

22.3.2023 / Strateginen verkkosuunnittelu

# Sähköjärjestelmävisio

Sidosryhmäwebinaari 22.3.2023

FINGRID



Mikko Heikkilä  
mikko.heikkila@fingrid.fi



Risto Kuusi  
risto.kuusi@fingrid.fi



Janne Seppänen  
janne.seppanen@fingrid.fi

**FINGRID**





# Agenda

1. Mikä sähköjärjestelmävisio?
  2. Vision skenaariot & verkon vahvistustarpeet
  3. Skenaarioiden toteutumisen edellytyksiä
  4. Kysymykset ja keskustelu
- Webinaarin aikana on mahdollista esittää kysymyksiä chat-toiminnallisuuden avulla
  - Materiaali ja tallenne webinaarista tulee saataville Fingridin nettisivuille.



# Mikä sähköjärjestelmävisio?

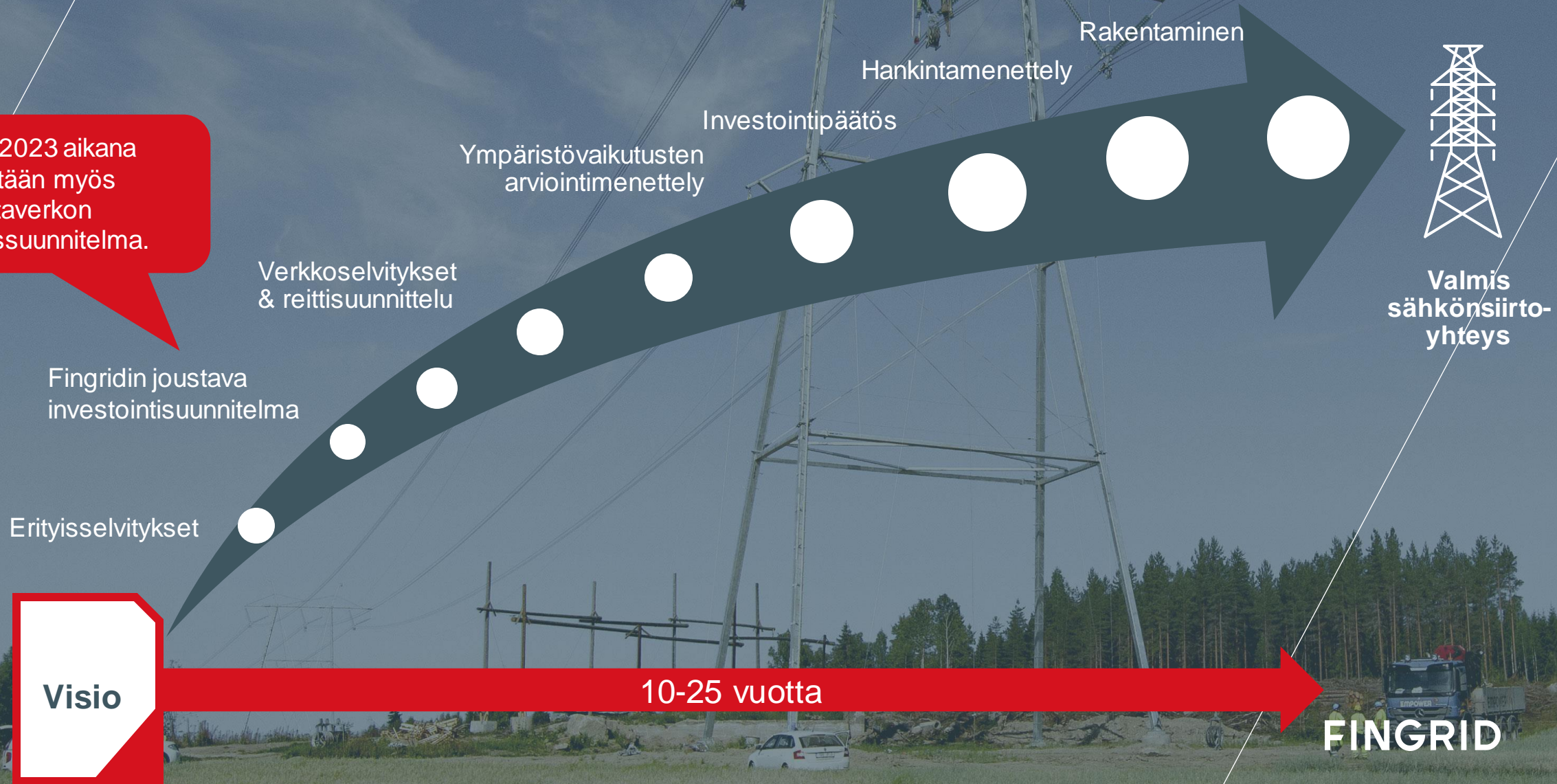
- Jatkoa vuoden 2021 Verkkovisioille
- Näkemys kantaverkon kehittämistarpeista pitkällä aikavälillä
- Tarkastelemme epävarmaa tulevaisuutta skenaarioiden avulla
  - Päivitetyt skenaariot vuosille 2035 ja 2045, tarkastelun pääpaino vuodessa 2035
- Visio avaa keskustelua myös skenaarioiden edellytyksistä. Mitä muutoksia skenaarioiden toteutuminen vaatii koko sähköjärjestelmältä?





# Fingridin hankkeet suunnittelusta toteutukseen

Vuoden 2023 aikana päivitetään myös Kantaverkon kehittämissuunnitelma.



# Skenaariot esittelevät Suomen pitkántähtäimen potentiaalia

## Suomi – EU:n paras paikka lisätä puhtaan ja edullisen sähkön tuotantoa?

- Suomalainen maatuulivoima ja aurinkovoima on EU:n edullisimpia ja nopeimpia tapoja lisätä energiantuotantoa – kilpailuetu!
- Valtava kasvupotentiaali. Liittymiskyselyjä 260.000 MW!
- Energiakriisi lisää kysyntää suomalaiselle uusiutuvalla energialle



Suomen pidemmän aikavälin potentiaali yli 300 TWh uutta, puhdasta ja kilpailukykyistä sähköä

## Sähkönkulutuksen kasvu ei ole yhden kortin varassa

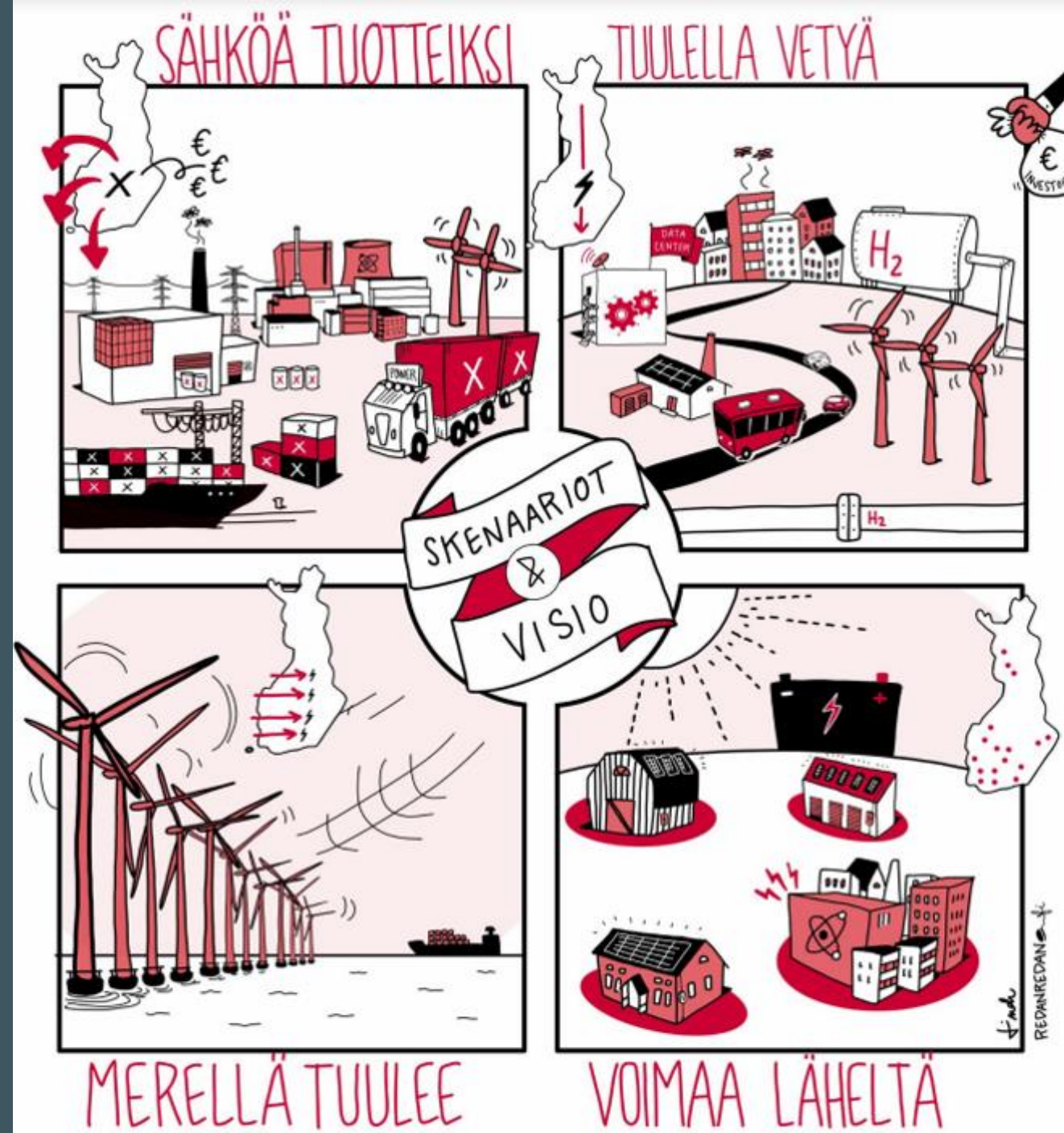
- Kulutushankkeiden liittymiskyselyt yli 50 TWh
- Teollisuuden uusi sähköistyminen
- Vedyntuotanto – valtava kasvupotentiaali
- Datakeskukset
- Lämmityksen sähköistyminen
- Sähköinen liikenne



Varautuminen huomattavaan sähkönkulutuksen kasvuun. Kulutuksen kaksinkertaistuminen mahdollista 2030-luvun aikana.



