

9.8.2021

Jussi Jyrinsalo

Verkkovisio – Fingridin neuvottelukunnan matkakokous, elokuu 2021

FINGRID

Mikä verkkovisio?

- Tavoitteena näkemys kantaverkon kehittämistarpeista ja ratkaisuehdotuksista pitkällä aikavälillä. Tarkastelun pääpaino vuodessa 2035 – vuodelle 2045 tarkasteltu lähinnä siirtotarpeita.
- Tulevaisuutta tarkastellaan skenaarioilla – laadittu ensisijaisesti kantaverkon suunnittelun tarpeisiin pyrkien maksimoimaan siirtotarpeita eri osissa verkkoa. Työn tuloksia on käytetty yhtiön sisällä myös verkon käytön ja sähkömarkkinoiden tulevaisuuden haasteiden määrittämiseen.
- Soveltuvimmat verkkoinvestoinnit tai muut ratkaisut palvelevat useita tai kaikkia skenaarioita.



Skenaariot vs. ennusteet

Skenaariot

Ennusteet

Mitä?

Pääosin laadullisia kuvauksia useista mahdollisista tulevaisuuksista

Pääosin määrällisiä kuvauksia uskottavimmasta tulevaisuudesta

Miksi?

Joustavuus, varautuminen

Suunnittelu, turvallisuus

Kuinka?

Identifioidaan ja arvioidaan tekijöitä. Visualisoidaan mahdolliset skenaariot

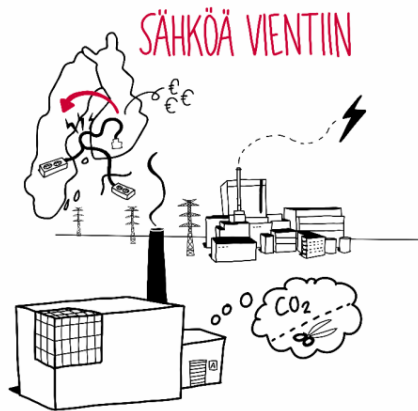
Identifioidaan tekijät ja niiden todennäköinen kehittyminen

Milloin?

Muutos nopeaa, vaikea hallita, monia tekijöitä

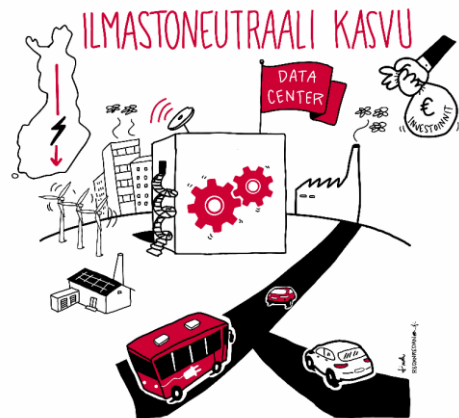
Muutos hidasta, hallittava kokonaisuus, muutama hallittava tekijä

Neljä eri skenaariota



Sähköä vientiin

- Hieman jäljessä Suomen hiilineutraaliustavoitteesta
- Fossiilisia polttoaineita korvataan sähköllä ja sähköstä tehdyillä polttoaineilla, mutta hitaammin kuin muissa skenaarioissa.
- Maatuulivoima ja ydinvoima hallitsevat tuotantomuodot, yhteistuotanto pääosin säilyy
- Sähkön vienti vetää sähkön tuotannon kasvua



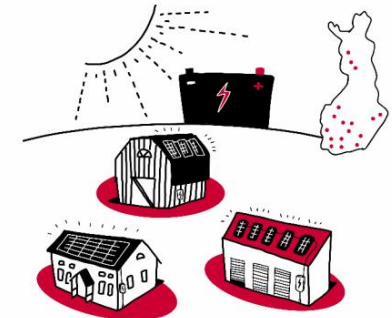
Ilmastoneutraali kasvu

- Suomen hiilineutraaliustavoitteet saavutetaan
- Fossiilisia polttoaineita korvataan sähköllä ja sähköstä tehdyillä polttoaineilla
- Merkittävästi uutta sähköintensiivistä teollisuustuotantoa Suomessa
- Paljon maatuulivoimaa ja maksimaalinen pohjois-eteläsuuntainen sähkönsiirto



Merellä tuulee

- Suomen hiilineutraaliustavoitteet saavutetaan
- Fossiilisia polttoaineita korvataan sähköllä ja sähköstä tehdyillä polttoaineilla
- Merkittävästi uutta sähköintensiivistä teollisuustuotantoa Suomessa
- Paljon merituulivoimaa
- Sähkön tuotanto painottuu entistä vahvemmin länsirannikolle

