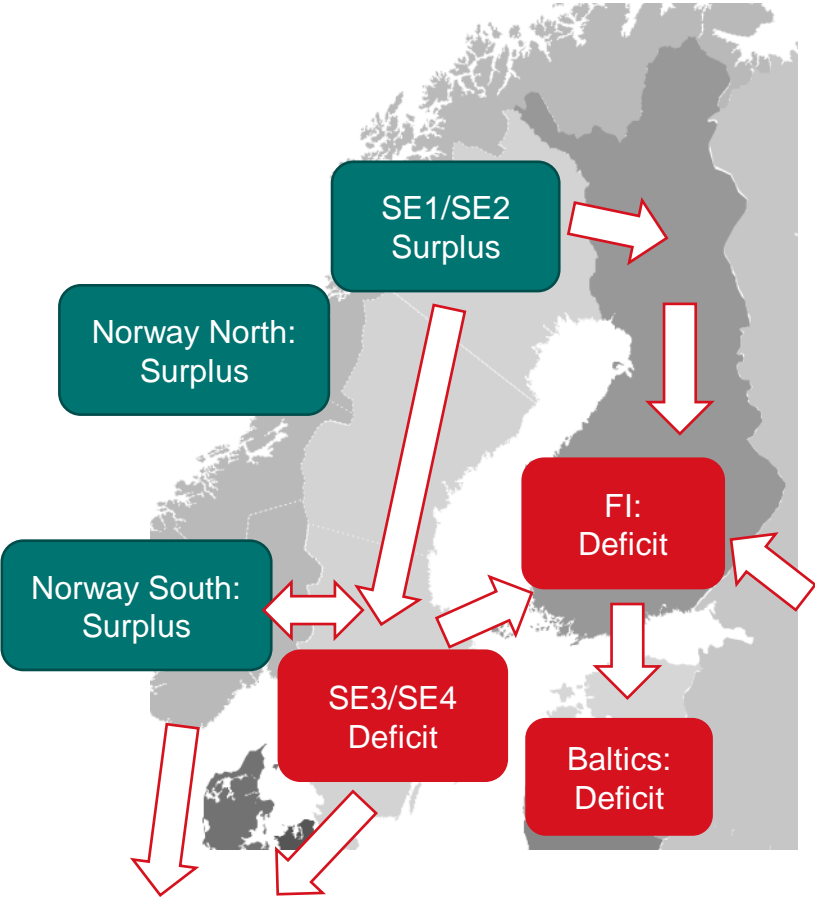
Fingrid ns. Best estimate skenaario H1/2023