# Vision skenaariot & tunnistetut verkon vahvistustarpeet



# Kantaverkkovahvistusten analysointi järjestelmävisiossa

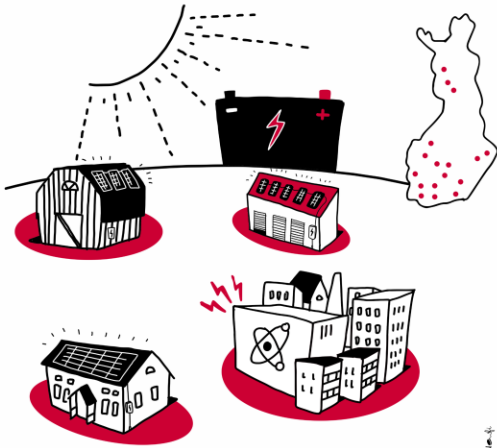


Nykyisen investointisuunnitelman mukaisesti Fingrid rakentaa 400 kV verkkoa yhteensä 3200 km seuraavan 10 vuoden aikana



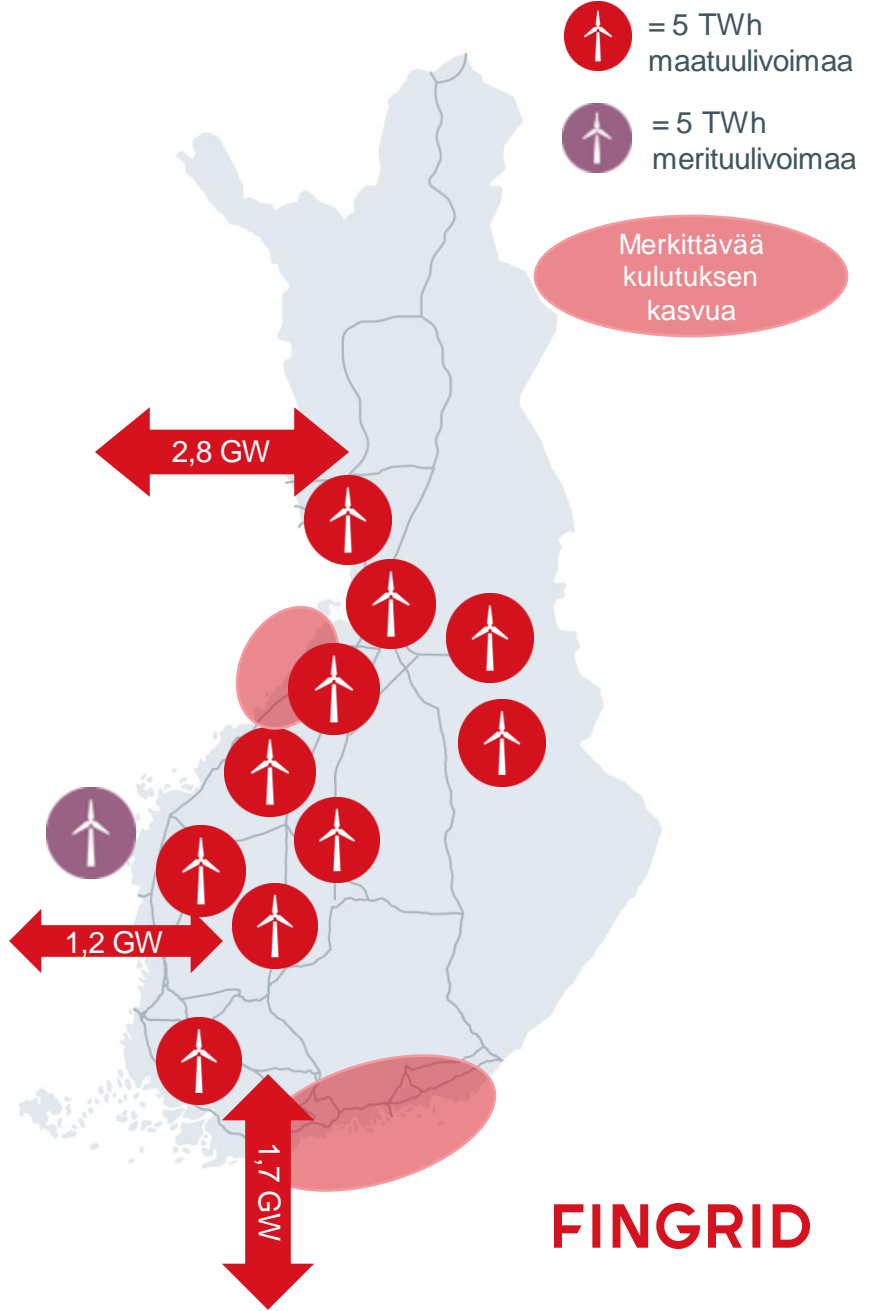
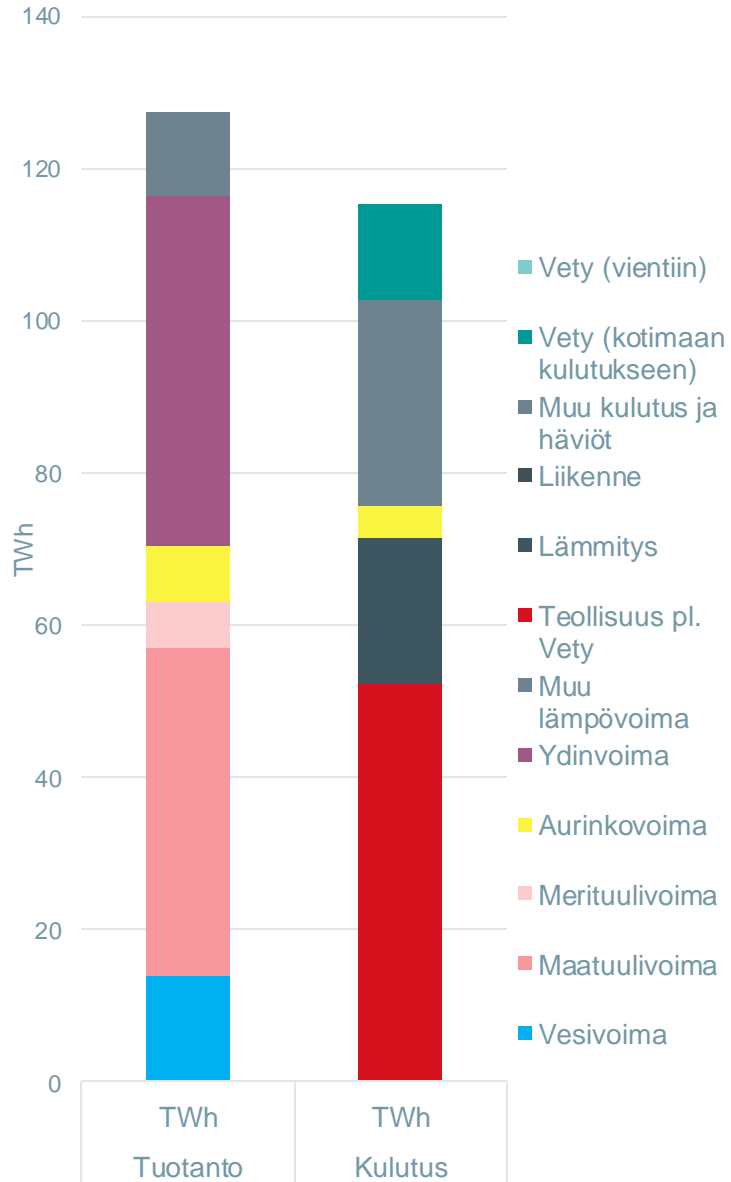