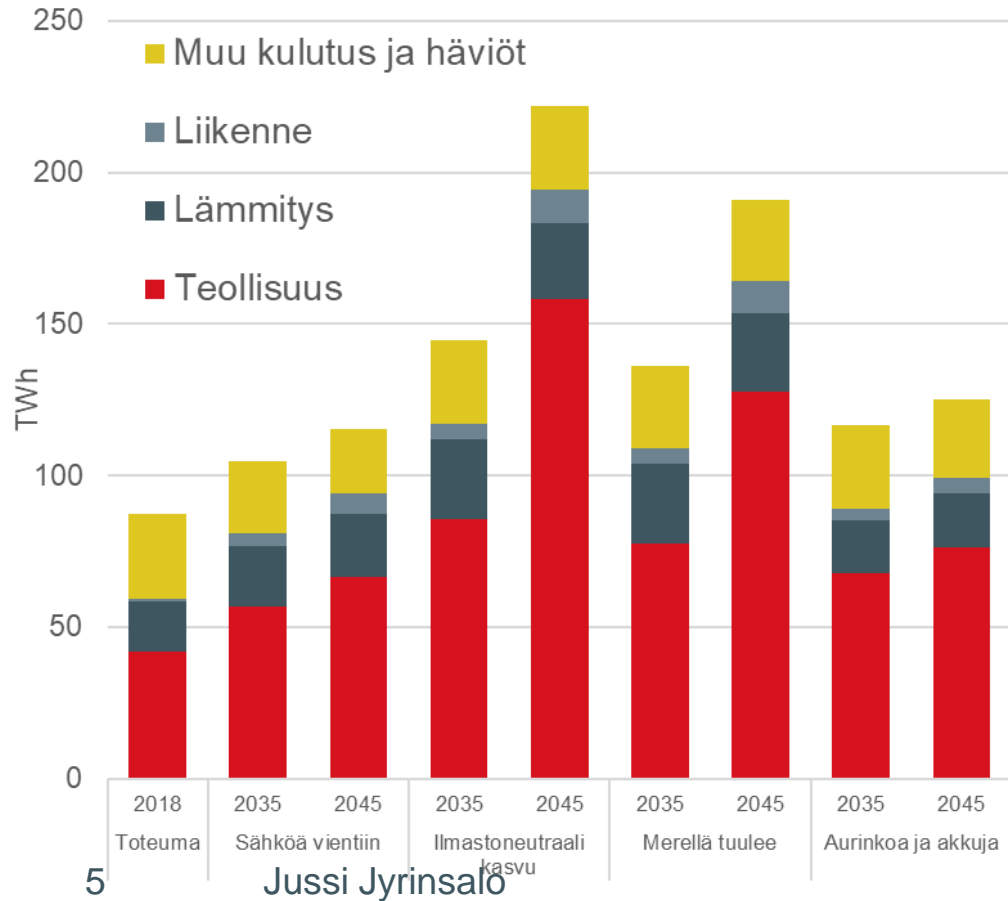


Aurinkoa ja akkuja

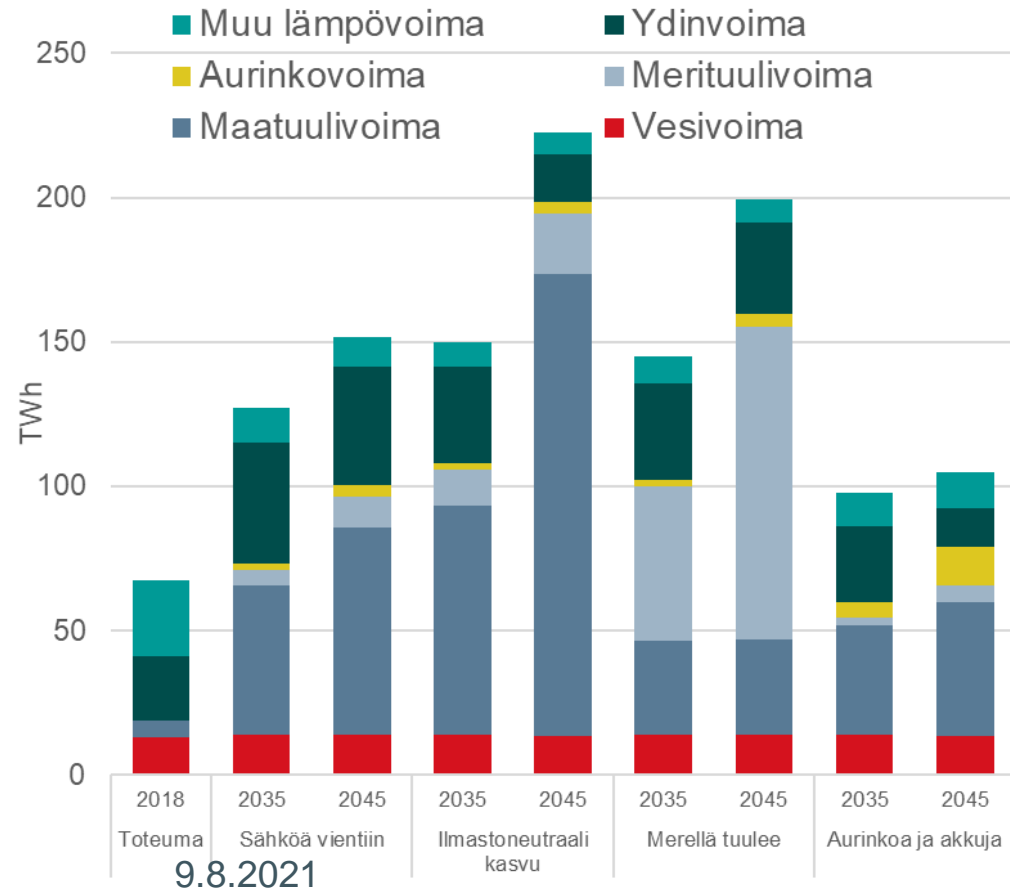
- Suomen hiilineutraaliustavoitteet saavutetaan
- Fossiilisia polttoaineita korvataan sähköllä ja sähköstä tehdyillä polttoaineilla
- Runsaasti jakeluverkkoihin liittyntä hajautettua aurinkosähköä ja akkuvarastoja
- Niukasti perinteistä tuotantoa, vähäinen inertia
- Vuositasolla Suomi säilyy sähkön nettotuojana