FINGRID

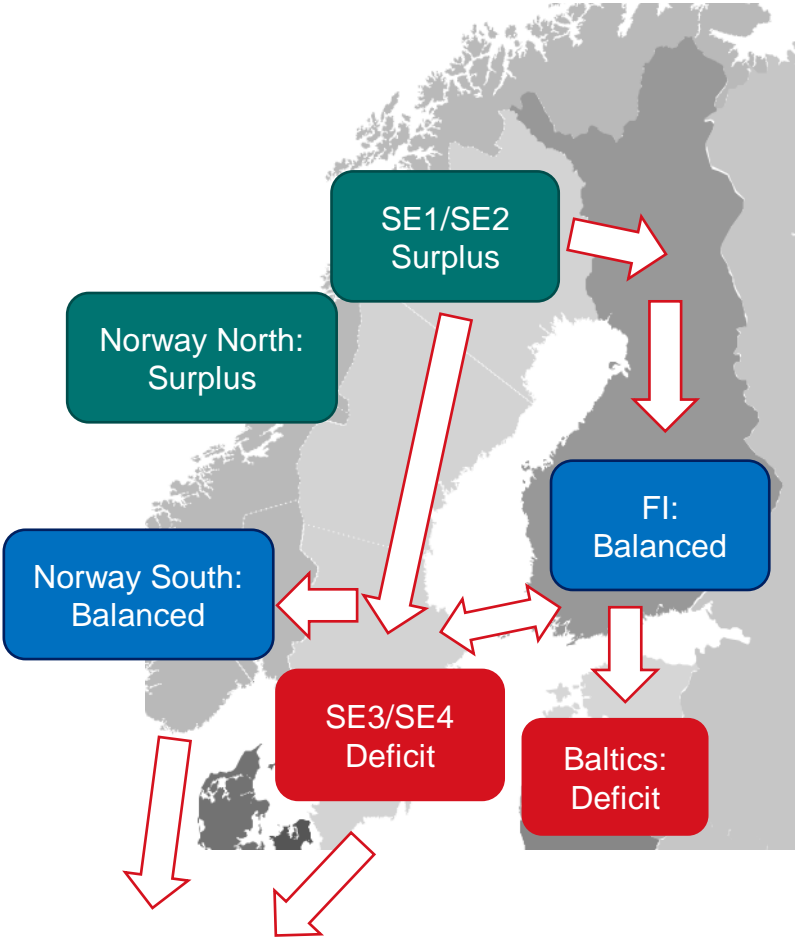
Shifts in the Nordic power balance

Finland becomes an exporter while Norway becomes an importer

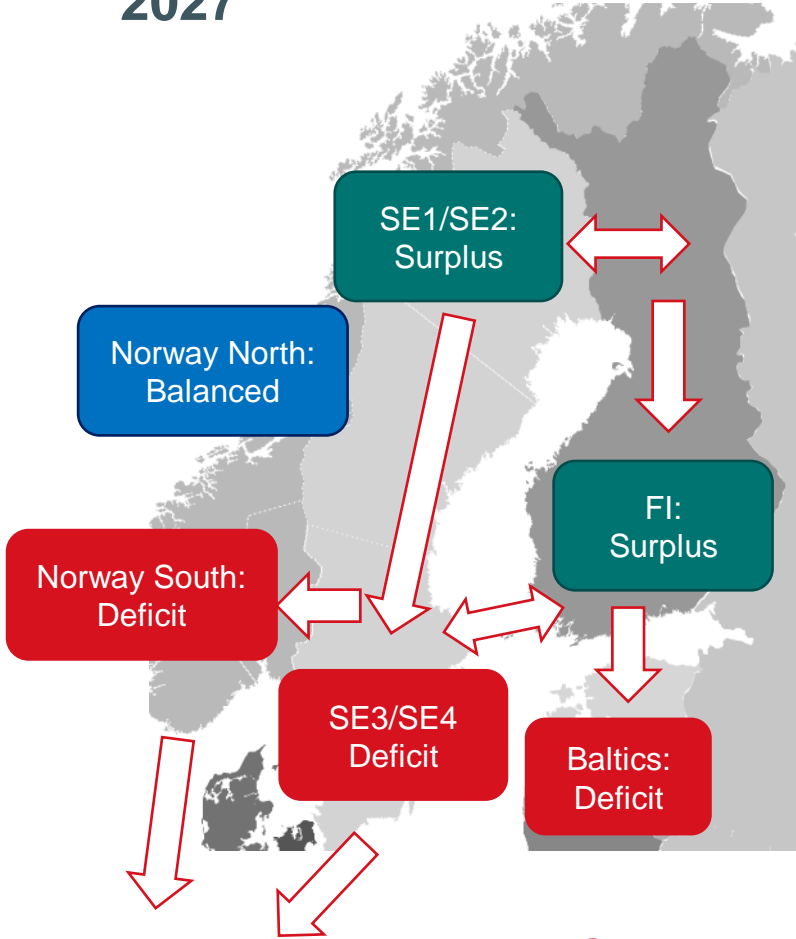
2021



2024



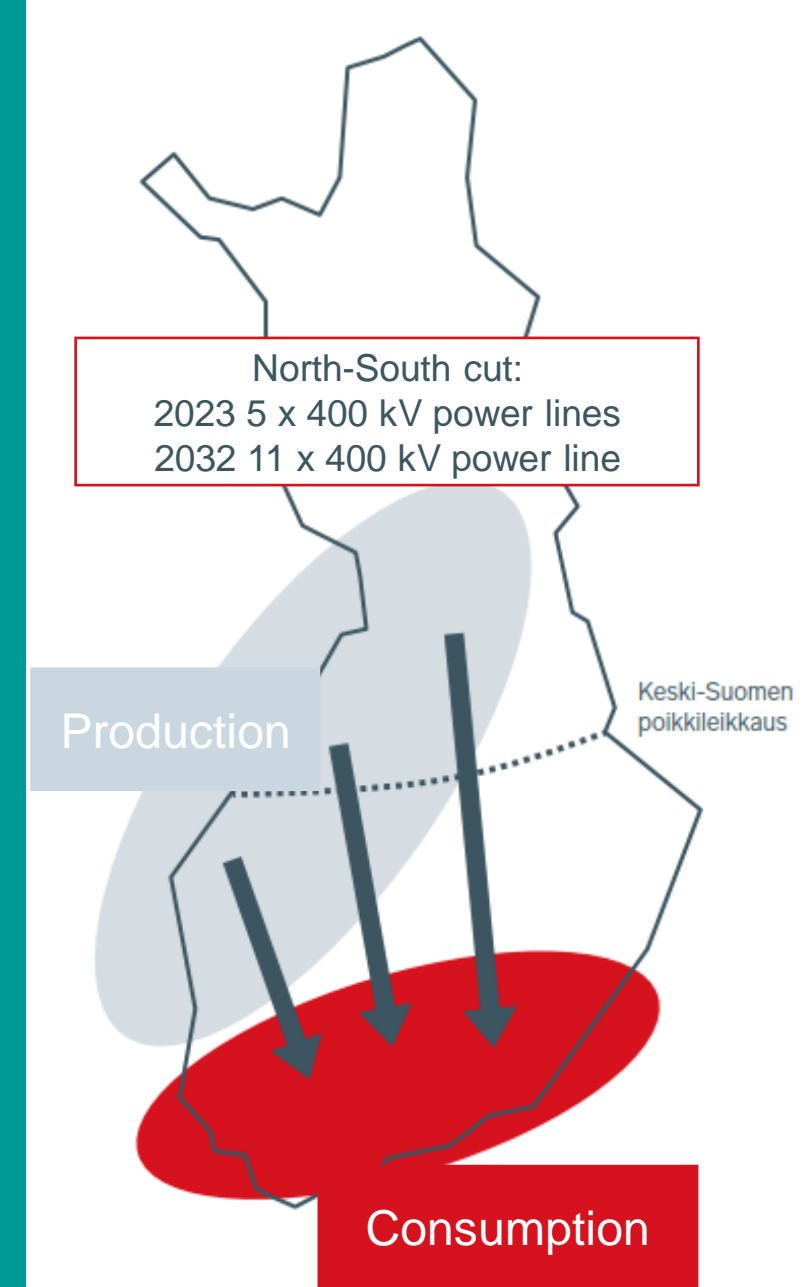
2027



Source: Fingrid Best Estimate scenario H2/2022. Direction of arrows refers to main direction of the power flow

Fingrid invests 3 billion euro in the next 10 years

- Grid will be reinforced especially in north to south direction
 - 3200 km of 400 kV transmission lines
 - 2000 km of 110 kV transmission lines
 - About 200 substation projects (Includes new, expansion and maintenance projects)
- New interconnectors
 - Aurora line 2025 (SE1-FI)
 - Aurora line 2 (SE1-FI) and Estlink 3 (EE-FI) in the planning phase – target early 2030's



Päävoimansiirtoverkon investointisuunnitelma

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
FG-WS-HTFO	1	Huittinen - Forssa 400+110 kV voimajohto												
FG-XB-FISEAC3	2	Aurora Line												
FG-HEL-LSVM	3	Helsingin 400 kV kaapeliyhteys												
FG-NS-6P1-002	4	Järvilinjan vahvistaminen												
	5	Svartbyn - Keminmaa 400 kV vahvistaminen												
FG-NS-7P1	6	2 x Jylkkä - Alajärvi 400+110 kV voimajohto												
FG-NS-5P0	7	Petäjaskoski - Nuojuankangas 400+110 kV voimajohto												
FG-WE-ÅBMEL	8	Kristiinankaupunki - Nokia 400+110 kV voimajohto												
FG-NS-AJTO	9	Alajärvi - Toivila 400+110 kV voimajohto												
FG-NSTOHI	10	Metsälinjan jatkaminen												
FG-NS-8P1	11	Metsälinjan vahvistaminen												
FG-WE-NKST	12	Nuojuankangas - Seitenoikea 400+110 kV voimajohto												
FG-XB-FISEAC4	13	Aurora Line 2												
FG-NS-HIAN	14	Hausjärvi - Anttila 400 kV voimajohto												
	15	Länsisalmi - Anttila 400 kV voimajohto												
FG-NS-HIIN	16	Hikiä - Kynnar - Inkoo 400 kV voimajohto												
FG-NS-VJKR	17	2 x Höyttikangas – Murtopeä - Korja 400 kV voimajohto												
FG-XB-FIESTDC3	18	Estlink 3												

2023–2032:

400 kV voimajohtoja noin 3200 km
 Alle 400 kV voimajohtoja noin 2100 km
 (HVDC-kaapelia noin 50 km)

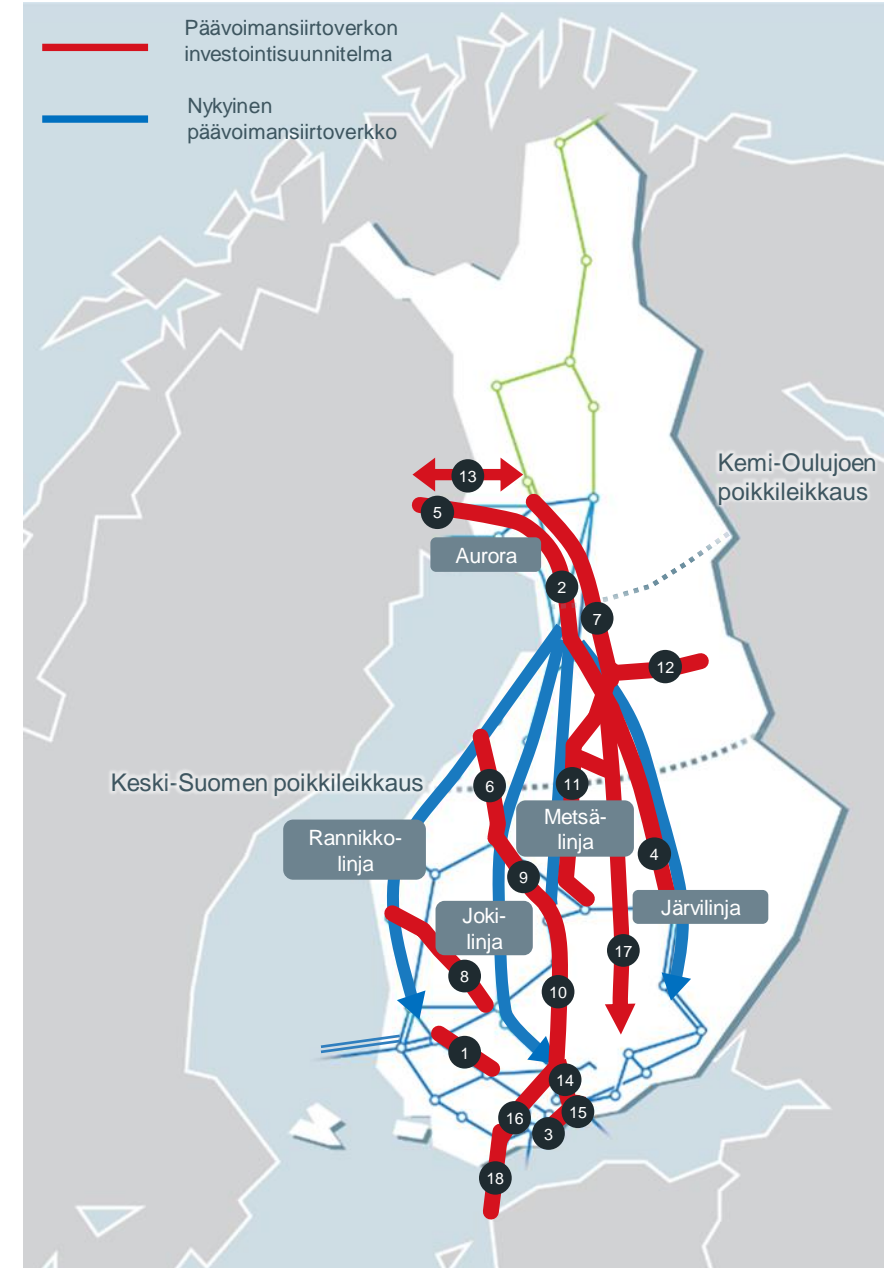
Vajaat 200 uutta, laajentavaa tai
 kunnossapitävää sähköasemahanketta