# Voimaa läheltä 2035

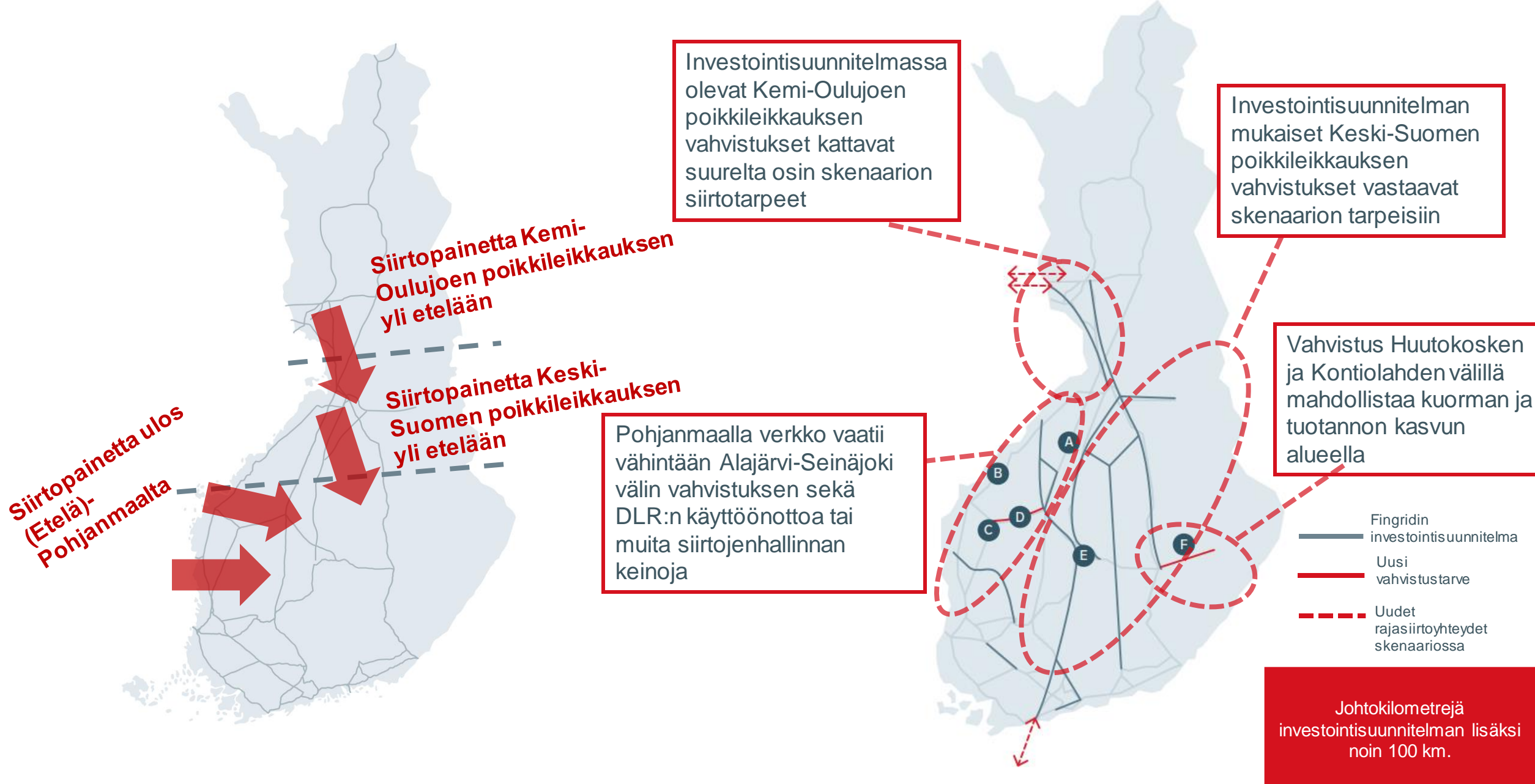


## VOIMAA LÄHELTÄ

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



# Voimaa läheltä siirrot ja verkonvahvistustarpeet



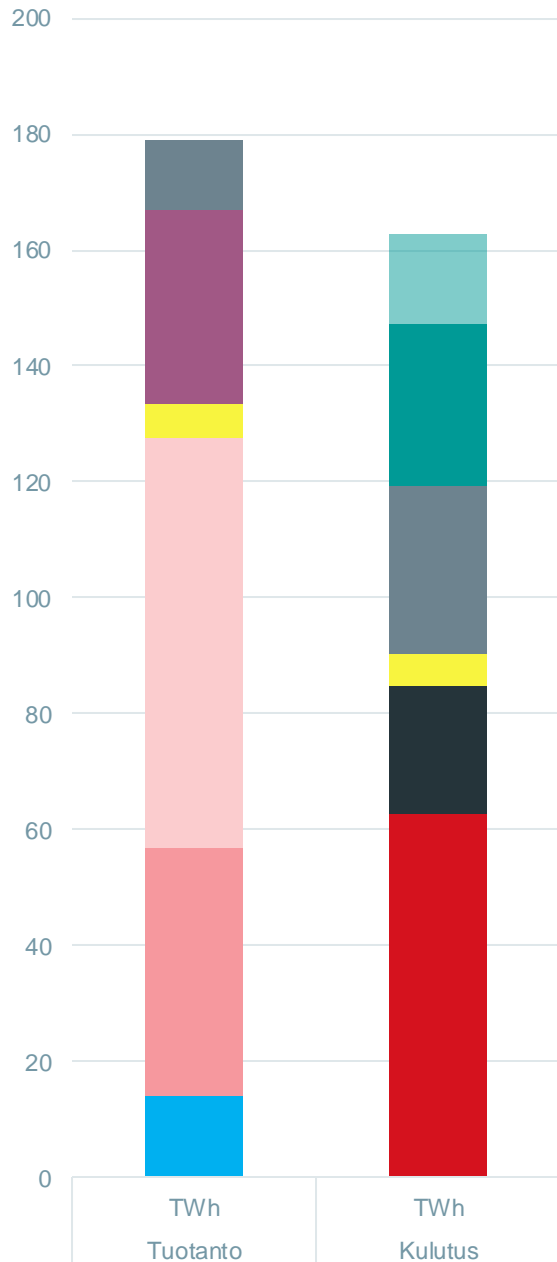


# Merellä tuulee 2035

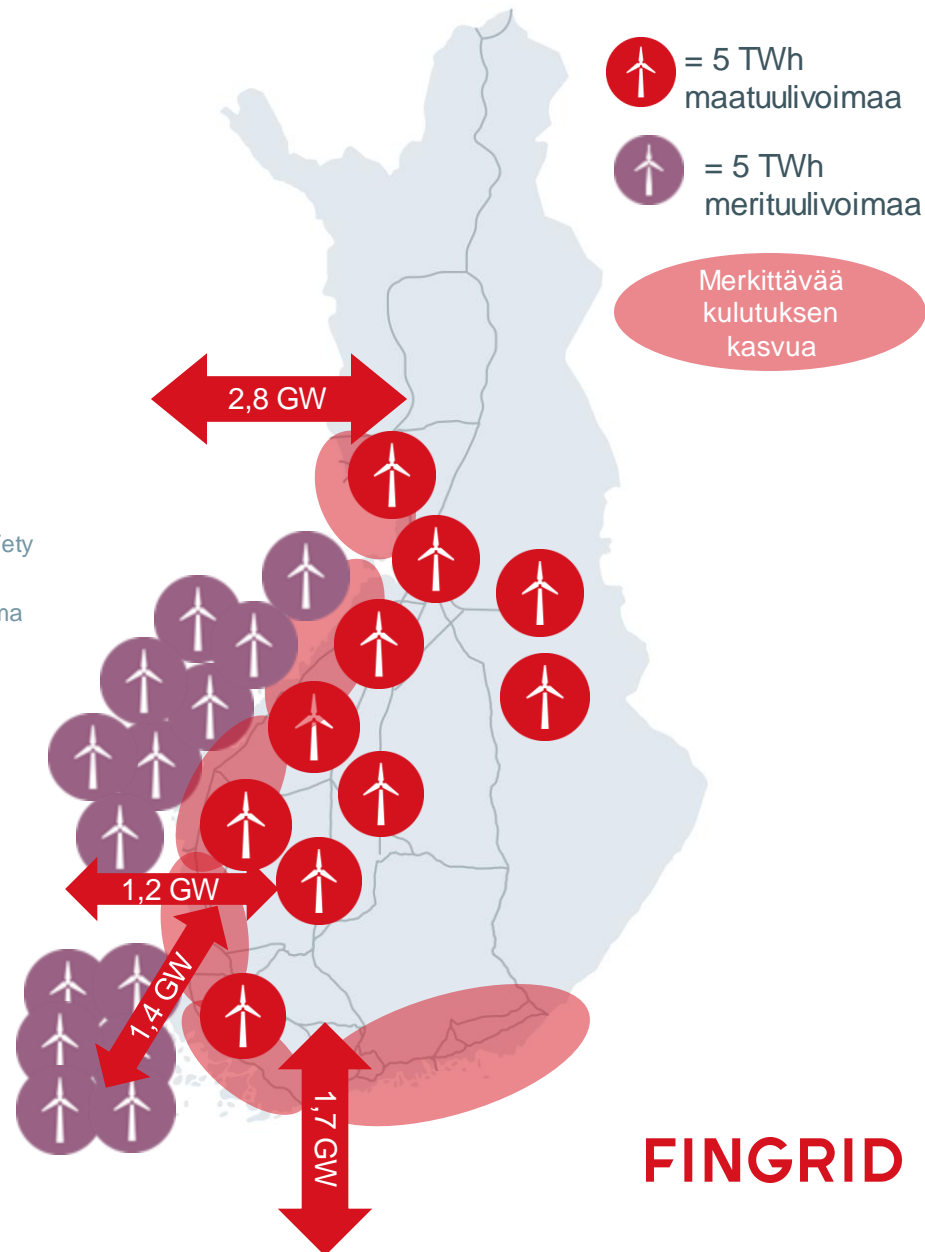


MERELLÄ TUULEE

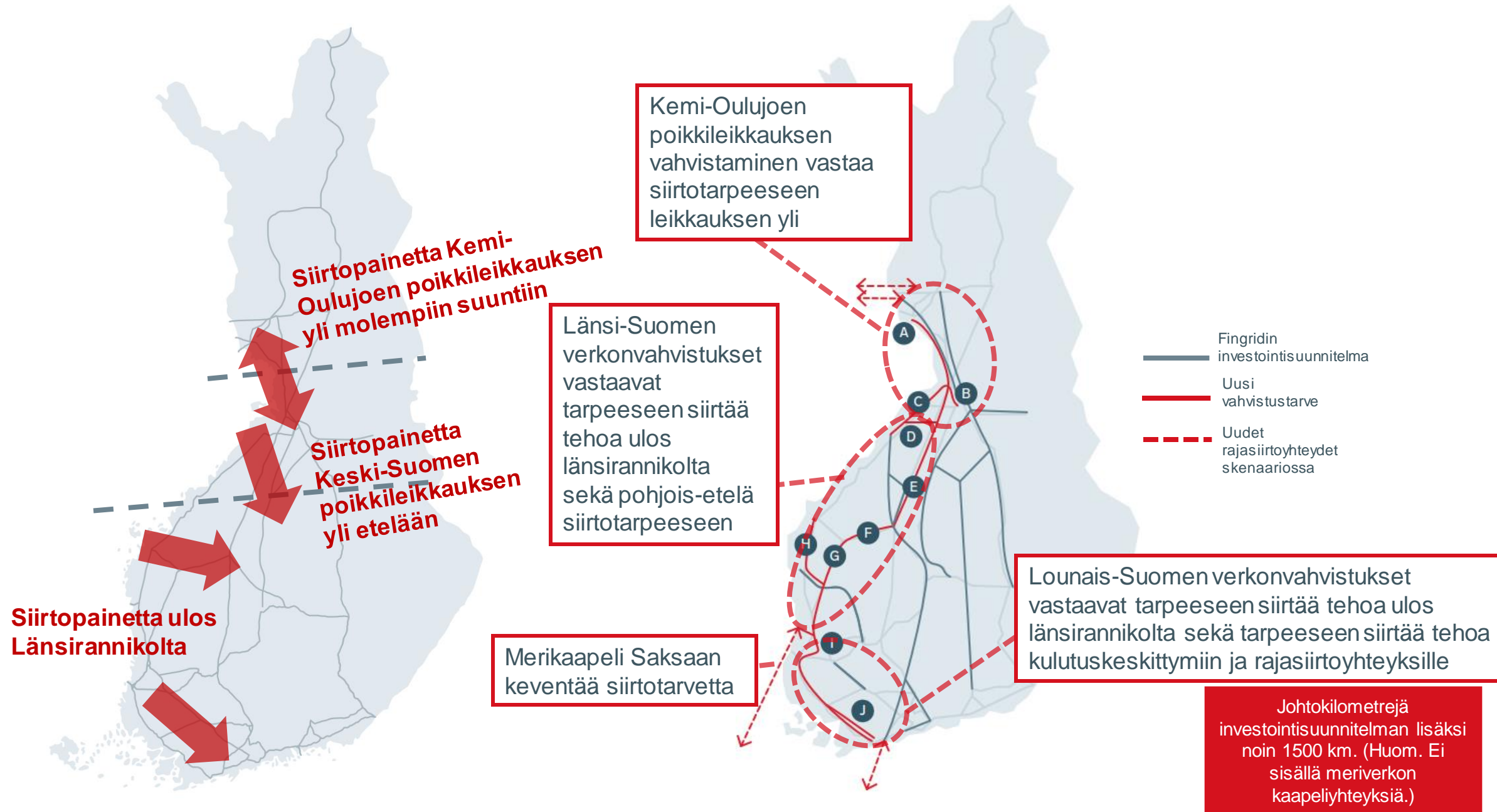
- Sähkön kulutus kasvaa kun fossiilisia polttoaineita korvataan sähköllä ja sähköstä tehdyillä polttoaineilla.
- Merituulivoima hallitseva tuotantomuoto.
- Sähkön tuotanto painottuu entistä vahvemmin länsirannikolle, mikä haastaa sähkön siirron länsirannikolta kulutuskeskittymiin.