Sähkön tuotanto ja kulutus Suomessa eri skenaarioissa

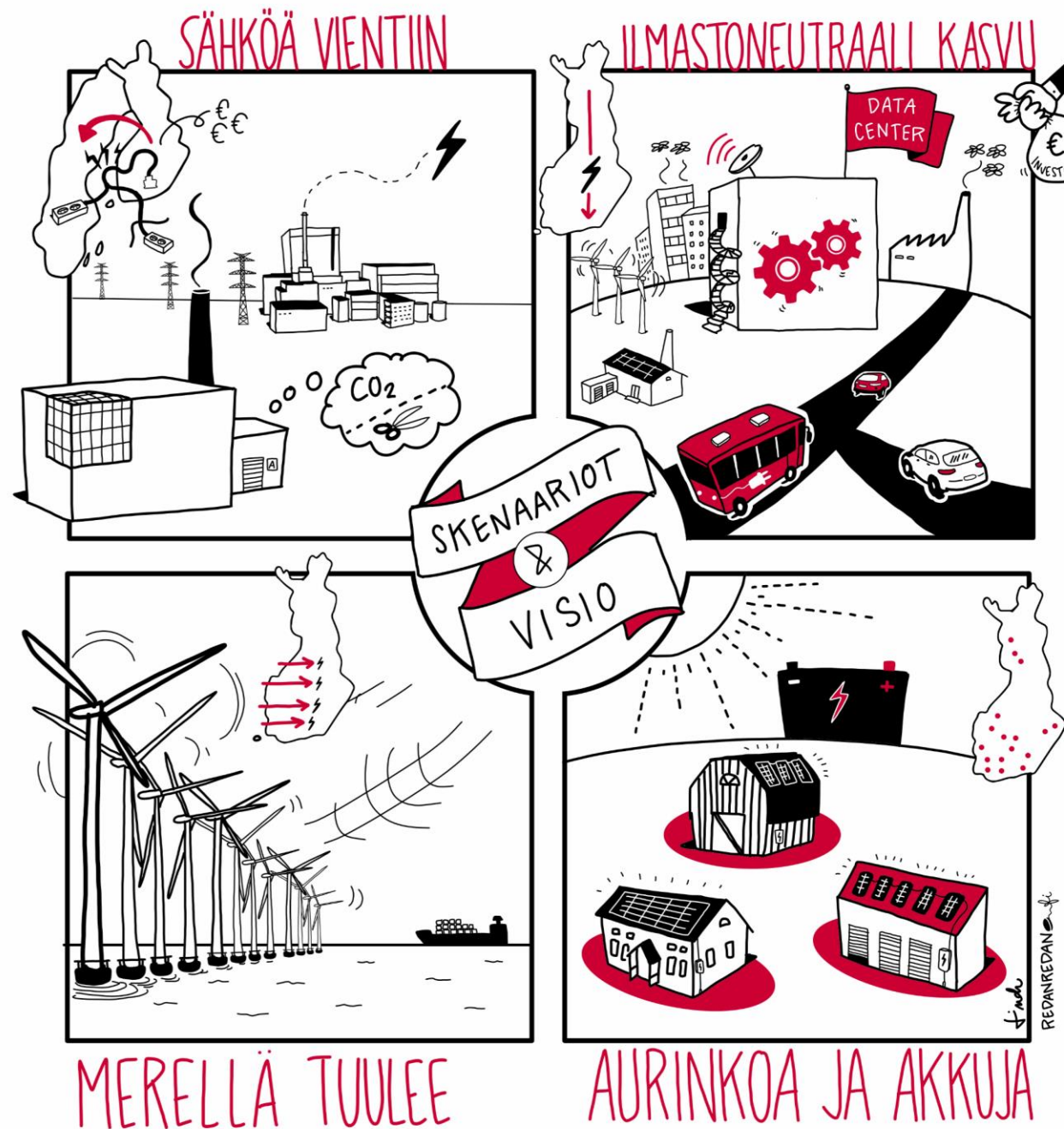
Kulutus



Tuotanto



Siirtotarpeet ja keskeiset verkko- vahvistukset eri skenaarioissa



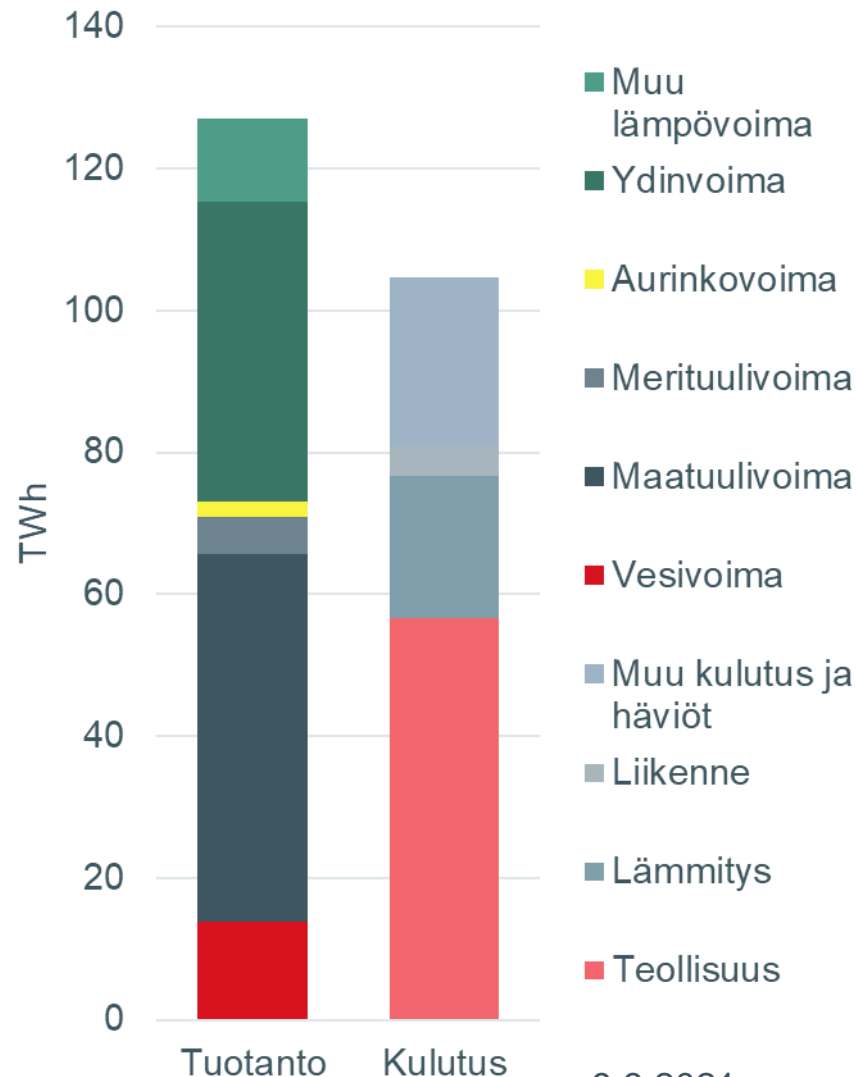
Sähköä vientiin 2035



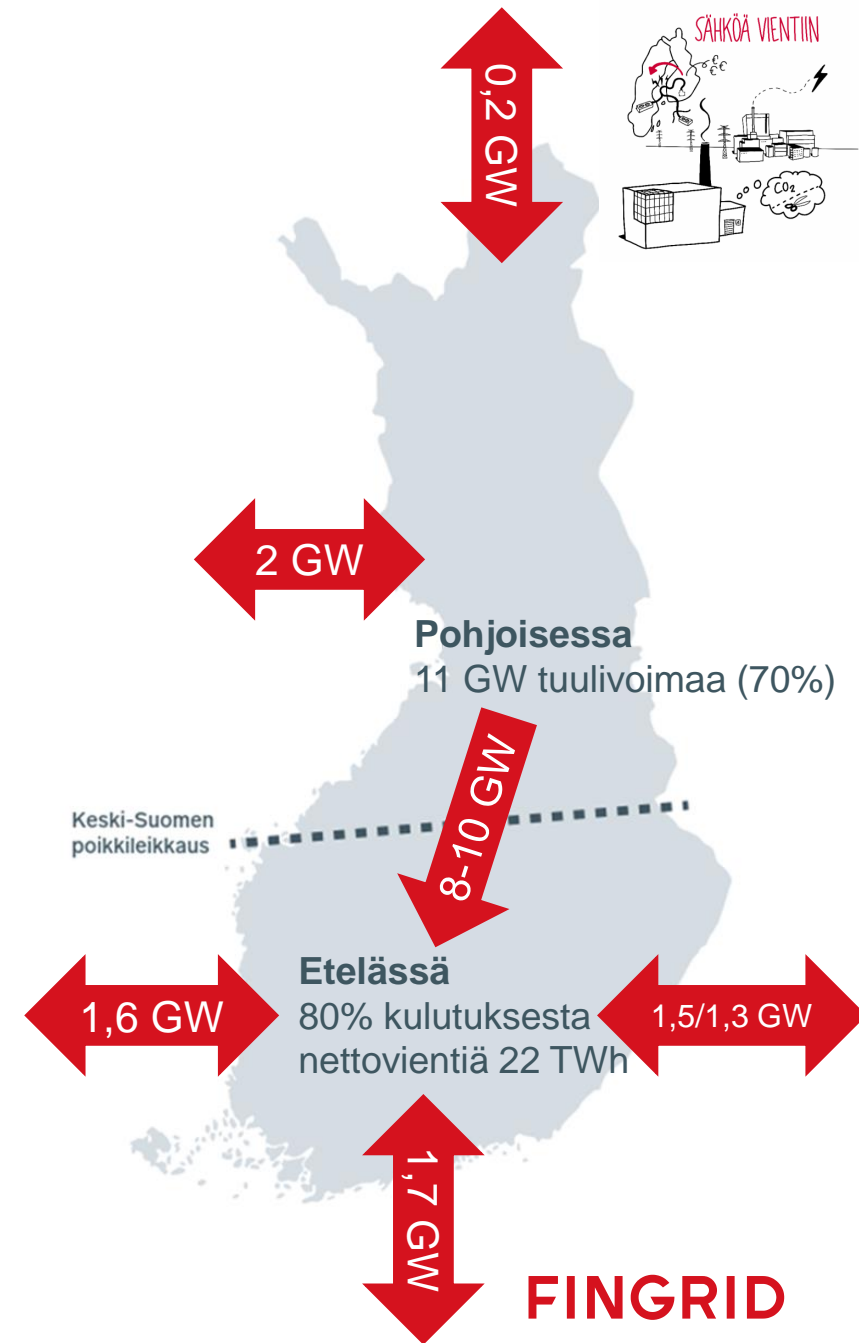
- Hieman jäljessä Suomen hiilineutraaliustavoitteesta
- Fossiilisia polttoaineita korvataan sähköllä ja sähköstä tehdyillä polttoaineilla, mutta hitaammin kuin muissa skenaarioissa.
- Maatuulivoima ja ydinvoima hallitsevat tuotantomuodot, yhteistuotanto pääosin säilyy
- Sähkön vienti vetää sähkön tuotannon kasvua

7

Jussi Jyrinsalo



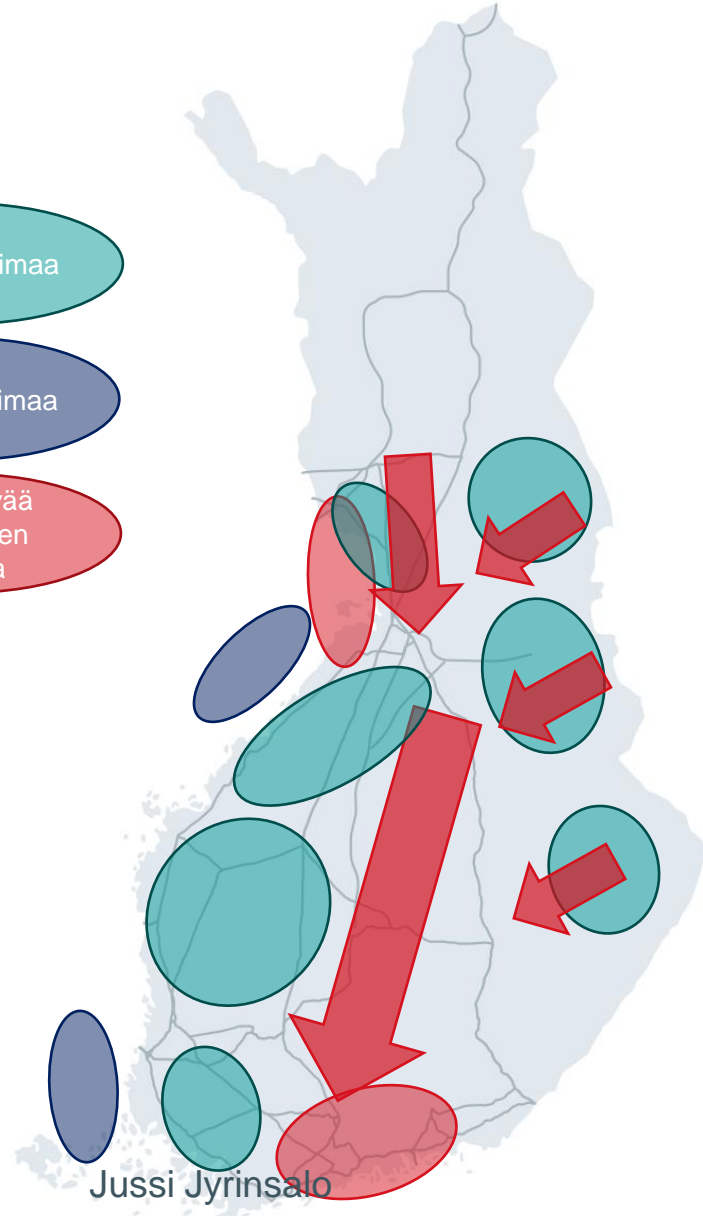
9.8.2021



Sähköä vientiin, investointitarpeet vuonna 2035



- Maatuuivoimaa
- Merituulivoimaa
- Merkittävää kulutuksen kasvua



- Tarvitaan skenaariossa
- Asiakashanke
- Kolmas 400 kV AC -yhdysjohto Ruotsiin
- Mahdollinen uusi rajasiirtoyhteys