YVA-menettely / esisuunnittelu

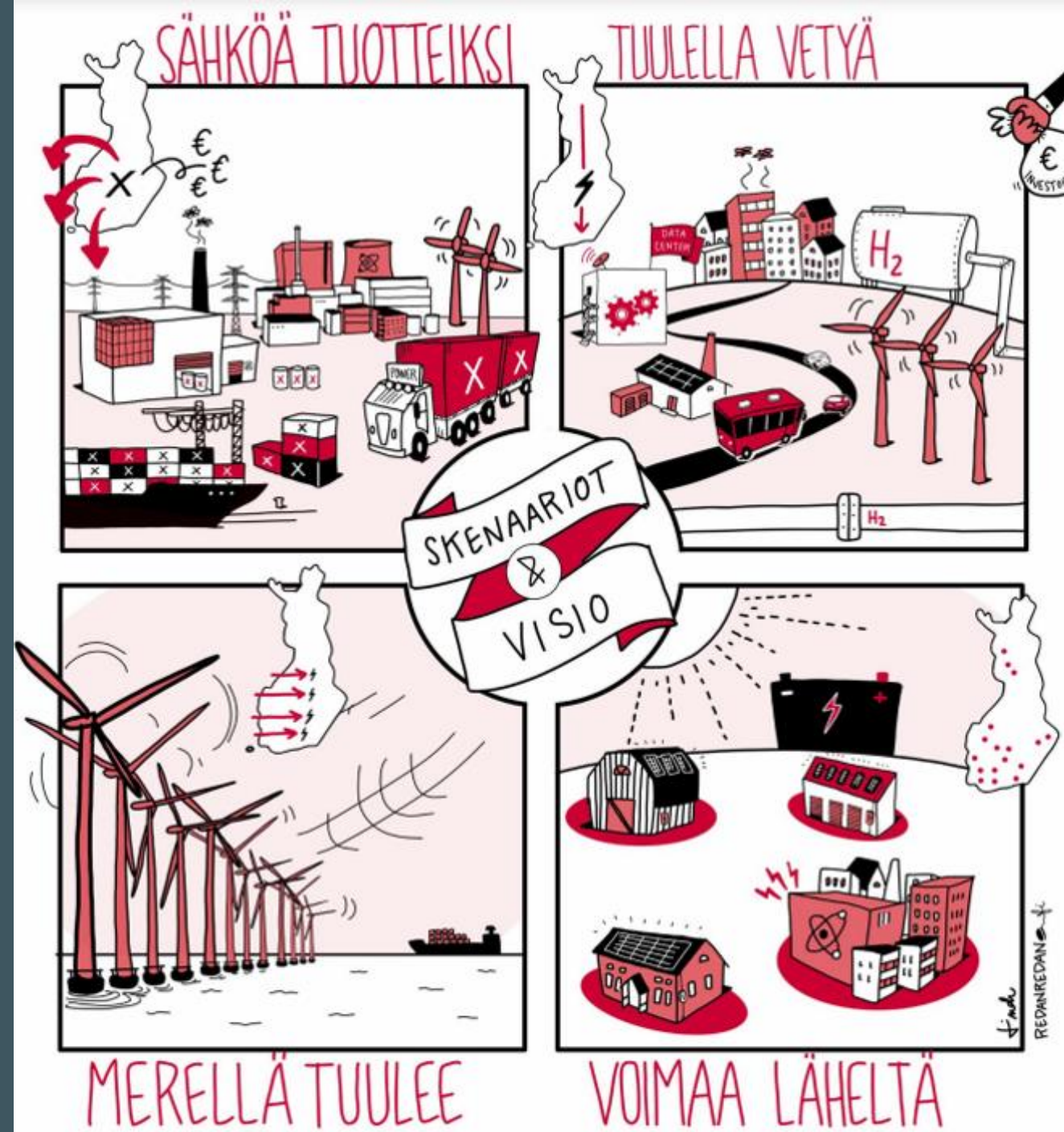
Yleissuunnittelu ja luvitus

Rakentaminen

Päävoimansiirtoverkon investointisuunnitelma



Sähköjärjestelmän
kehittyminen
pidemmällä tähtäimellä:
Fingridin
Sähköjärjestelmävisio





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

Sähköä tuotteiksi

- Suomi kehittyi merkittäväksi P2X-tuotteiden viejämaaksi.
- 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 viejämaaksi.
- Vetyjärjestelmä toimii energiavara-
rastona, mikä mahdollistaa erittäin suuren maatuulivoiman tuotannon. Samalla perinteisen sähköntuotannon määrä supistuu voimakkaasti.
- Voimakkaasti muuttuva tuotanto- ja kulusrakenne haastaa sähköjärjestelmän teknisen toimivuuden ja näkyy erittäin suurena pohjois-eteläsuuntaisena energiansiirtotarpeena.