- Vety (vientiin)
- Vety (kotimaan kulutukseen)
- Muu kulutus ja häviöt
- Liikenne
- Lämmitys
- Teollisuus pl. Vety
- Muu lämpövoima
- Ydinvoima
- Aurinkovoima
- Merituulivoima
- Maatuulivoima
- Vesivoima



# Merellä tuulee siirrot ja verkonvahvistustarpeet

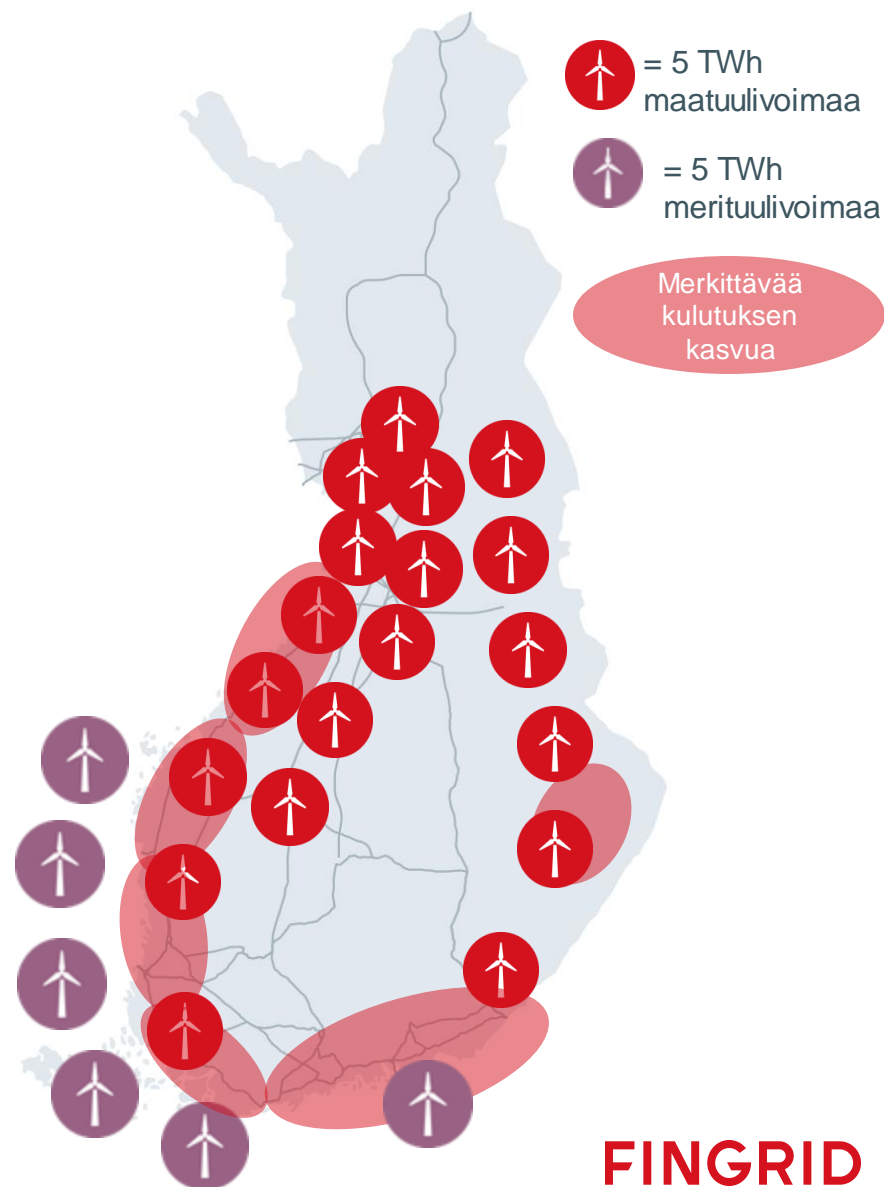
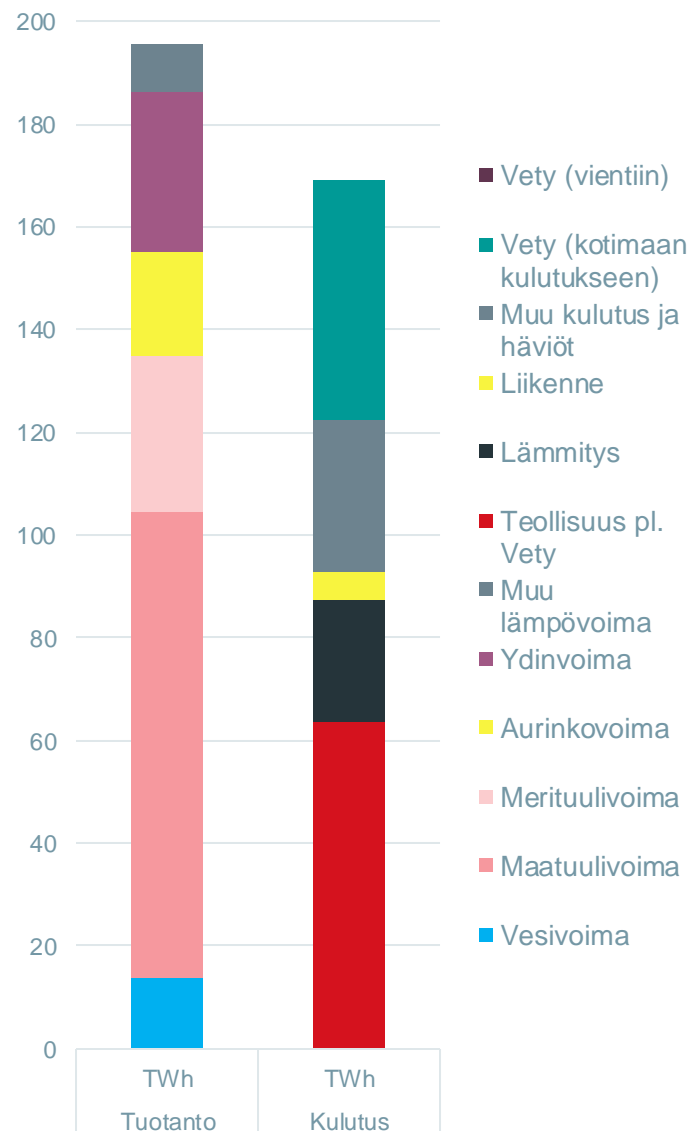




# Sähköä tuotteiksi 2035

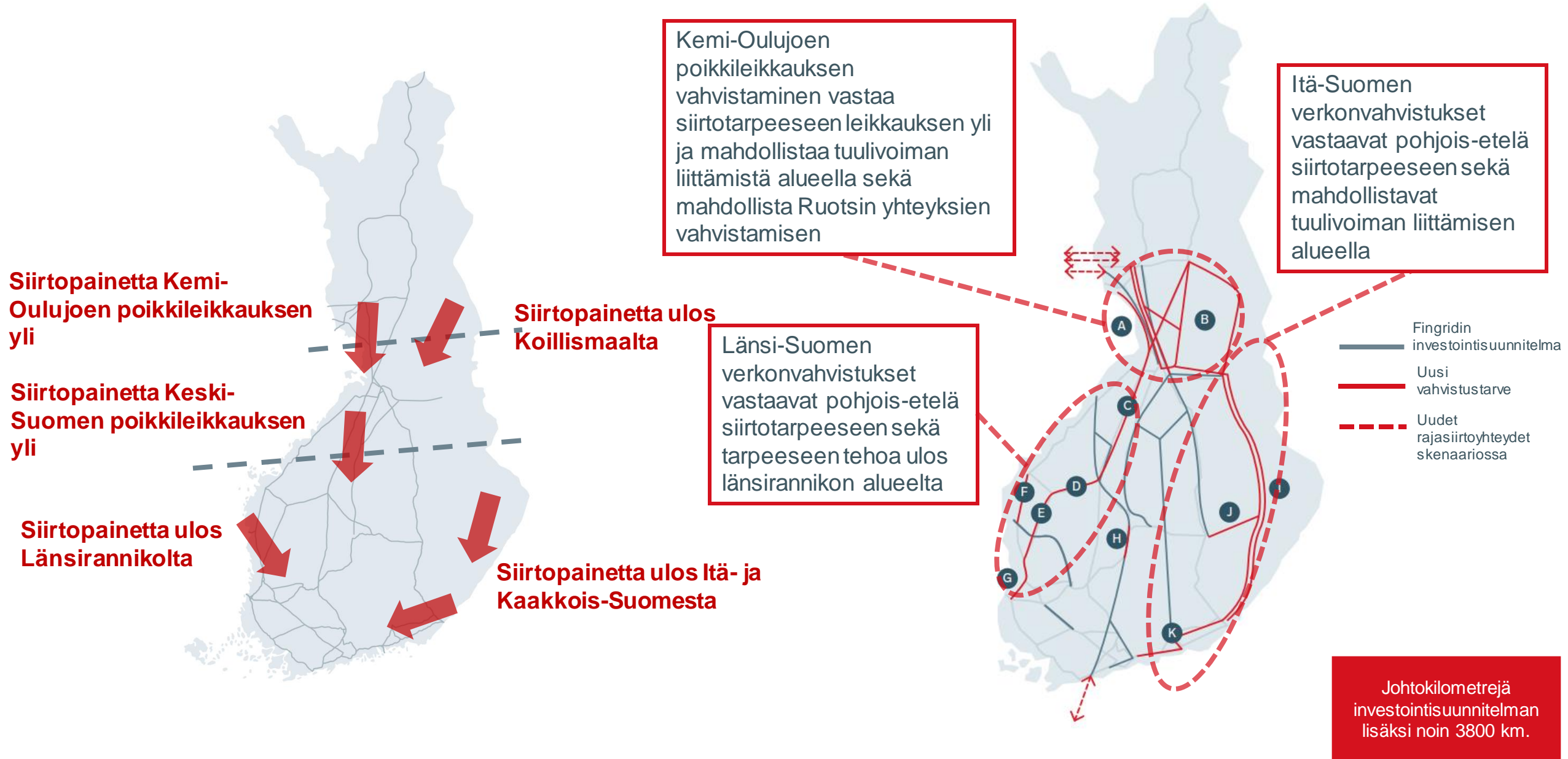


- Suomi kehittyväksi merkittäväksi P2X-tuotteiden viejämaaksi.
- Tuuli- ja aurinkovoima kasvavat merkittävästi.
- P2X-prosessien tarvitsema vety tuotetaan lähellä kulutuskohteita, eikä keskitettyä vetyvarastointia tai -verkkoa synny. Tämä kasvattaa sähköverkon vahvistustarpeita ja lisää tarvetta sähköjärjestelmän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