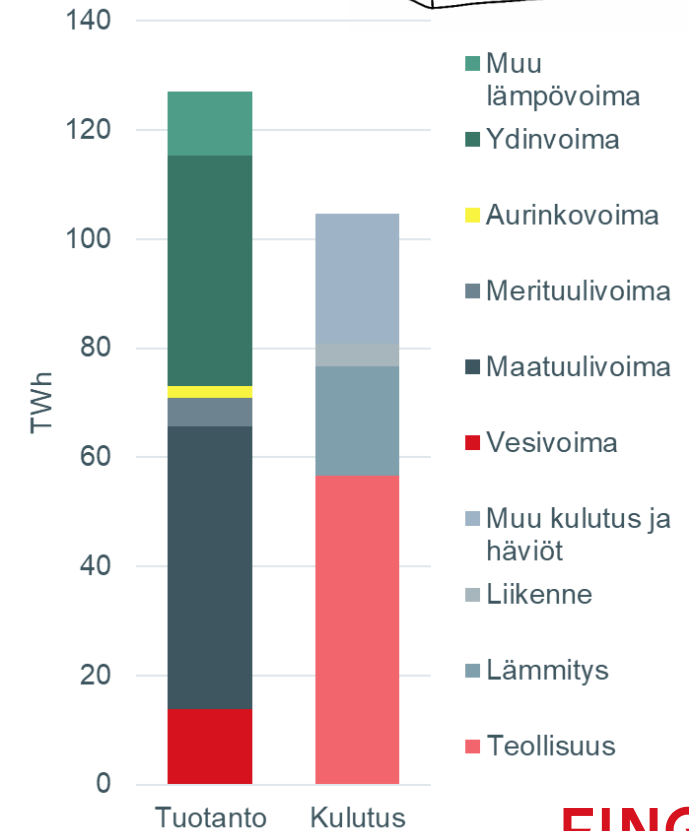
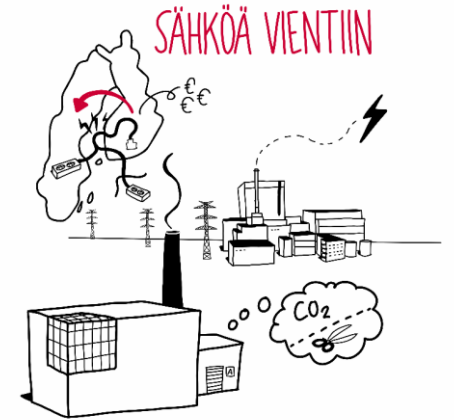
1. Kemi-Oulujoen ja Keski-Suomen poikkileikkauksen ylitse kulkevat johdot vastaavat pohjois-etelä siirtotarpeeseen

2. Itä-Suomen verkkovahvistukset tukevat erityisesti tuulivoiman liittämistä

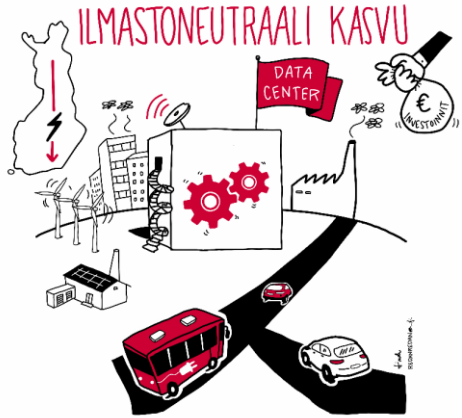
3. Etelä-Suomessa verkon vahvistuksia tarvitaan siirtämään tehoa kulutuskeskittymiin sekä siirtämään tehoa rajasiirtoyhteyksille

Sähköä vientiin – keskustelua

- Onko kyseisen skenaarion tarinassa ja ennusteissa mielestäsi jotain, jota et näe todennäköisenä?
- Mitä erityisiä uhkia ja mahdollisuuksia näet skenaariossa sähkömarkkinan tai oman toimialasi kannalta?
- Mihin Fingridin tulisi erityisesti panostaa kyseisen skenaarion mukaisessa maailmassa?