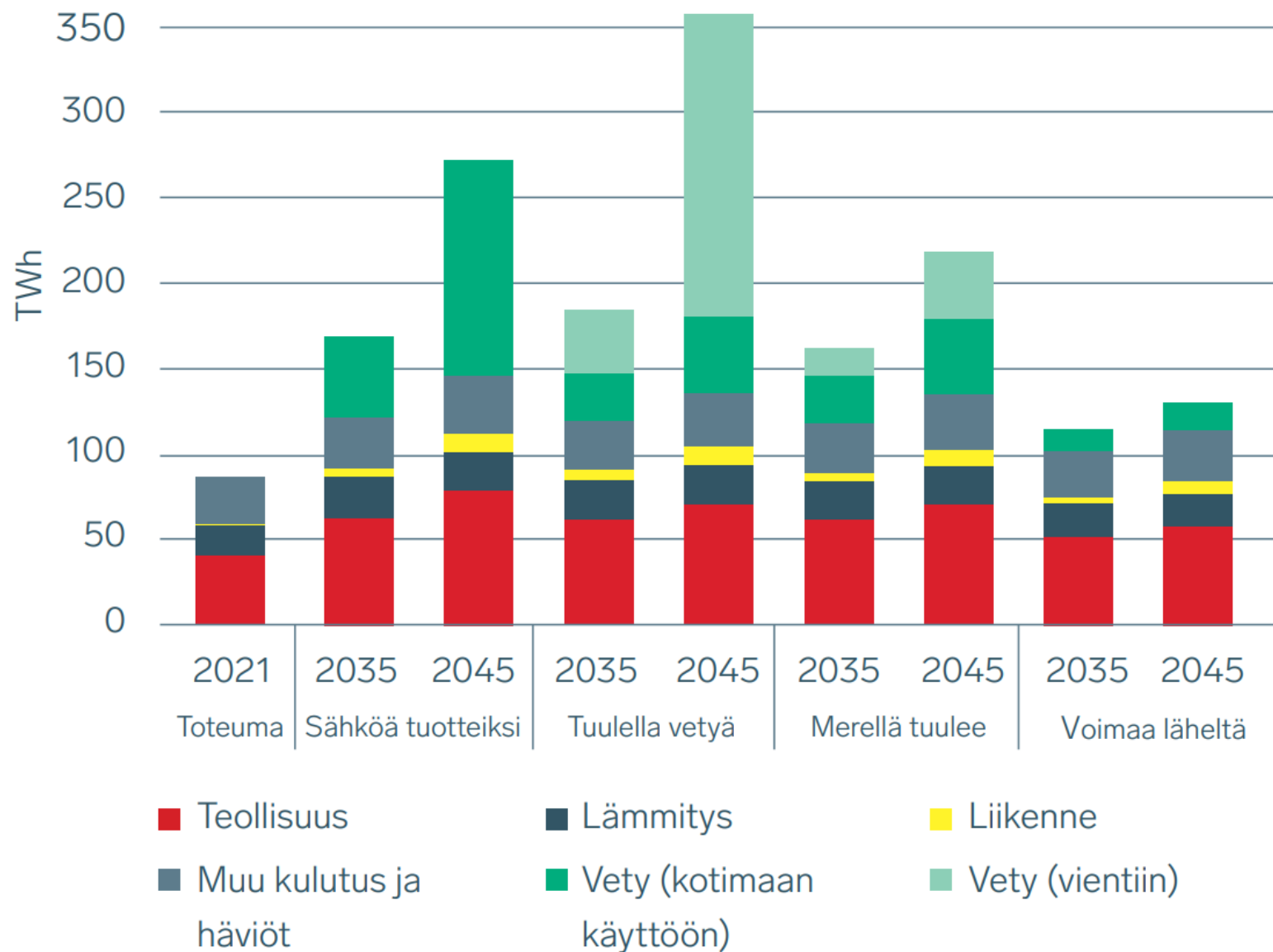
Merellä tuulee

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

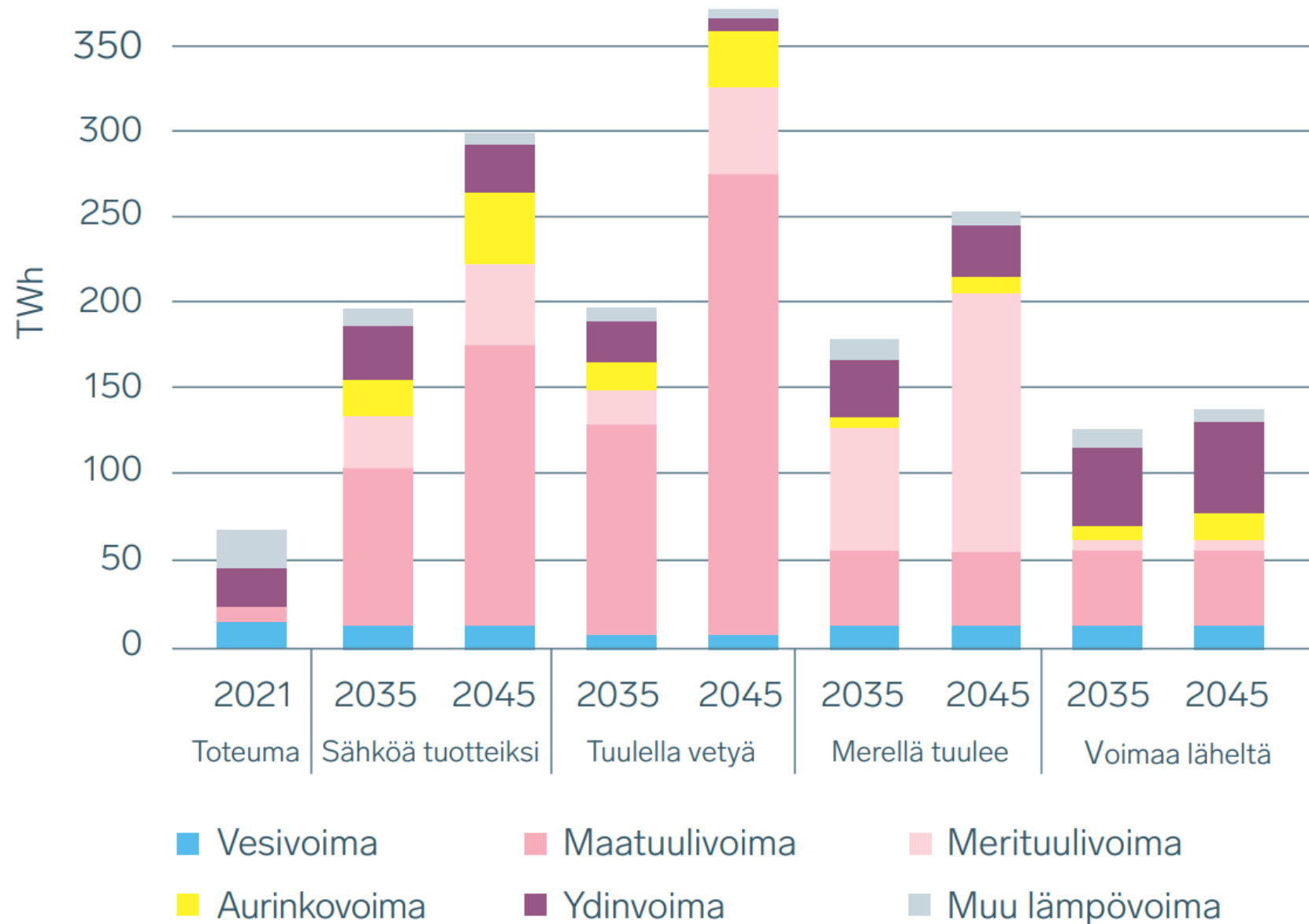
Voimaa läheltä

- Sähkön kulutus kasvaa, mutta maltillisemmin kuin muissa skenaarioissa.
- Sähköntuotannon kasvu muodostuu useista eri teknologioista, tuulivoimasta, aurinkovoimasta ja SMR-ydinvoimasta.
- Tuotannosta suhteellisesti suurempi osuus sijaitsee Etelä-Suomessa lähellä kulutuskeskittymiä.

Sähkönkulutus eri skenaarioissa



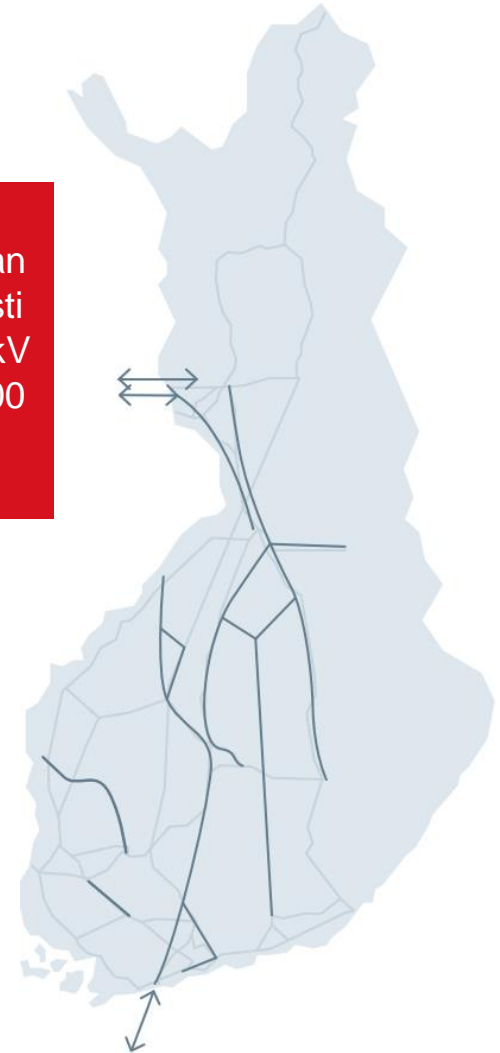
Sähköntuotanto eri skenaarioissa



Kantaverkkovahvistusten analysointi järjestelmävisiossa



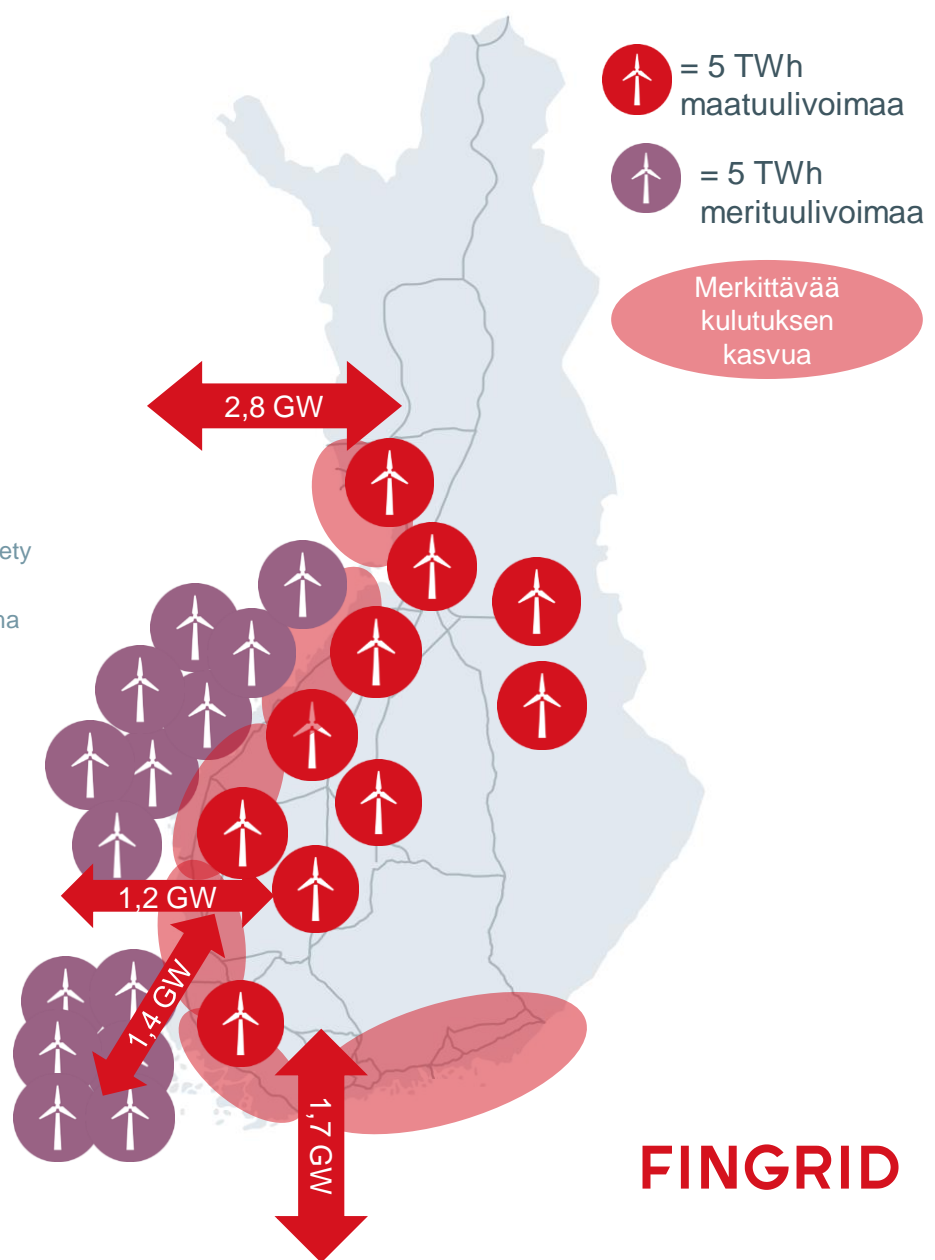
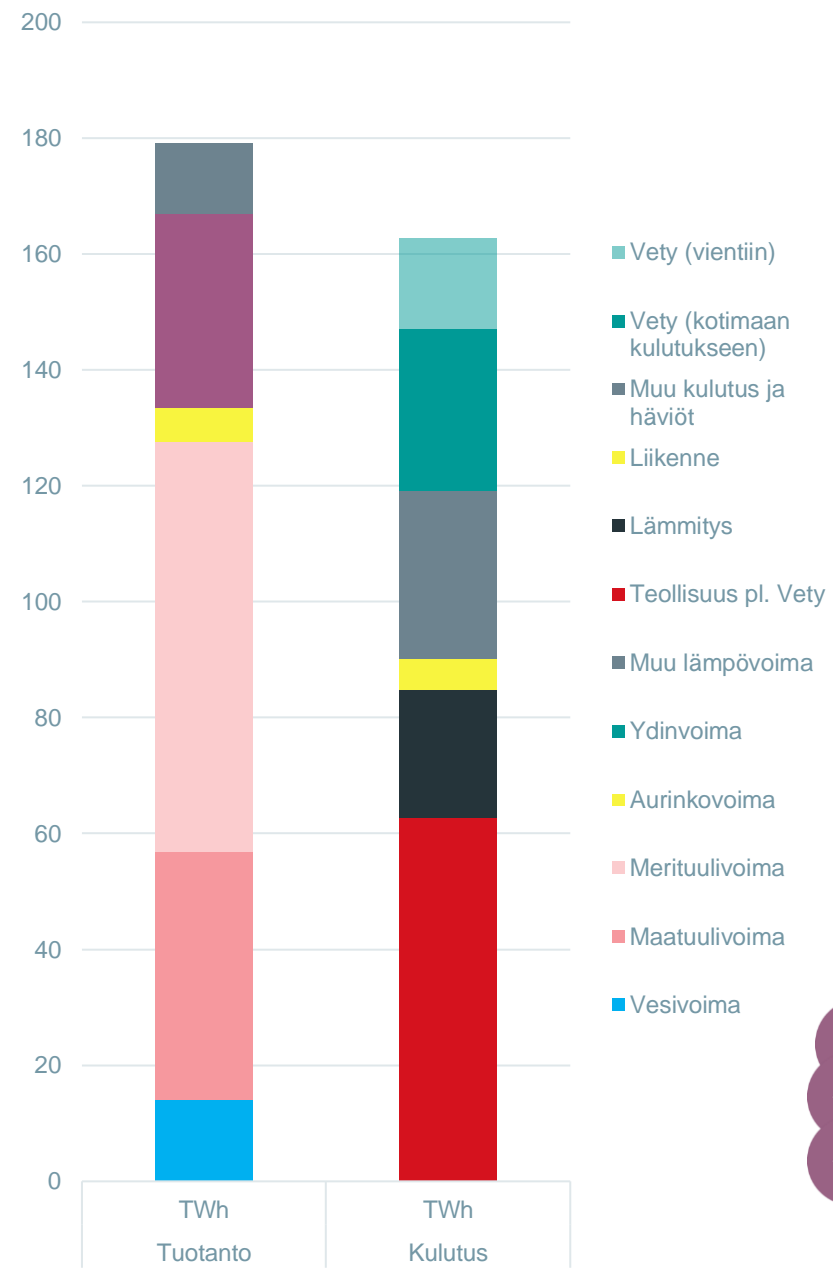
Nykyisen investointisuunnitelman (3 mrd. eur) mukaisesti Fingrid rakentaa 400 kV verkkoa yhteensä 3200 km seuraavan 10 vuoden aikana