**FINGRID**

# Sähköä tuotteiksi siirrot ja verkonvahvistustarpeet

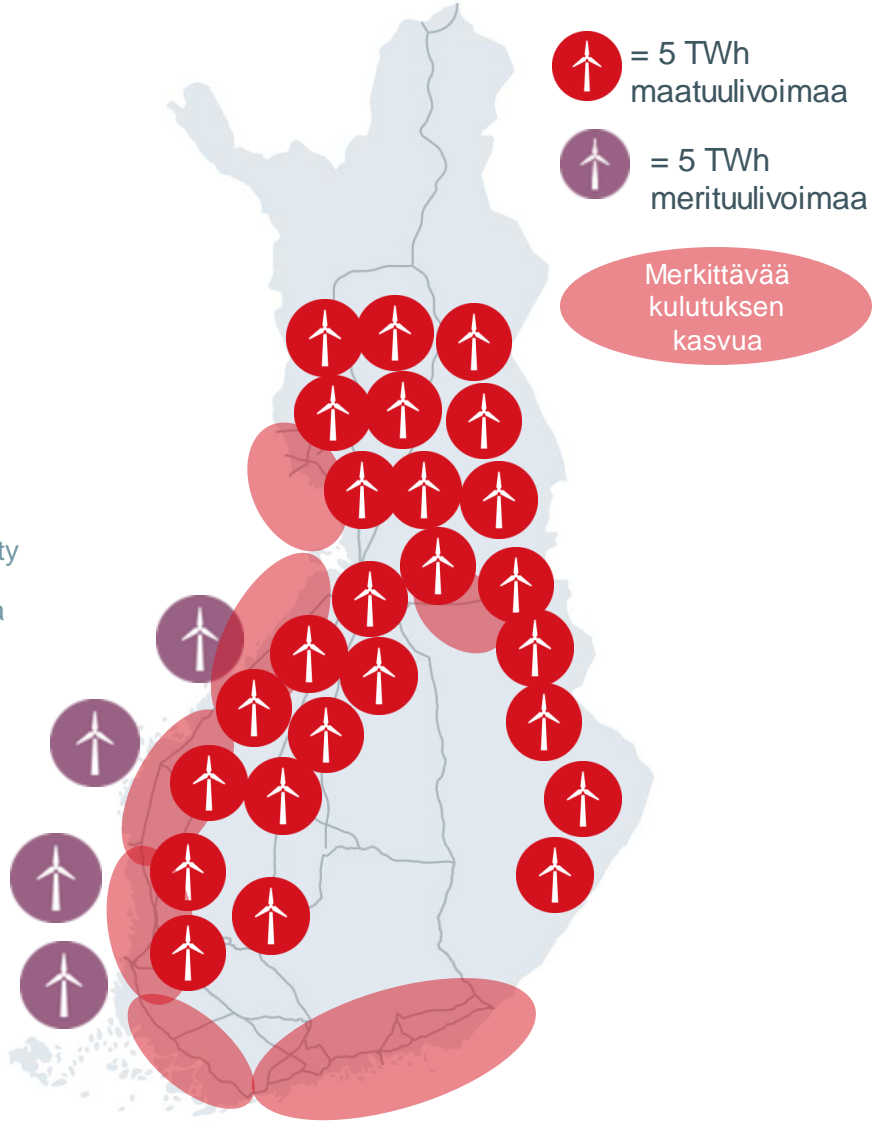
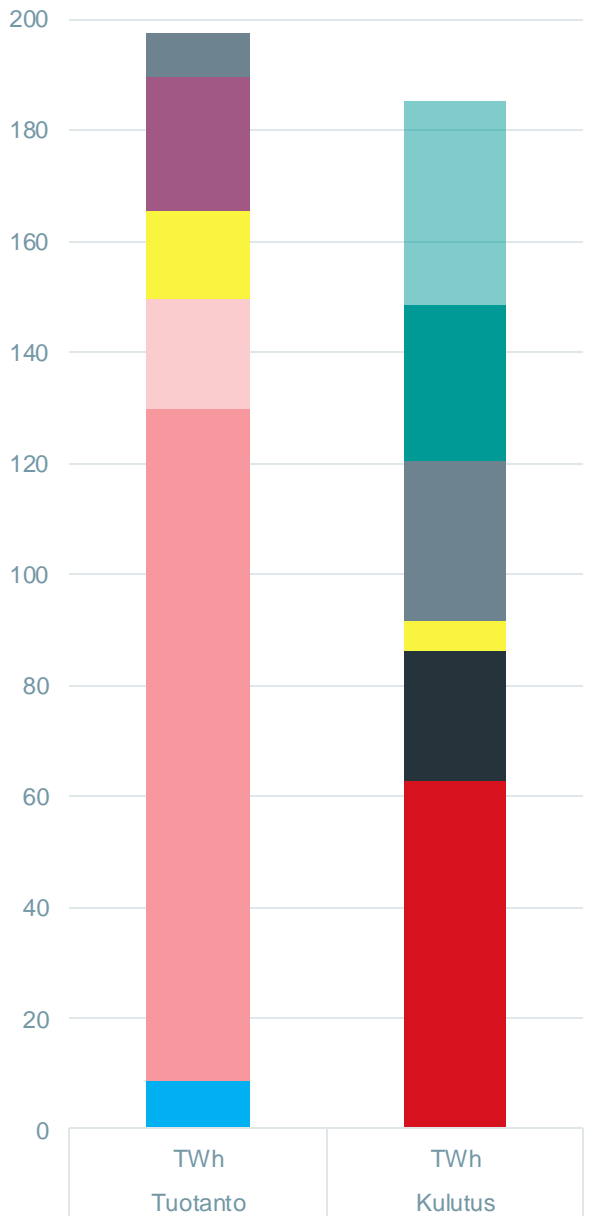




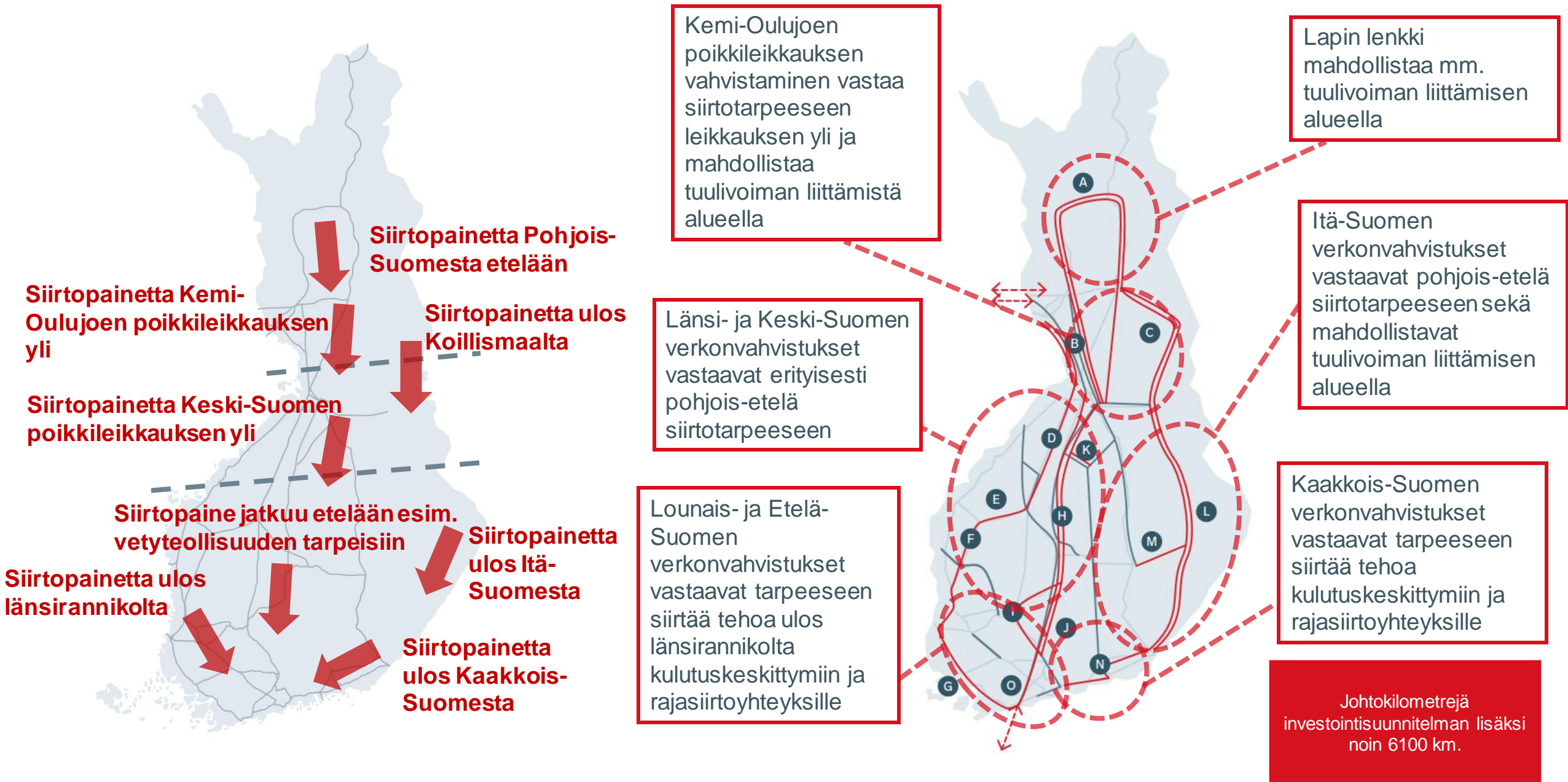
# Tuulella vetyä 2035



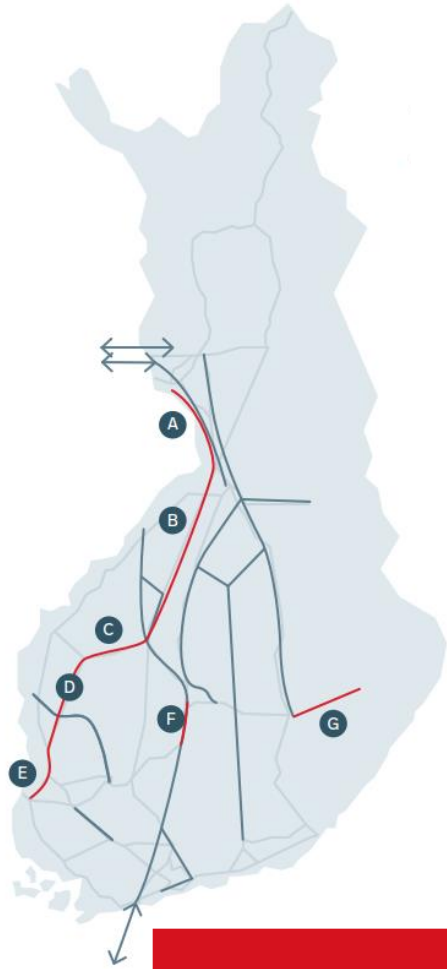
- Vedyn tuotanto kasvaa Suomessa, ja Suomi kehittyy vedyin viejämaaksi.
- Vetyjärjestelmä toimii energiavarastona, mikä mahdollistaa erittäin suuren maatuulivoiman tuotannon. Samalla perinteisen sähköntuotannon määrä supistuu voimakkaasti.
- Voimakkaasti muuttuva tuotanto- ja kulusrakenne haastaa sähköjärjestelmän teknisten toimivuuden ja näkyy erittäin suurena pohjois-eteläsuuntaisena energiansiirtotarpeena.