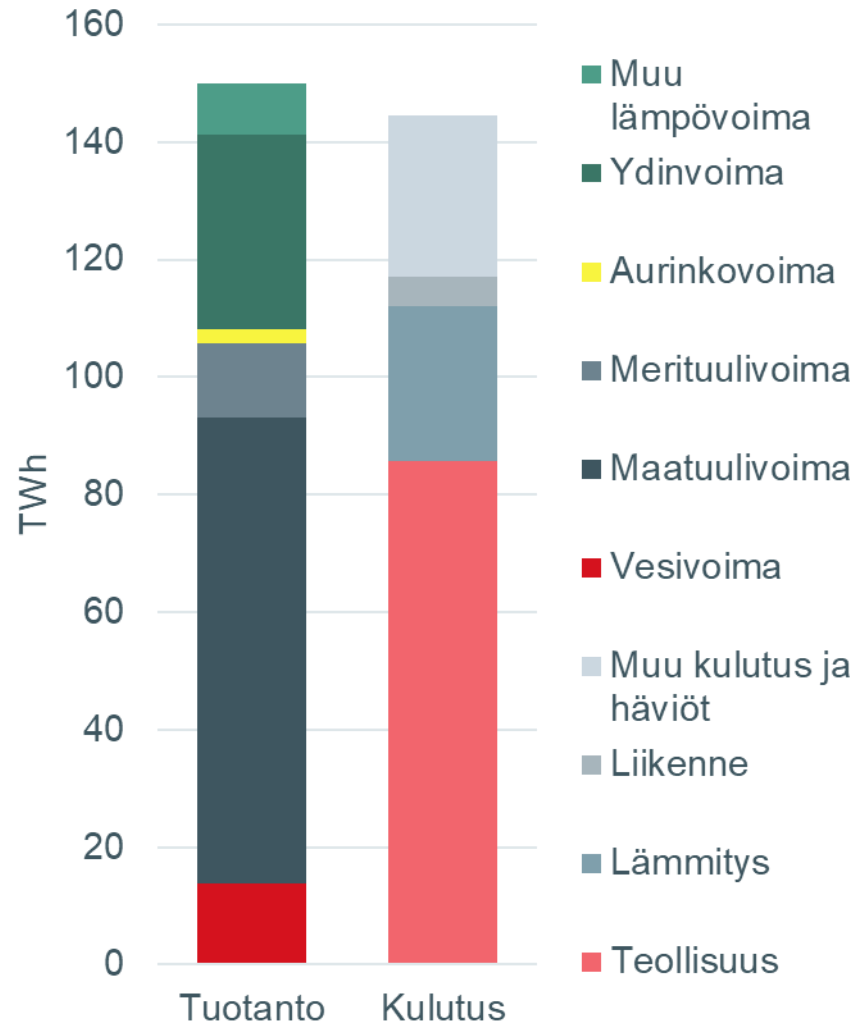
Ilmastoneutraali kasvu 2035



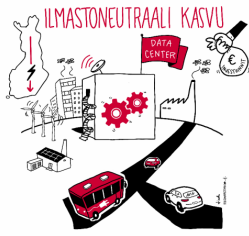
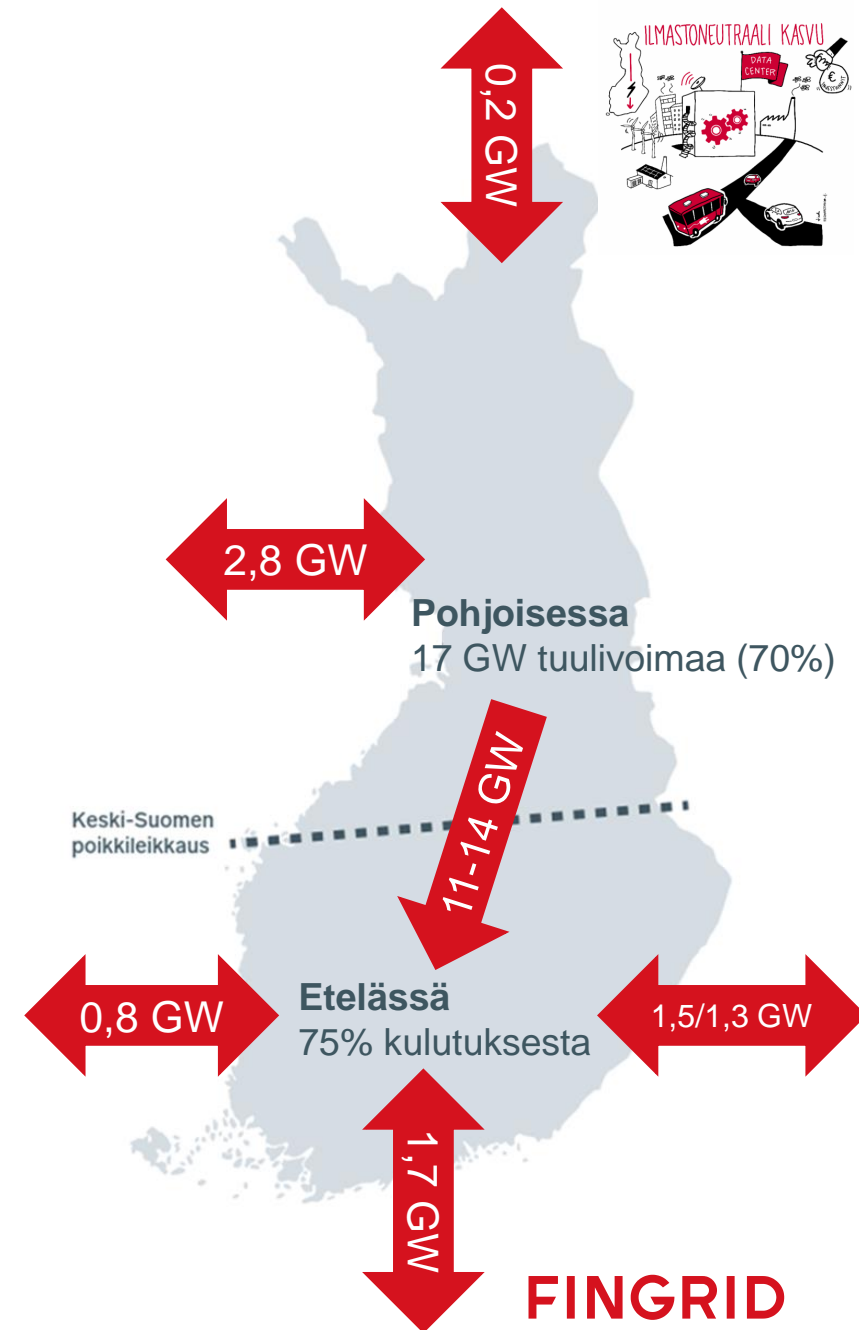
- Suomen hiilineutraaliustavoitteet saavutetaan
- Fossiilisia polttoaineita korvataan sähköllä ja sähköstä tehdyillä polttoaineilla
- Merkittävästi uutta sähköintensiivistä teollisuustuotantoa Suomessa
- Paljon maatuulivoimaa ja maksimaalinen pohjois-eteläsuuntainen sähkönsiirto

10

Jussi Jyrinsalo



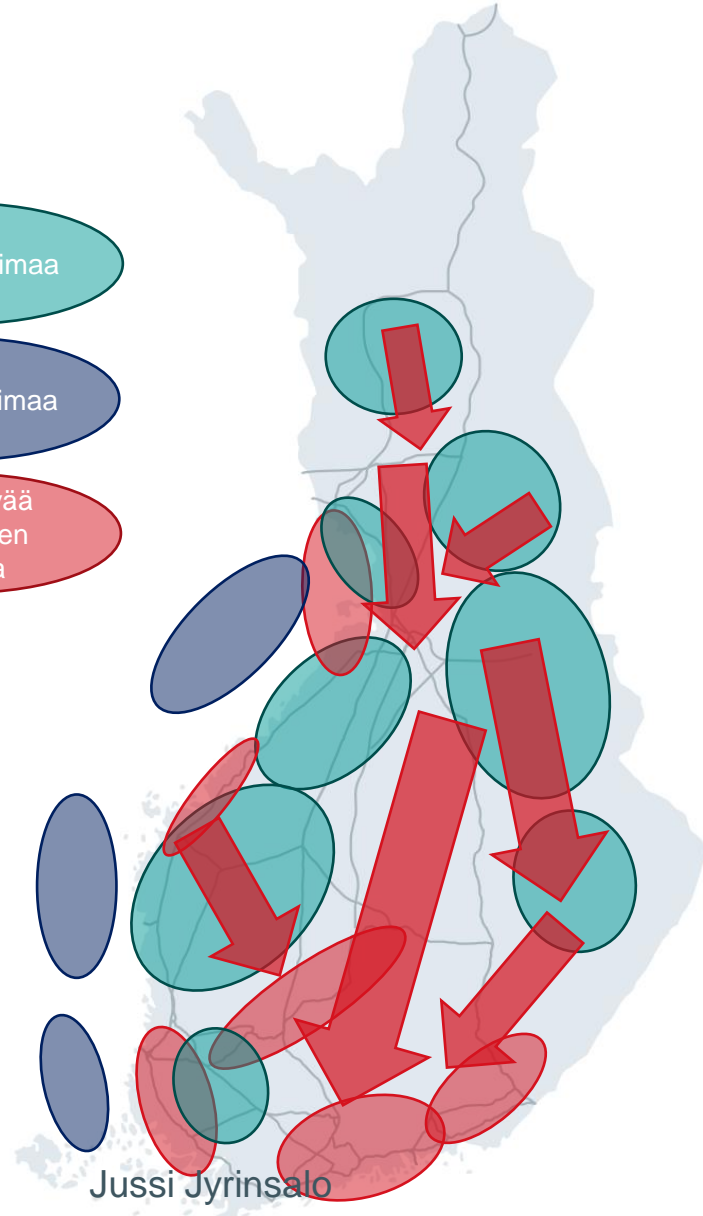
9.8.2021



Ilmastoneutraali kasvu, skenaarion investointitarpeet vuonna 2035



- Maatuulivoimaa
- Merituulivoimaa
- Merkittävää kulutuksen kasvua



Jussi Jyrinsalo

4. Lapin lenkki tuulivoiman liittämiseen

- Tarvitaan skenaariossa
- Asiakashanke
- Kolmas 400 kV AC -yhdysjohto Ruotsiin
- Mahdollinen uusi rajasiirtoyhteys



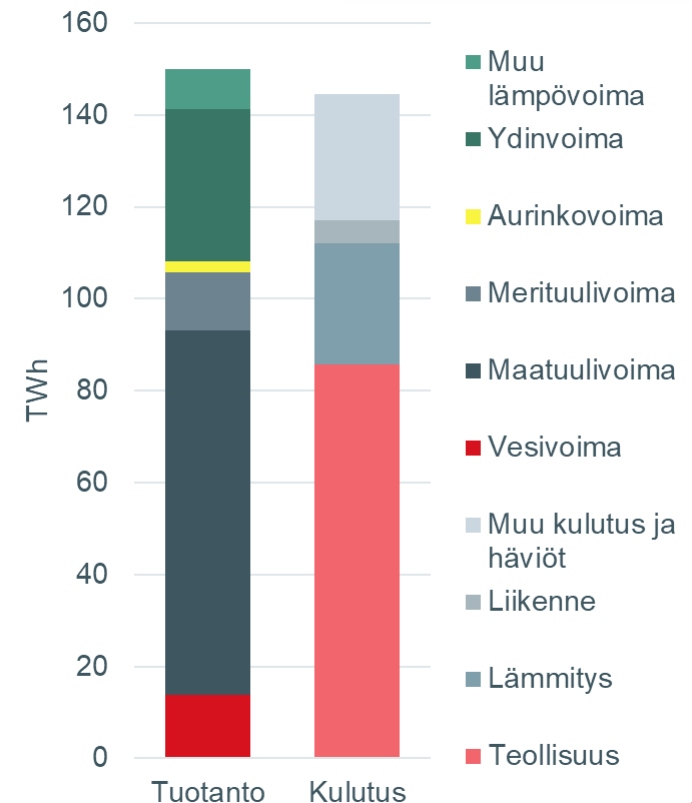
1. Kemi-Oulujoen ja Keski-Suomen poikkileikkauksen ylitse kulkevat johdot vastaavat pohjois-etelä siirtotarpeeseen

2. Itä-Suomen verkkovahvistukset tukevat tuulivoiman liittämistä verkkoon ja toimivat samalla Kemi-Oulujoen ja Keski-Suomen poikkileikkausten johtoina

3. Etelä-Suomessa verkkovahvistuksia tarvitaan siirtämään tehoa kulutuskeskittymiin. Vahvistukset tarvitaan myös siirtämään tehoa rajasiirtoyhteyksille.

Ilmastoneutraali kasvu – keskustelua

- Onko kyseisen skenaarion tarinassa ja ennusteissa mielestäsi jotain, jota et näe todennäköisenä?
- Mitä erityisiä uhkia ja mahdollisuuksia näet skenaariossa sähkömarkkinan tai oman toimialasi kannalta?
- Mihin Fingridin tulisi erityisesti panostaa kyseisen skenaarion mukaisessa maailmassa?