Esimerkki: Merellä tuulee 2035



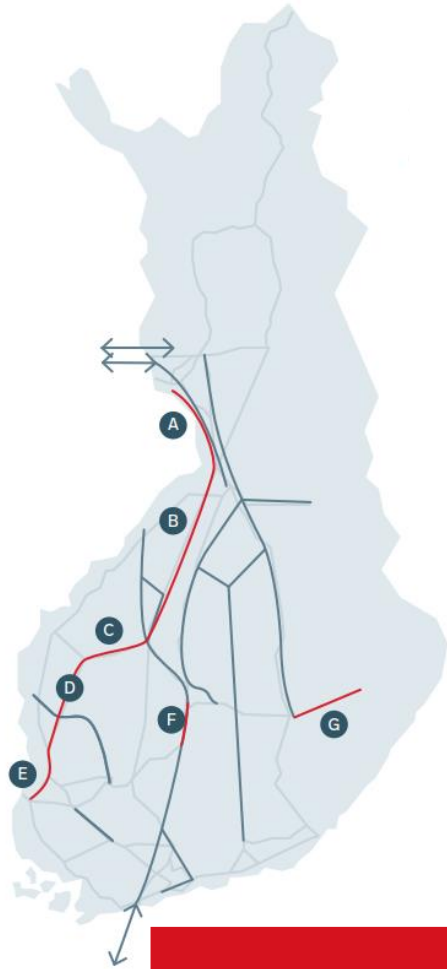
- Sähkön kulutus kasvaa kun fossiilisia polttoaineita korvataan sähköllä ja sähköstä tehdyillä polttoaineilla.
- Merituulivoima hallitseva tuotantomuoto.
- Sähkön tuotanto painottuu entistä vahvemmin länsirannikolle, mikä haastaa sähkön siirron länsirannikolta kulutuskeskittyymiin.



Esimerkki: Merellä tuulee siirrot ja verkonvahvistustarpeet

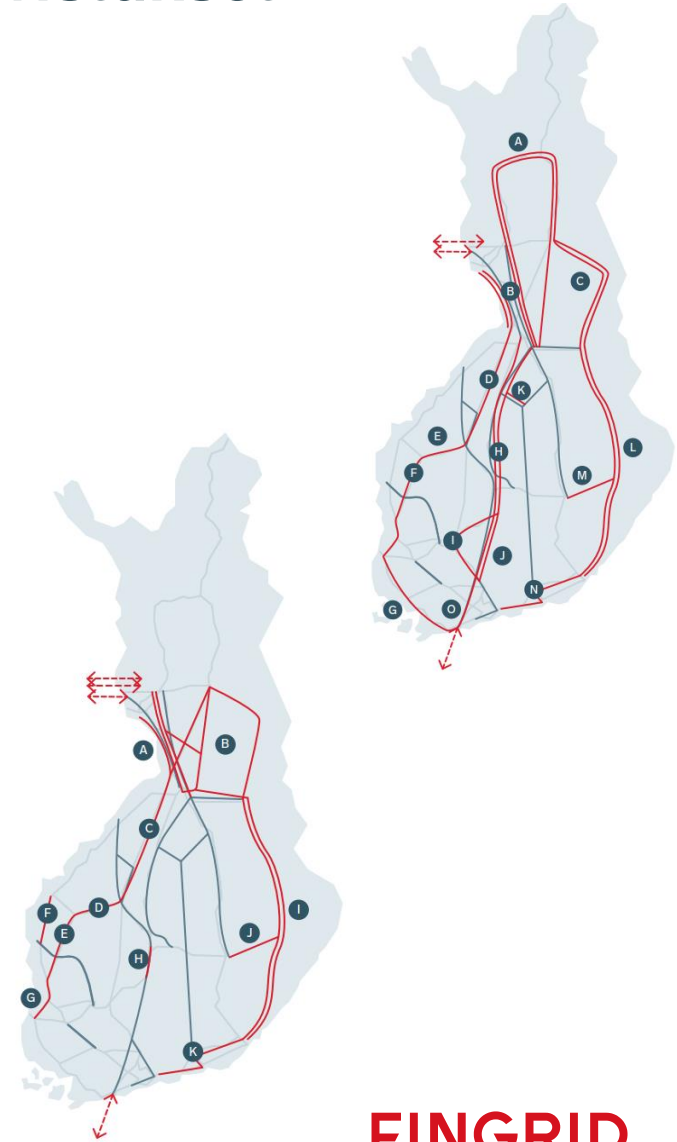
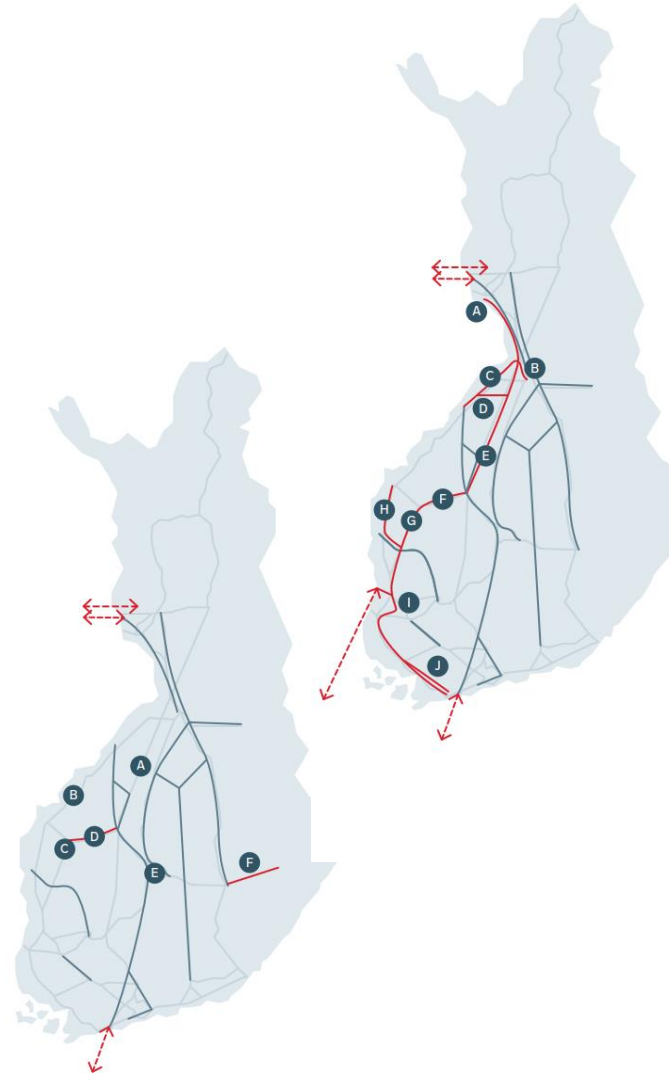