# Tuulella vetyä siirrot ja verkonvahvistustarpeet

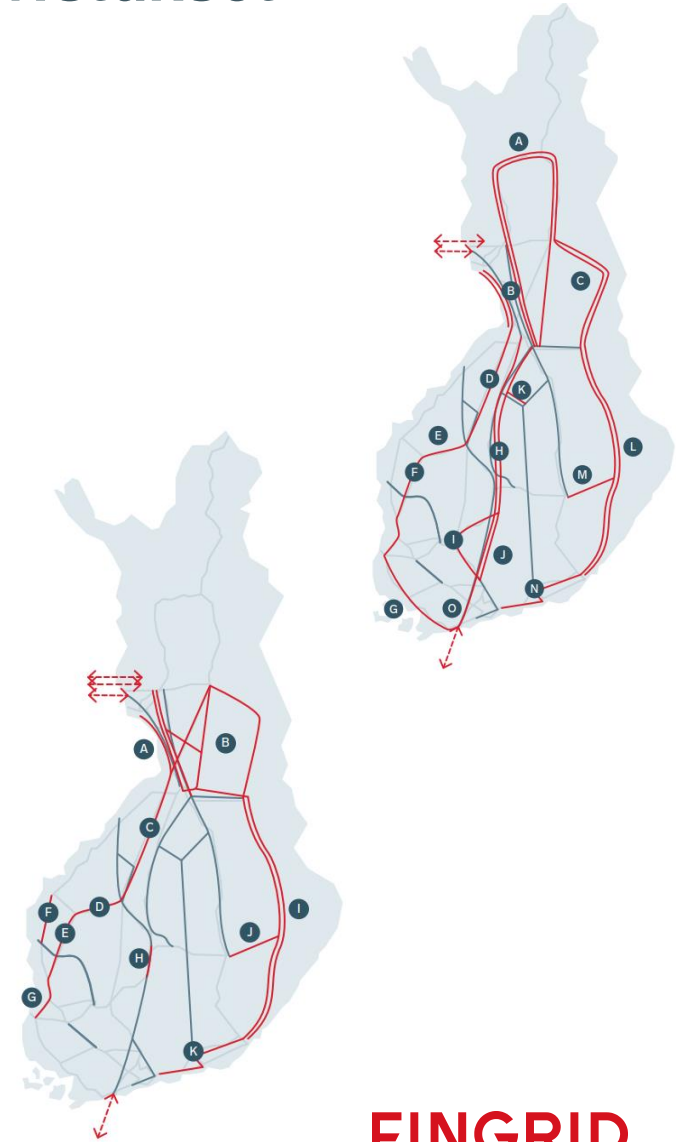
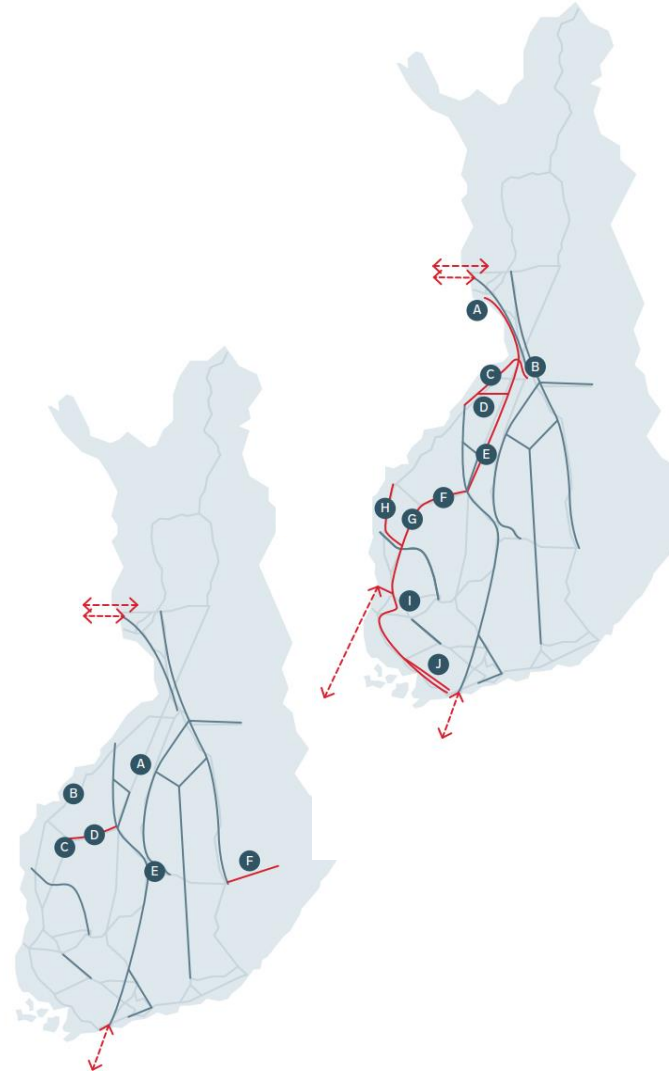


# Useammassa skenaariossa havaitut verkonvahvistustarpeet



Johtokilometrejä  
investointisuunnitelman  
lisäksi hieman alle 1000 km.

# Kehityskulusta riippuen tarvittavat vahvistukset



**FINGRID**



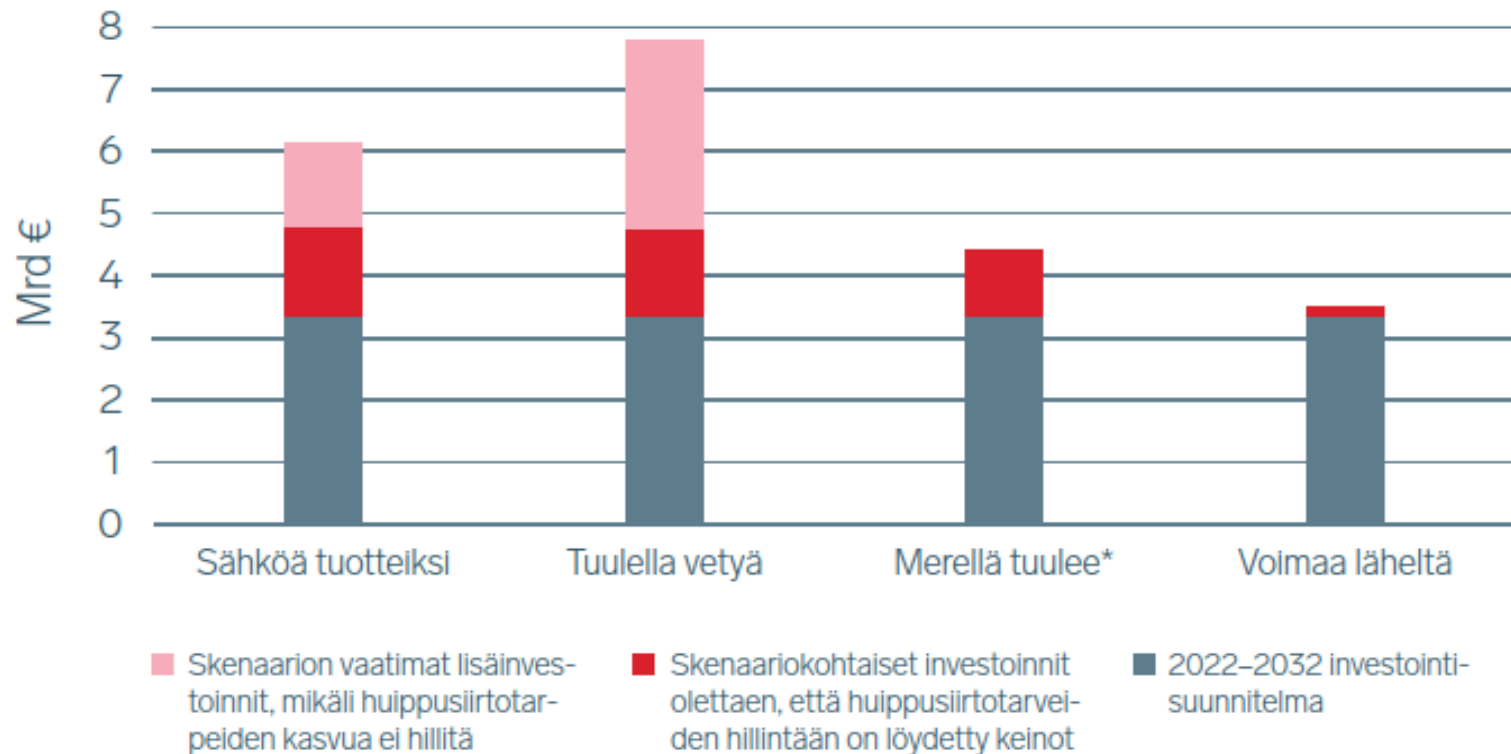
# Uudet rajasiirtoyhteydet

- **Ruotsi**
  - Aurora line 1 rakentaminen käynnissä. Valmistuu 2025.
  - Aurora line 2 (FI-SE1) mukana kaikissa skenaarioissa ja Fingridin investointisuunnitelmassa. Yhteisselvitys Svenska kraftnätin kanssa käynnissä.
- **Viro** – Estlink 3 mukana kaikissa skenaarioissa.
- Skenaarioissa oletettu nykyinen Norja-Suomi yhteys markkinarajaksi, jonka kapasiteetti on 150 MW.
- Suorat merikaapelit **Keski-Eurooppaan** ovat erittäin kalliita – onko tehokkaampaa mahdollista puhtaan energian vienti vedyn/polttoaineiden muodossa?
  - Tuulella vetyä skenaariossa tarkasteltu energiansiirtoa Keski-Eurooppaan vetynä