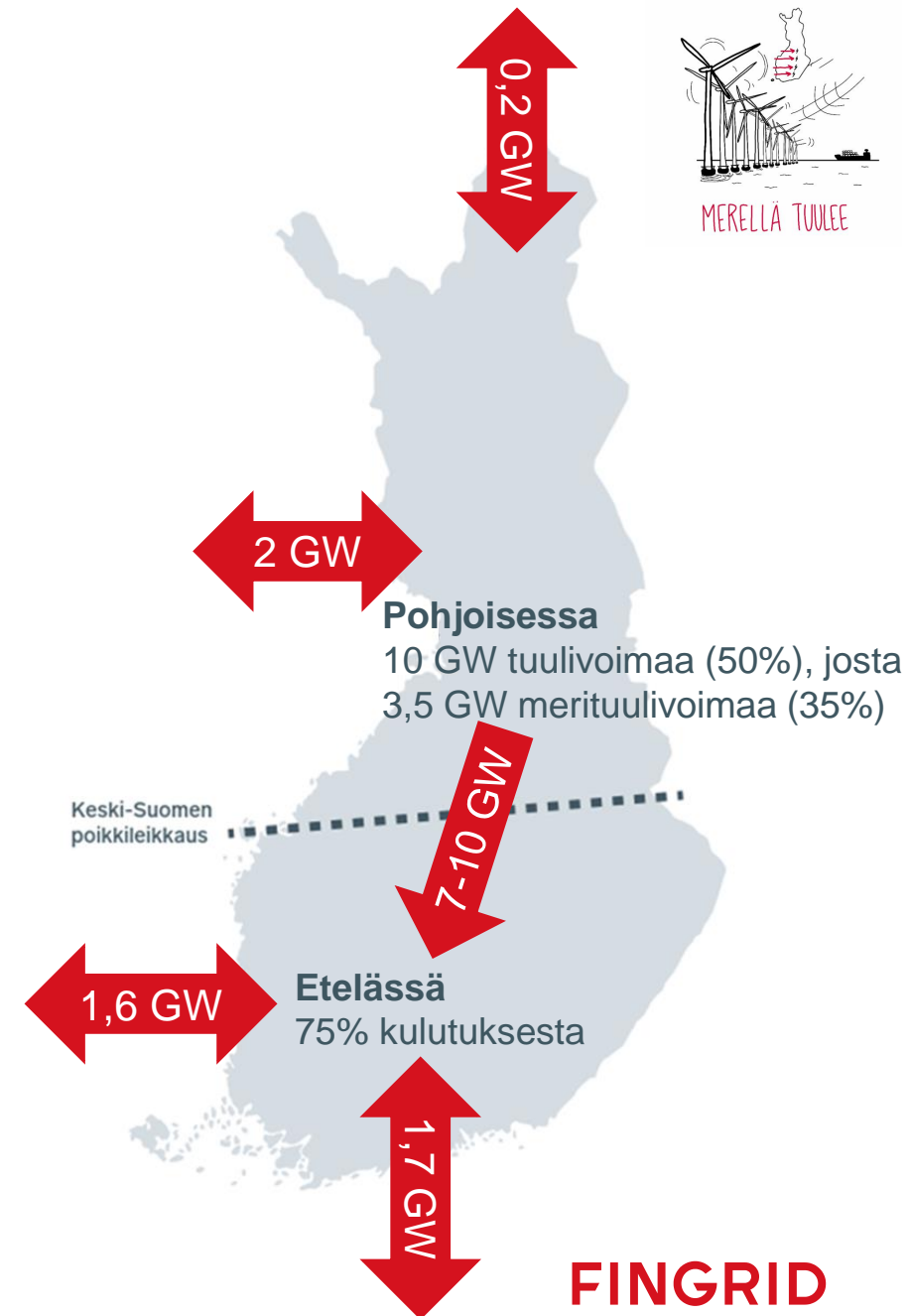
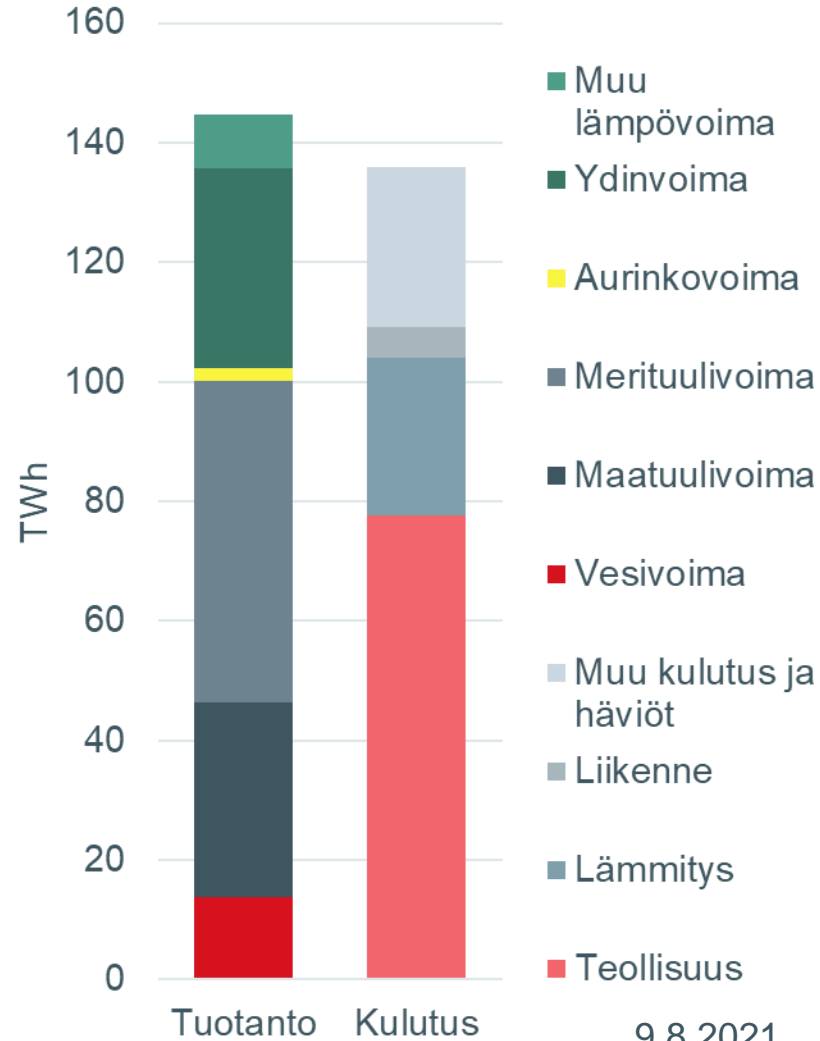
Merellä tuulee 2035



MERELLÄ TUULEE

- Suomen hiilineutraaliustavoitteet saavutetaan
- Fossiilisia polttoaineita korvataan sähköllä ja sähköstä tehdyillä polttoaineilla
- Merkittävästi uutta sähköintensiivistä teollisuustuotantoa Suomessa
- Paljon merituulivoimaa
- Sähkön tuotanto painottuu entistä vahvemmin länsirannikolle

13 Jussi Jyrinsalo



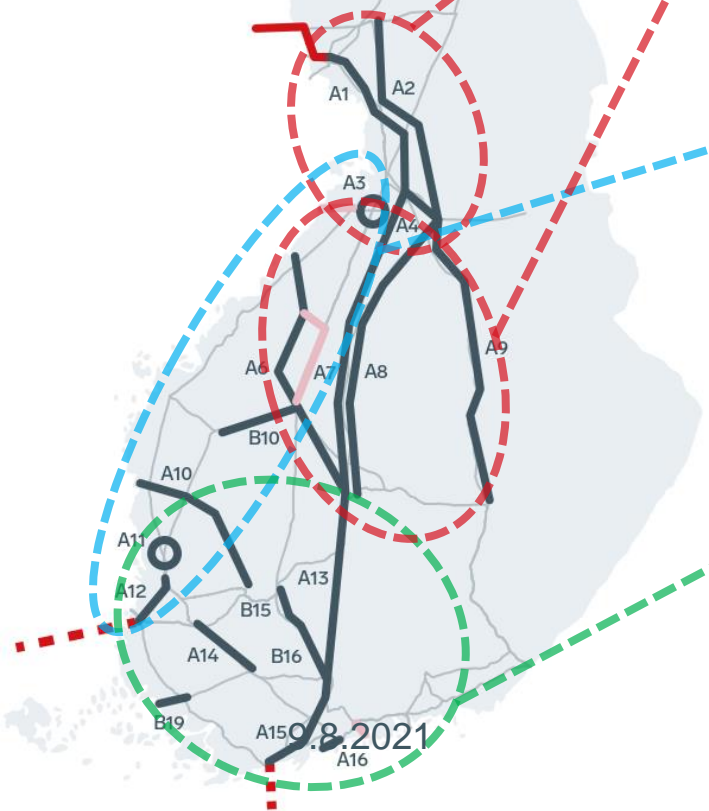
Merellä tuulee, investointitarpeet vuonna 2035