Useammassa skenaariossa havaitut verkonvahvistustarpeet



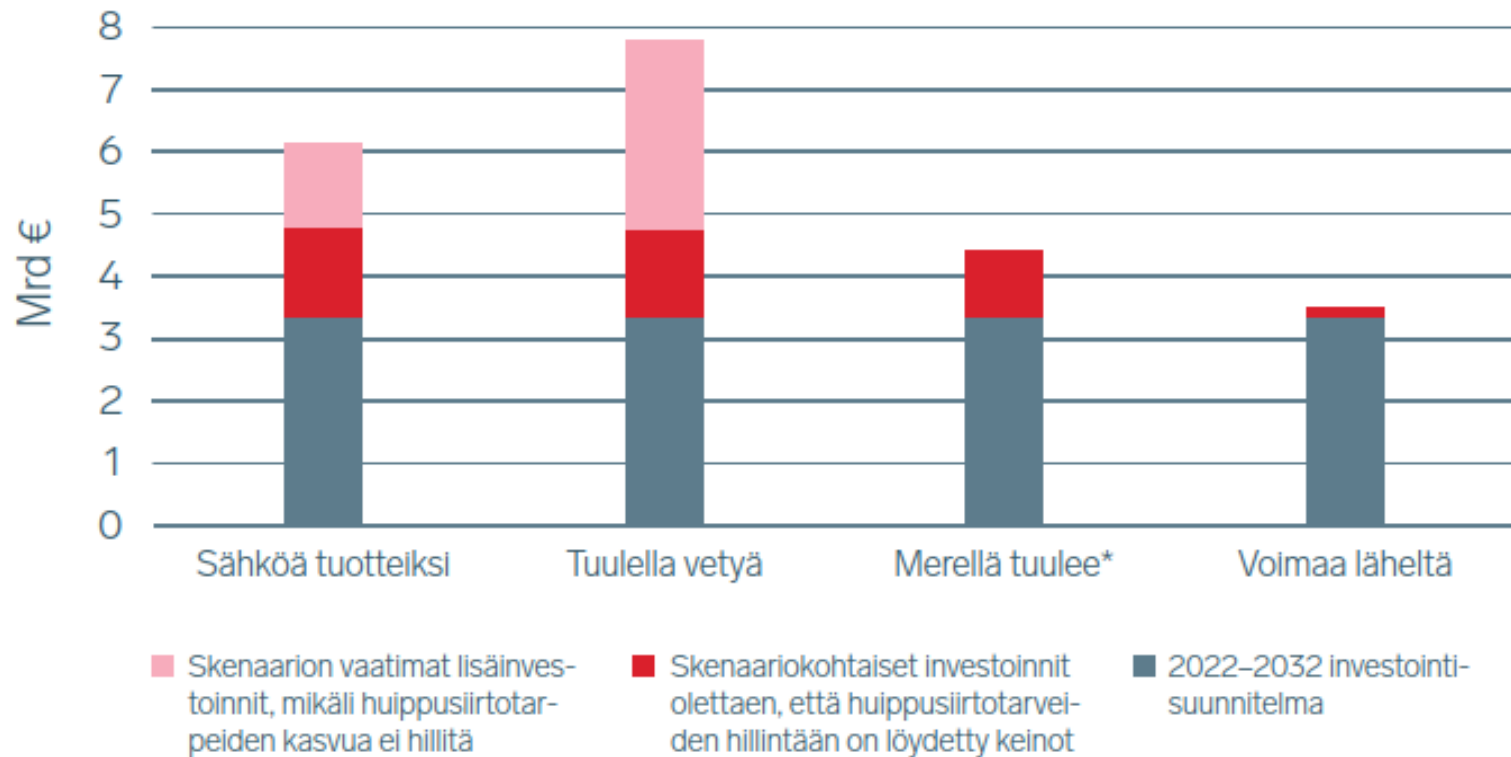
Johtokilometrejä
investointisuunnitelman
lisäksi hieman alle 1000 km.

Kehityskulusta riippuen tarvittavat vahvistukset



FINGRID

Sähköjärjestelmän kasvu lisää verkkoinvestointien tarvetta

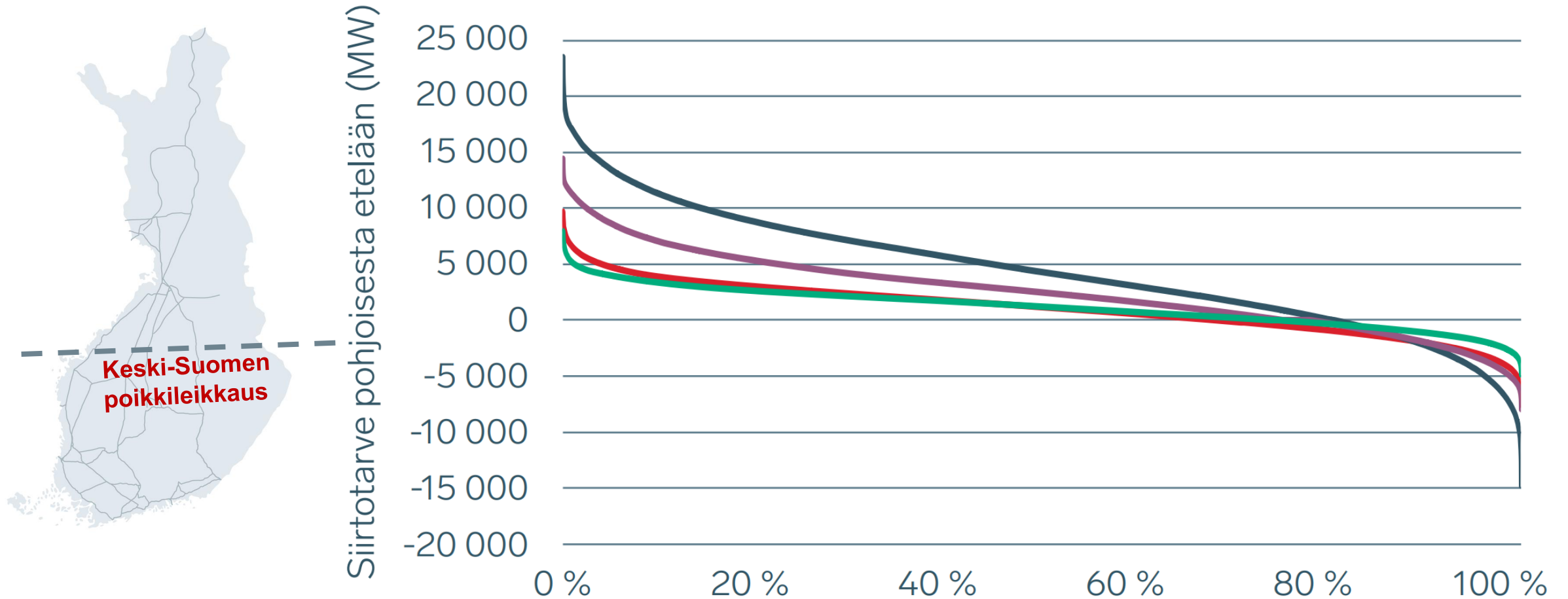


Arvio on suuntaa antava, eikä sisällä 110 kV investointeja vuoden 2032 jälkeiselle ajalle.