# **Skenaarioiden toteutumisen edellytykset**

# Sähköjärjestelmän kasvu lisää verkkoinvestointien tarvetta



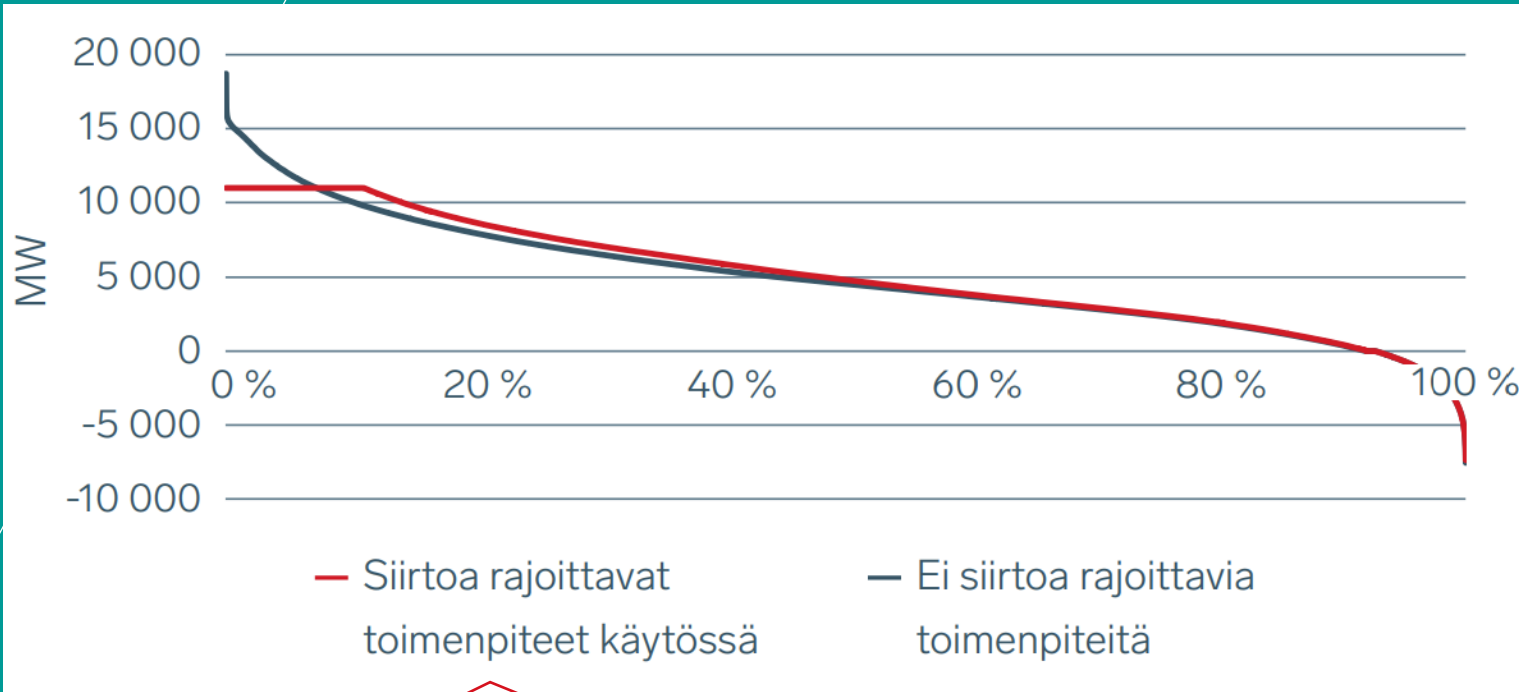
Arvio on suuntaa antava, eikä sisällä 110 kV investointeja vuoden 2032 jälkeiselle ajalle.

\* 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.



# 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

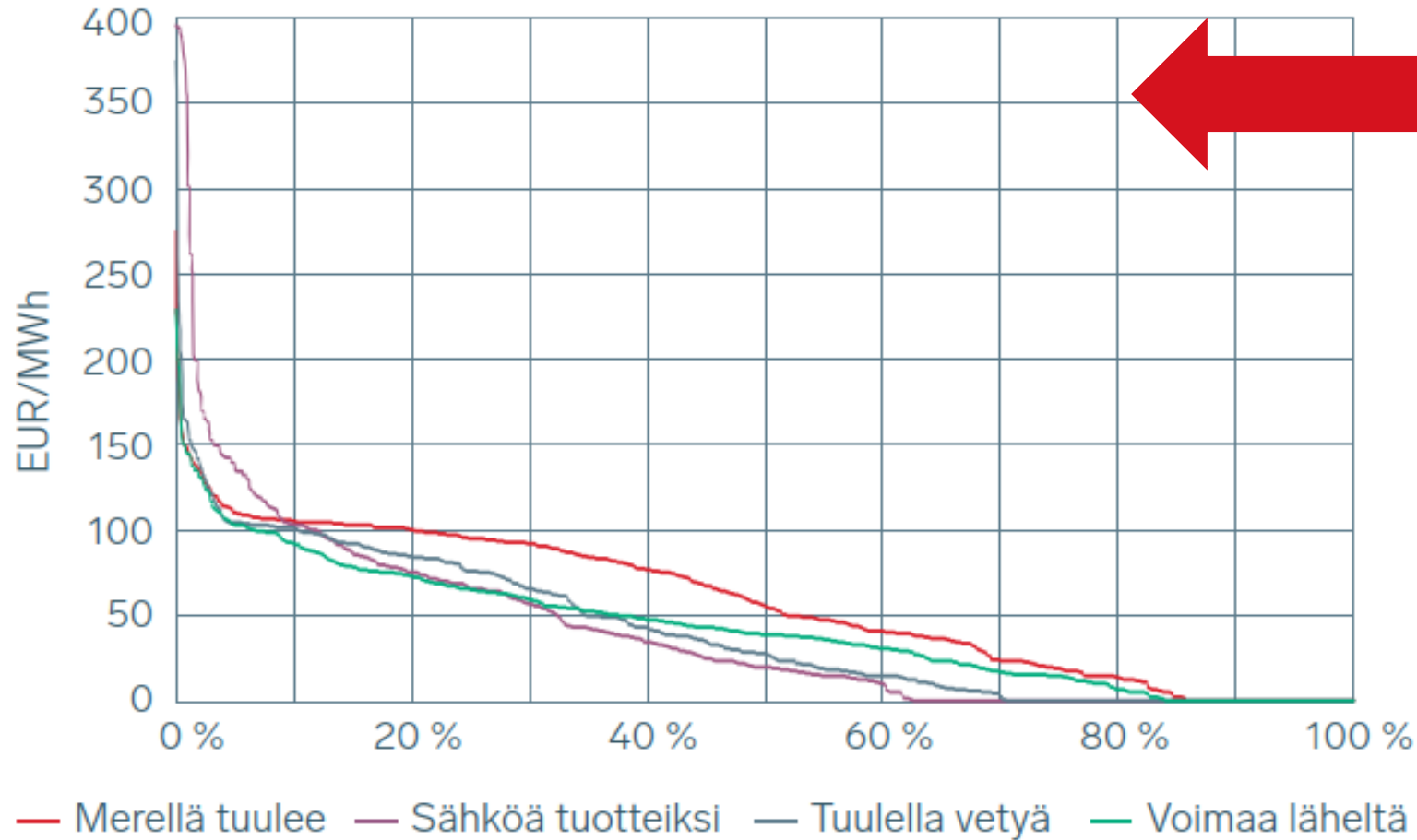
Tuulella vetyä –skenaariossa 11 GW maksimisiirtorajoitus Keski-Suomen poikkileikkauksessa rajoittaisi siirtoa n. 10% ajasta, mutta leikkaisi verkon rakentamistarvetta tuhansilla kilometreillä ja investointikustannuksia miljardeilla euroilla.

# Mitä keinoja verkkoinvestointien lisäksi?

1. Sähköntuotannon tai kulutuksen tilapäinen ohjaaminen alueellisesti eli vastakauppa – tarvittaessa varmistamalla vastakauppakapasiteettia.
2. Sijaintiin perustuvat liittämis- tai kantaverkkomaksut
  - Tuotannon ja kulutuksen yhteissijoittumiseen kannustaminen.
  - Kannustimet tuotannon ja kulutuksen optimoimiseen verkon rajoitukset huomioiden.
3. Tarjousaluejakoa tarkasteltiin Tuulella vetyä skenaariossa – kun siirtokapasiteetti on yleisesti riittävällä tasolla, hintaerotuntien määrä mahdollista pitää vähäisenä.
4. Vetyverkko voi vähentää tehokkaasti sähkön siirtotarvetta huippusiirtotunteina, mutta myös tämä vaatii kannustimen, joka optimoi vedyn tuotannon sekä sähkön ja vedyn siirron.