- Maatuuvoimaa
- Merituulivoimaa
- Merkittävää kulutuksen kasvua

14

Jussi Jyrinsalo

- Tarvitaan skenaariossa
- Asiakashanke
- Kolmas 400 kV AC -yhdysohjo Ruotsiin
- Mahdollinen uusi rajasiirtoyhteys



1. Kemi-Oulujoen ja Keski-Suomen poikkileikkauksen ylitse kulkevat johdot vastaavat pohjois-etelä siirtotarpeeseen

2. Länsi-Suomen verkkovahvistukset vastaavat länsi-itä siirtotarpeeseen sekä tarpeeseen siirtää tehoa ulos Pohjanmaalta

3. Etelä-Suomessa verkon vahvistuksia tarvitaan siirtämään tehoa kulutuskeskittymiin sekä siirtämään tehoa rajasiirtoyhteyksille

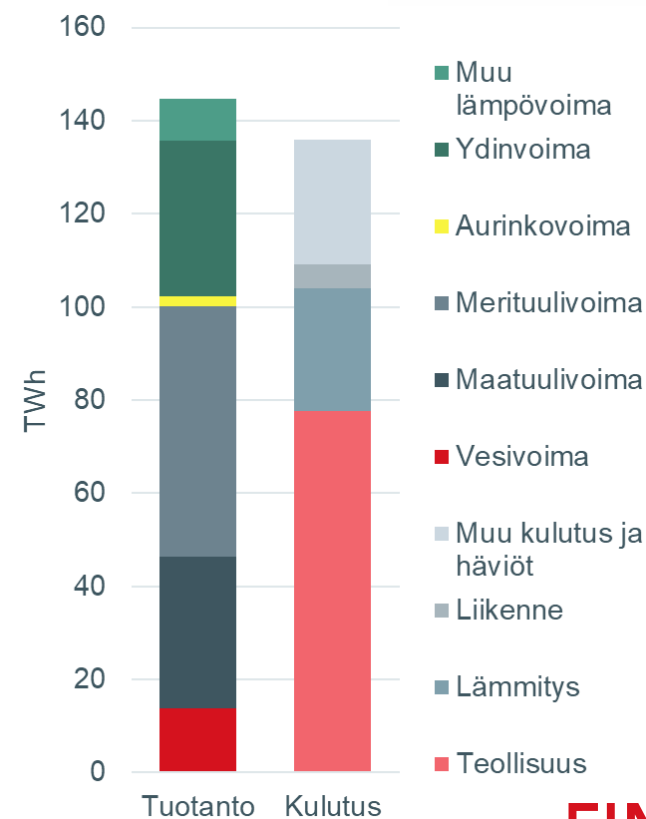
FINGRID

Merellä tuulee – keskustelua

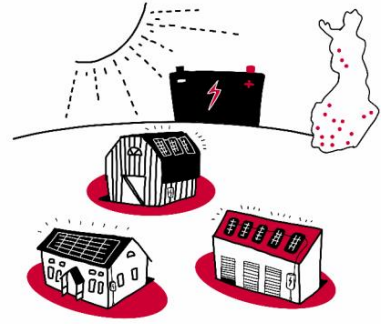
- Onko kyseisen skenaarion tarinassa ja ennusteissa mielestäsi jotain, jota et näe todennäköisenä?
- Mitä erityisiä uhkia ja mahdollisuuksia näet skenaariossa sähkömarkkinan tai oman toimialasi kannalta?
- Mihin Fingridin tulisi erityisesti panostaa kyseisen skenaarion mukaisessa maailmassa?