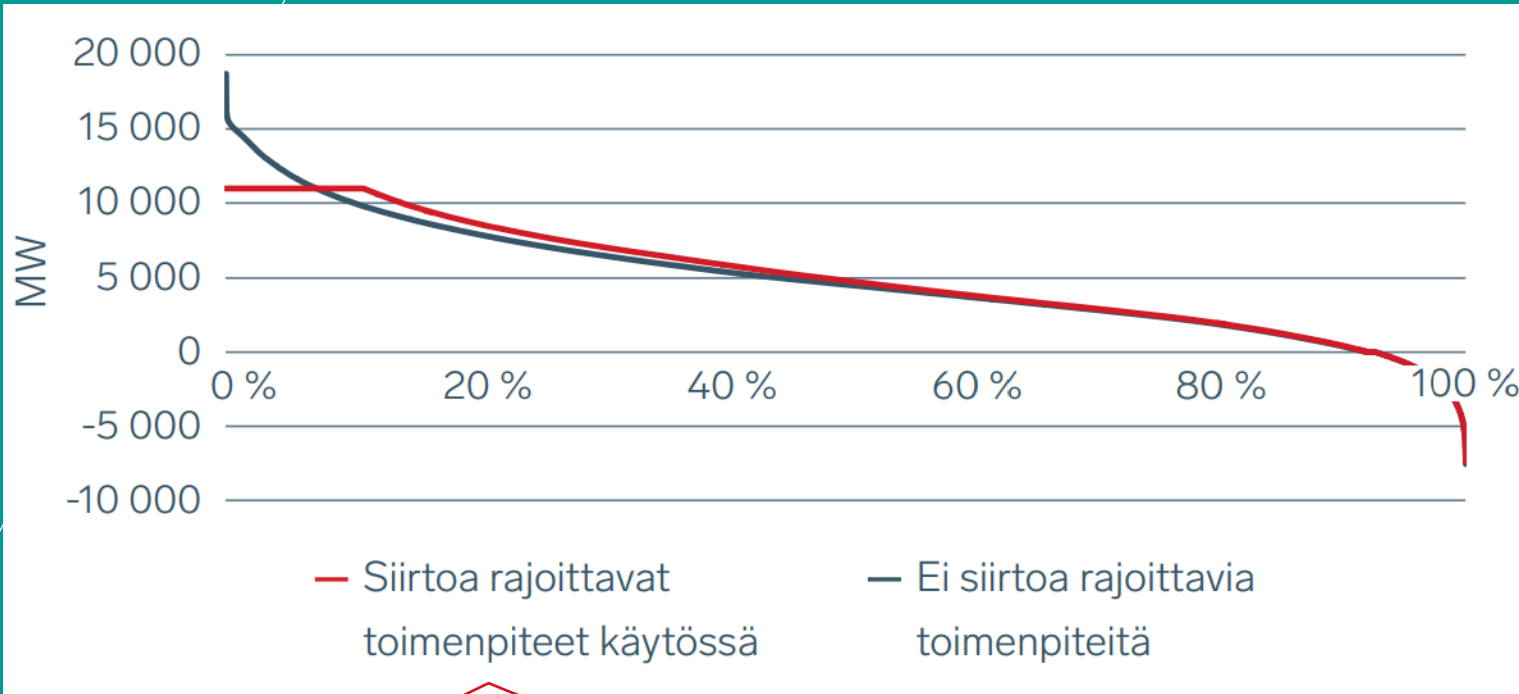
* Merellä tuulee skenaarion luvuissa ei ole huomioitu merelle rakennettavan verkon kustannuksia. Kantaverkon laajentaminen merelle kasvattaisi kustannuksia merkittävästi. Skenaariossa ei myöskään ole huomioitu skenaarioon oletetun Saksan merikaapeliyhteyden kustannuksia.

- Fingridin nykyinen investointisuunnitelma mahdollistaa jo merkittävän tuotannon ja kulutuksen kasvun seuraavan kymmenen vuoden aikana.
- Korkean kulutuksen skenaarioissa voimakas sähkön tuotannon ja kulutuksen kasvu haastaa kantaverkon liittämisen ja siirtokyvyn ennennäkemättömällä tavalla.
- Skenaarioiden kaikkia siirtotarpeita ei ole tarkoituksenmukaista ratkaista ainoastaan verkkoinvestoinnein – Tarvitaan myös muita ratkaisua.

Siirtotarpeet Keski-Suomen poikkileikkauksen yli vuoden 2035 skenaarioissa, mikäli kaikki energia siirrettäisiin sähkönä



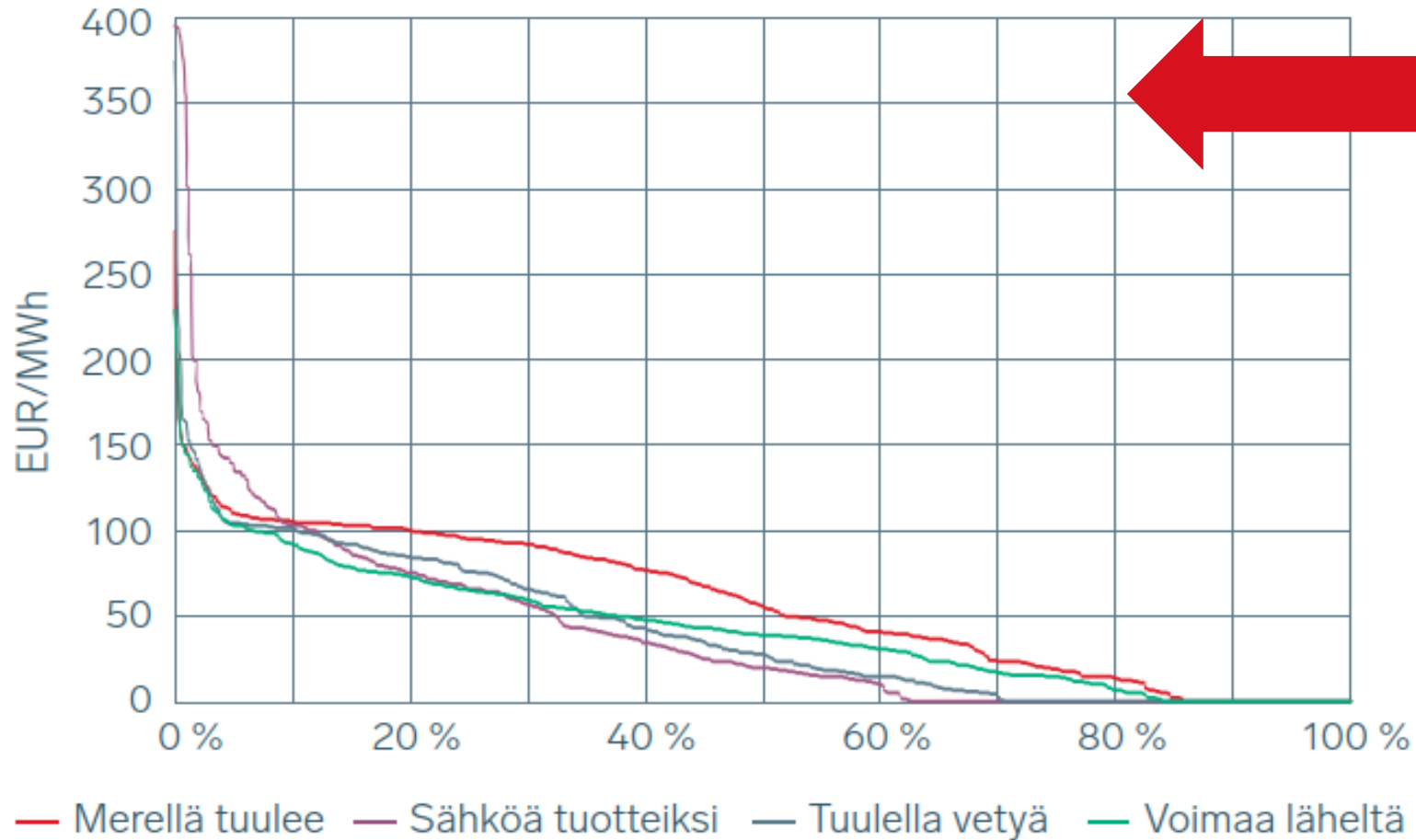
Huippusiirtojen leikkaaminen vähentäisi investointitarpeita huomattavasti



- Korkeaa ja huipukasta siirtotarvetta esiintyy monissa verkon osissa, ei vain pohjois-eteläsuunnassa.
- Tyypillinen huippusiirtotilanne:
 - Korkea sähköntuotanto
 - Matala hinta
 - Korkea sähkönkulutus ja vienti
 - Tuotanto ja kulutus kaukana toisistaan

Tuulella vetyä –skenaariossa 11 GW maksimisiirtorajoitus Keski-Suomen poikkileikkauksessa rajoittaisi siirtoa n. 10% ajasta, mutta leikkaisi verkon rakentamistarvetta tuhansilla kilometreillä ja investointikustannuksia miljardeilla euroilla.