# Hinnan vaihtelu luo kannusteita energian varastointiin ja joustavuuteen



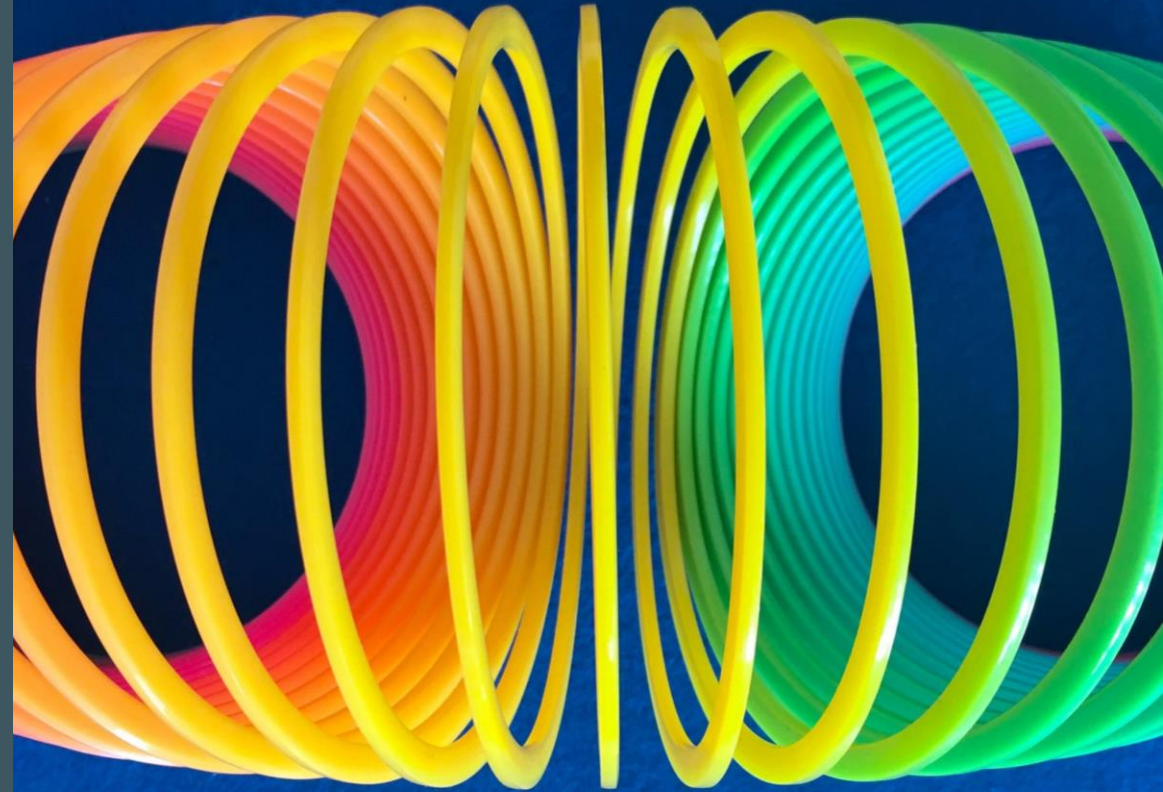
Suomen aluehinnan (simuloitu marginaalikustannus) pysyvyys vuoden 2035 skenaarioissa (mediaani, reaalinen)

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



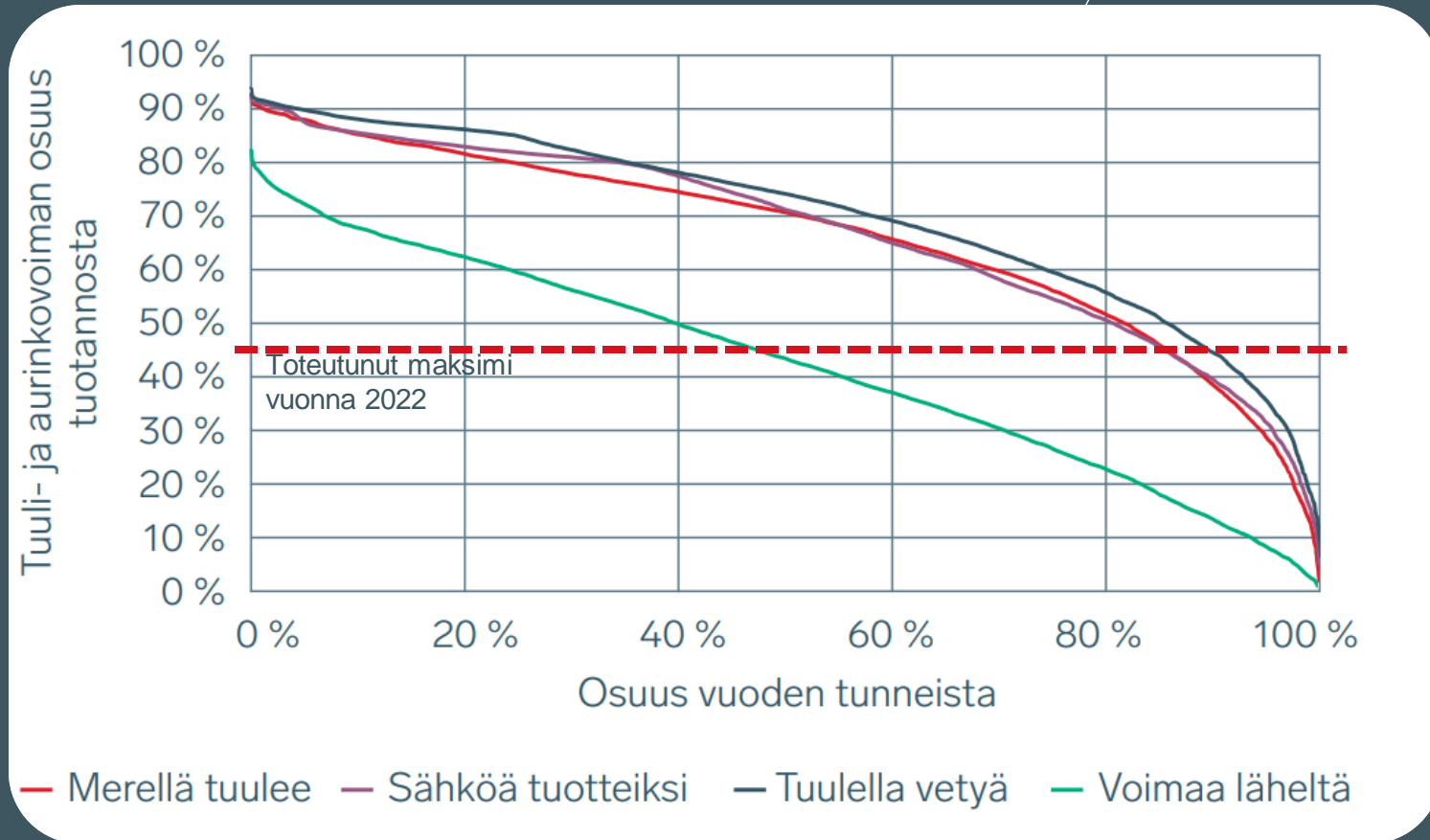
# Joustavuus on keskeinen osa tulevaisuuden järjestelmää

- Skenaarioissa Suomen erityinen kilpailuetu syntyy runsaasti saatavilla olevan sääriippuvan sähköntuotannon hyödyntämisestä.
- Kilpailuedun täysimääräinen hyödyntäminen vaatii joustavuutta erityisesti kulutukselta, jolla on tarve edulliselle sähkölle.
- Hinta ohjaa - markkina valikoi teknologiat, joista jousto saadaan edullisimmin.
- Mikäli tarvittavaa joustoa ei saada aikaan, voi lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä syntyä sähköstä niukkuutta, mikä voi laukaista tarpeen erilaisten kapasiteettimekanismien hyödyntämiselle.
- Kaikki mahdollinen säädettävä tuotanto ja kulutus tarvitaan mukaan myös reservimarkkinoille.

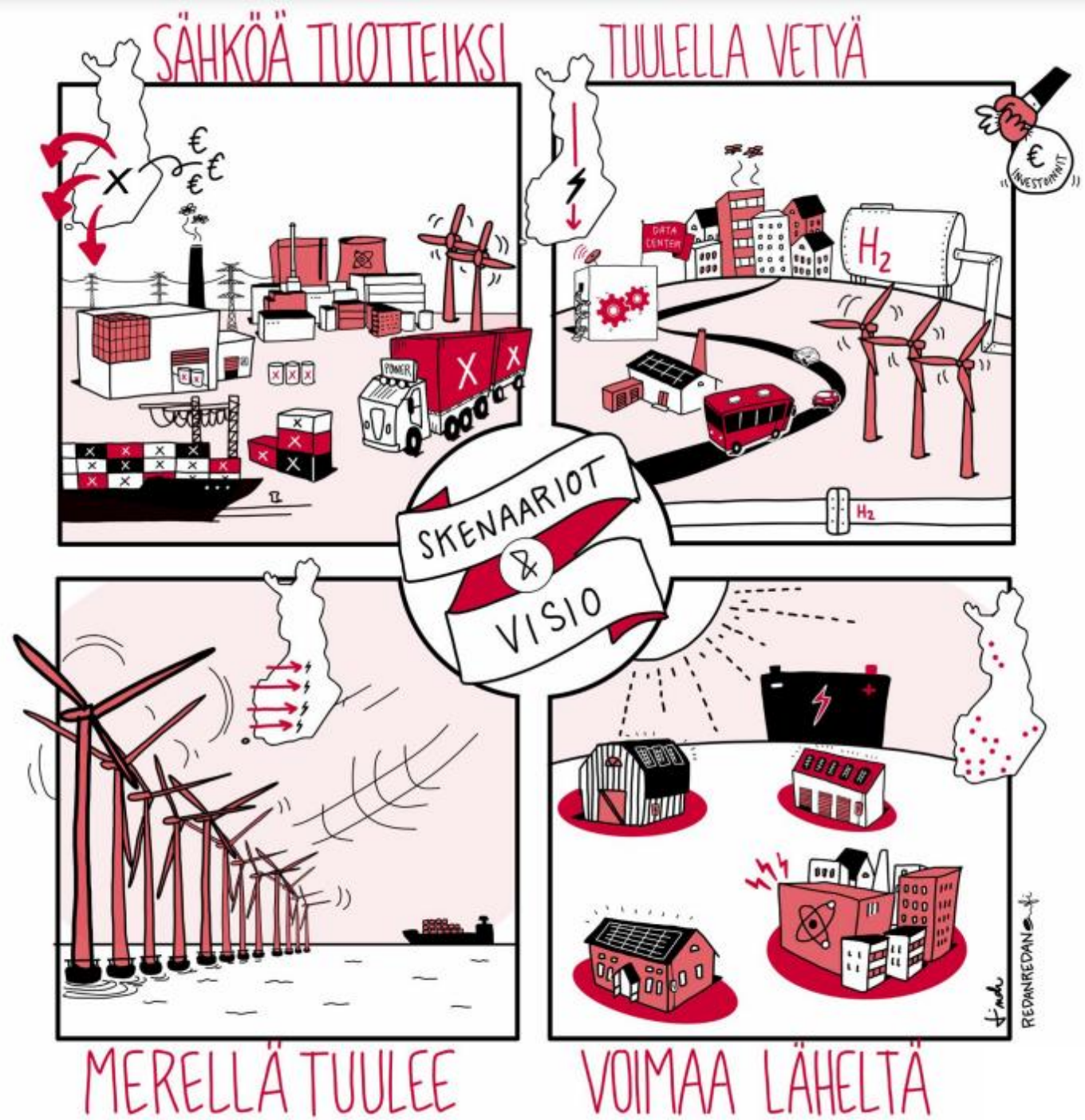


# Suuntaajakytketyn tuotannon ja kulutuksen merkittävä lisääntyminen haastaa voimajärjestelmän teknistä toimintaa

- 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



# Kysymykset ja keskustelu





# Kiitos!

- Vapaamuotoinen palaute järjestelmävisiosta  
[strateginen.verkkosuunnittelu@fingrid.fi](mailto:strateginen.verkkosuunnittelu@fingrid.fi)



FINGRID