Hinnan vaihtelu luo kannusteita energian varastointiin ja joustavuuteen

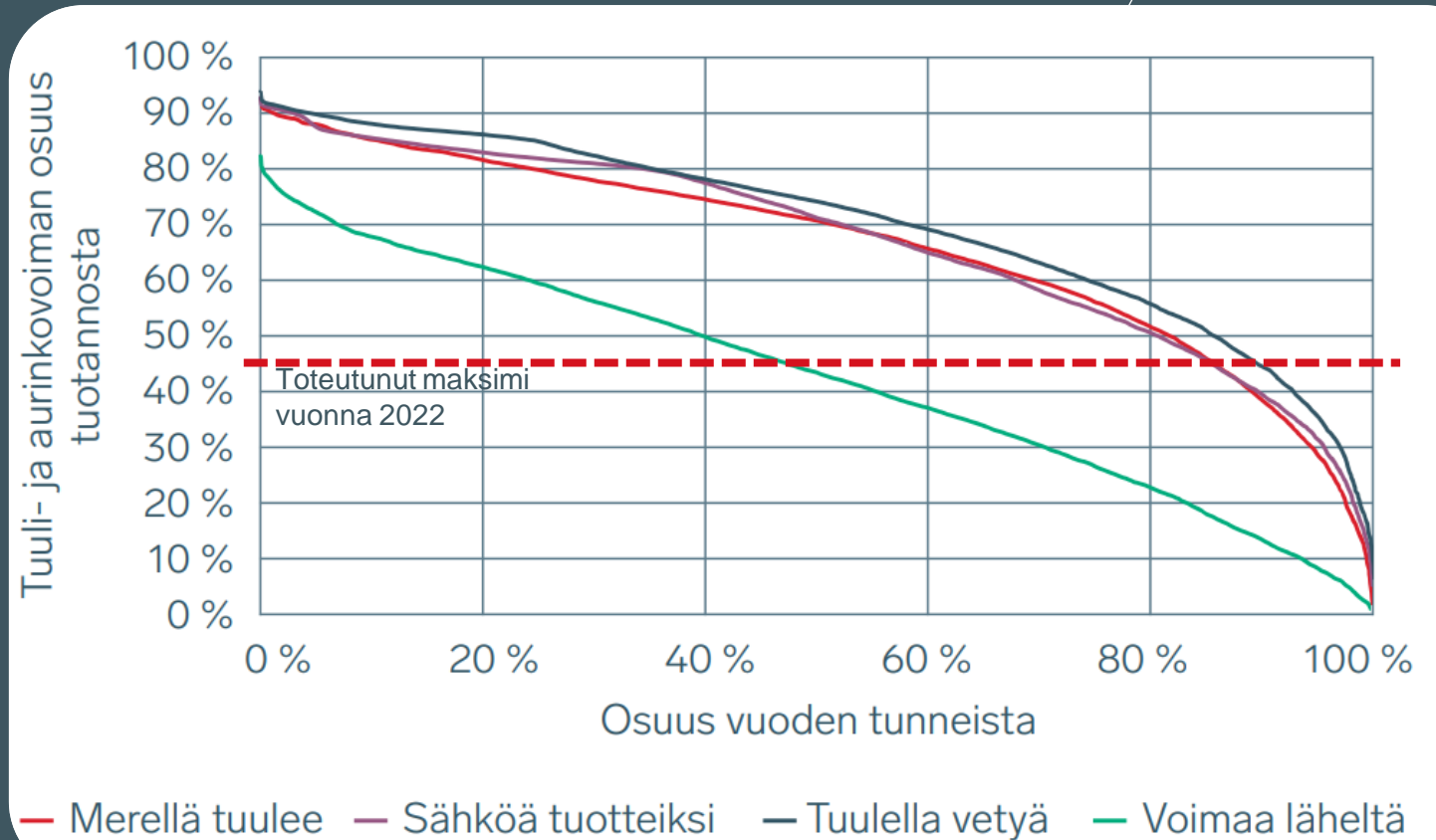


Suomen aluehinnan (simuloitu marginaalikustannus) pysyvyys vuoden 2035 skenaarioissa (mediaani, reaalinen)

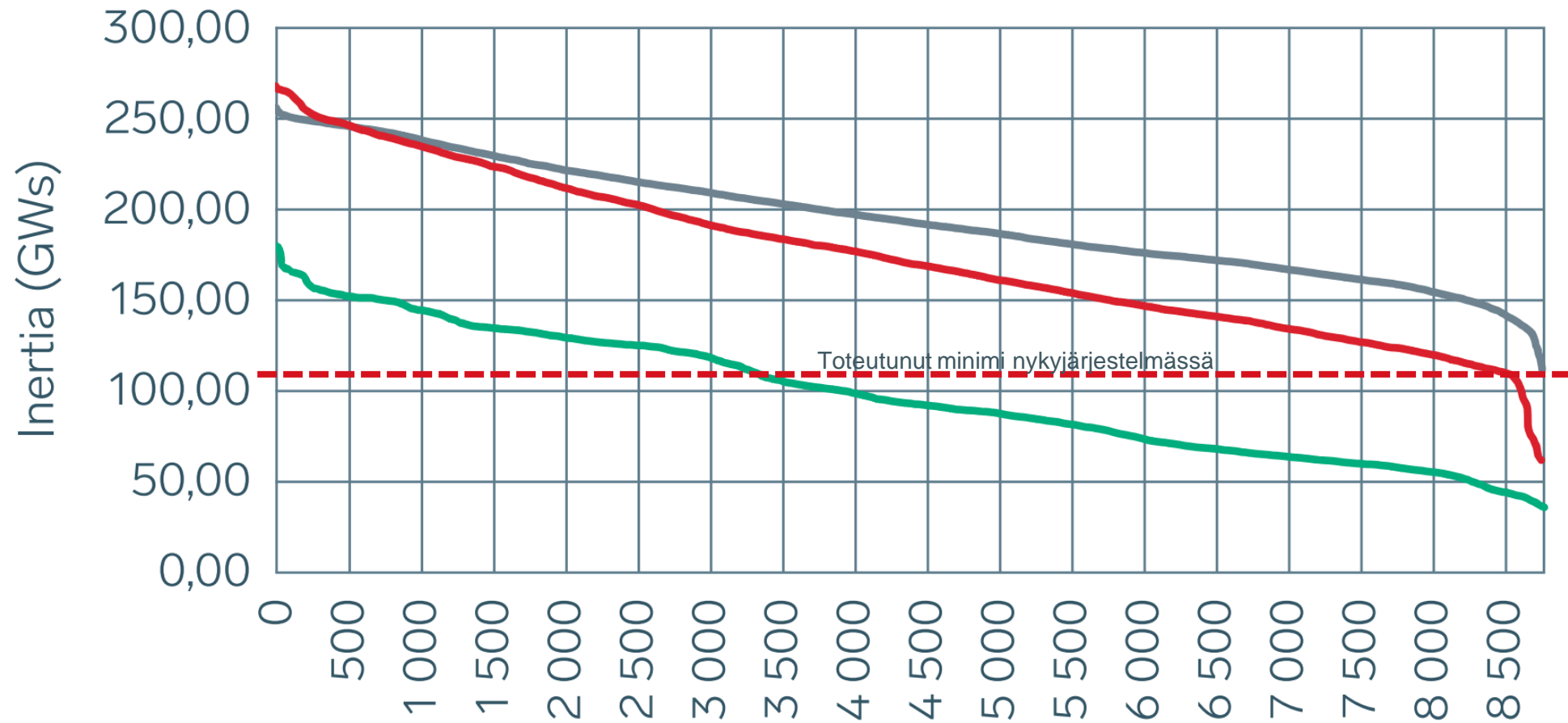
Vaikka markkinahinta vaihtelee skenaarioissa, vaihtelu sekä erityisesti korkeiden hintojen esiintyvyys on huomattavasti maltillisempaa kuin vuoden 2022 aikana!

Suuntaajakytketyn tuotannon ja kulutuksen merkittävä lisääntyminen haastaa voimajärjestelmän teknistä toimintaa

- Suuntaajakytkettyjen resurssien lisääntyminen vaikuttaa useisiin eri sähköjärjestelmän teknisiin ominaisuuksiin.
- Järjestelmän hallitsemiseksi tarvitaan uusia ratkaisuja. Ratkaisu edellyttää:
 1. Uusia verkkoratkaisuja
 2. Markkinoiden hyödyntämistä järjestelmäpalveluissa
 3. Vaatimuksia verkkoon liittyjille



Pohjoismainen inertia Tuulella vetyä skenaariossa



— 2021 — Tuulella vetyä 2035 — Tuulella vetyä 2045

Kiitos!

Järjestelmävision nettisivut:

[Sähköjärjestelmävisio 2023 – Fingrid](#)

Loppuwebinaarin tallenne:

[Fingridin Sähköjärjestelmävision
sidosryhmäwebinaari 22.3.2023 - YouTube](#)

Fingrid Oyj

Läkkisepäntie 21

00620 Helsinki

PL 530, 00101 Helsinki

Puh. 030 395 5000

Fax. 030 395 5196

www.fingrid.fi

FINGRID