MERELLÄ TUULEE



Aurinkoa ja akkuja 2035

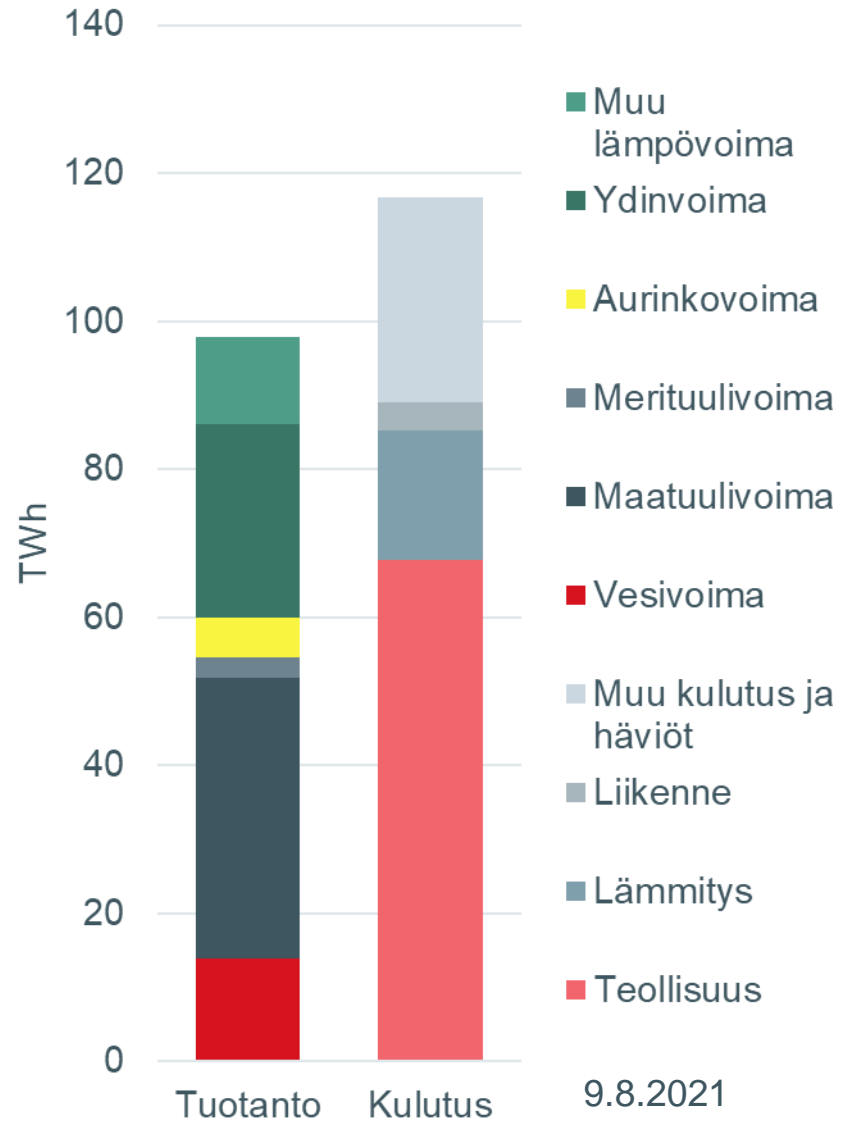


AURINKOA JA AKKUJA

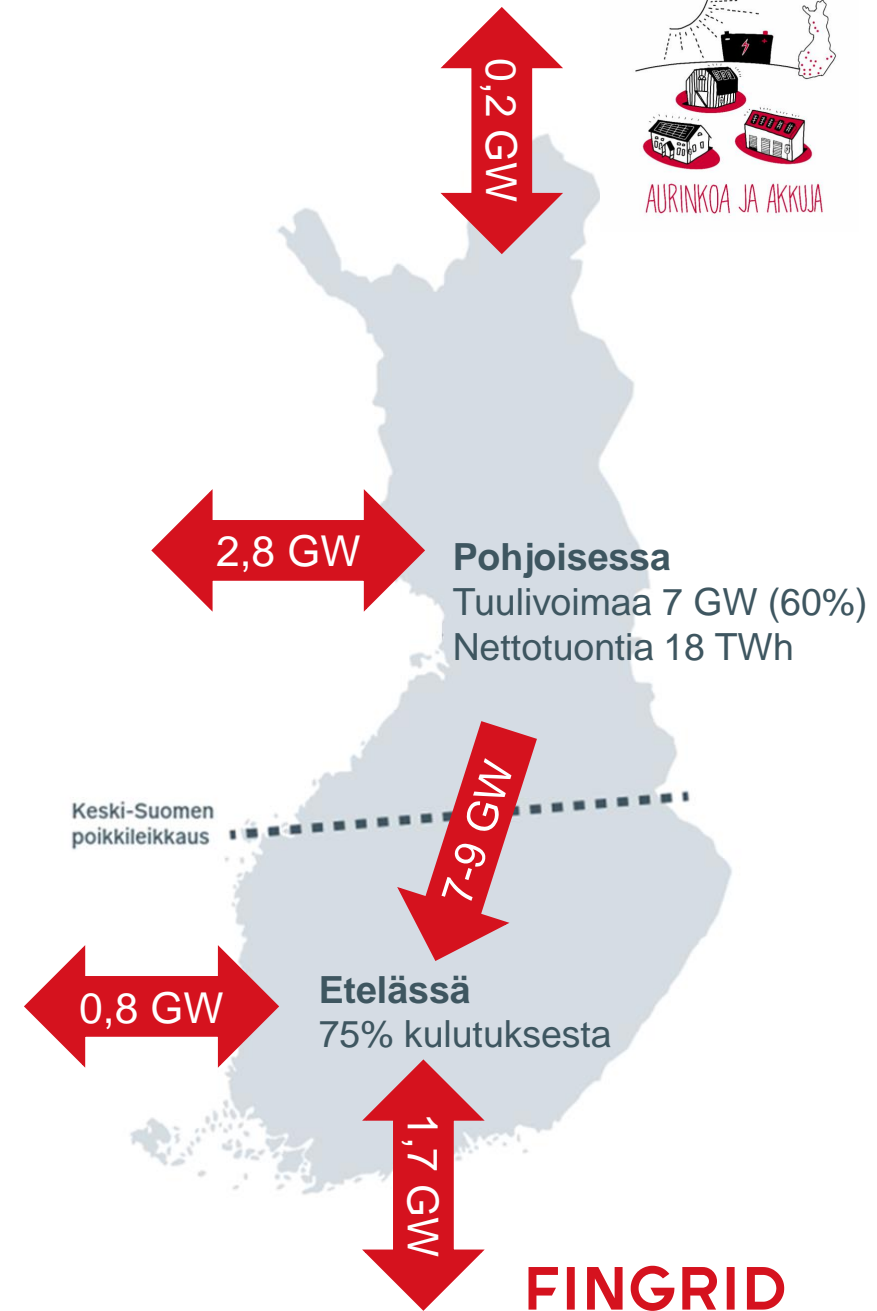
- Suomen hiilineutraaliustavoitteet saavutetaan
- Fossiilisia polttoaineita korvataan sähköllä ja sähköstä tehdyillä polttoaineilla
- Runsaasti jakeluverkkoihin liittynyttä hajautettua aurinkosähköä ja akkuvarastoja
- Niukasti perinteistä tuotantoa, vähäinen inertia
- Vuositasolla Suomi säilyy sähkön nettotuojana

16

Jussi Jyrinsalo



9.8.2021

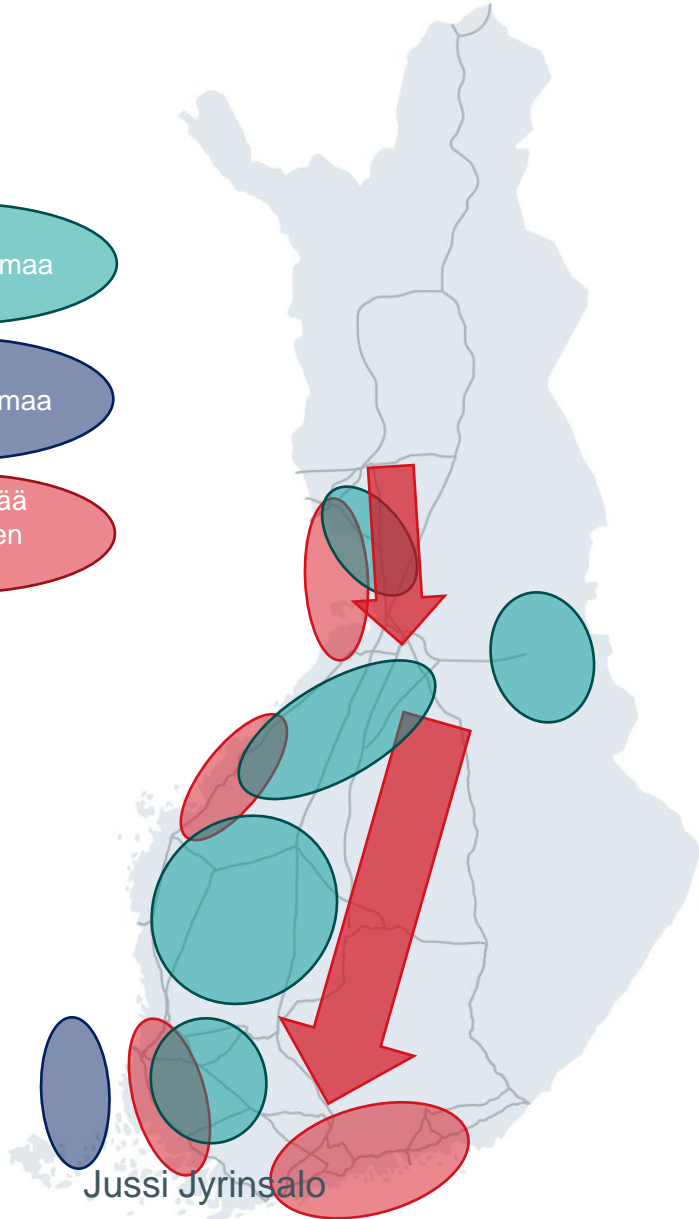


AURINKOA JA AKKUJA

Aurinkoa ja akkuja, investointitarpeet vuonna 2035



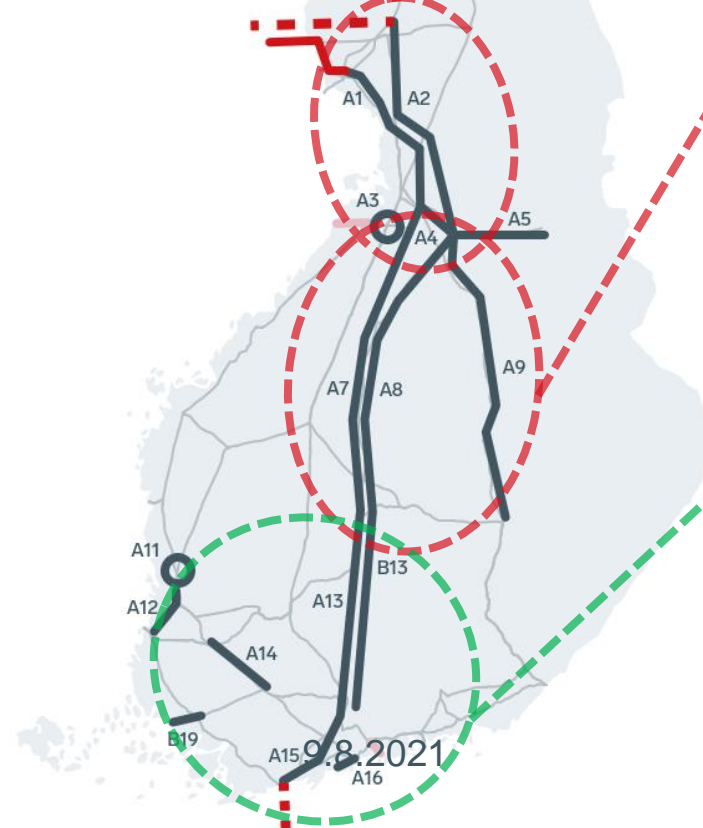
- Maatuuivoimaa
- Merituuloivoimaa
- Merkittävää kulutuksen kasvua



17

Jussi Jyrinsalo

- Tarvitaan skenaariossa
- Asiakashanke
- Kolmas 400 kV AC-yhdysjohto Ruotsiin
- Mahdollinen uusi rajasiirtoyhteys



1. Kemi-Oulujoen ja Keski-Suomen poikkileikkauksen ylitse kulkevat johdot vastaavat pohjois-etelä siirtotarpeeseen

2. Etelä-Suomessa verkon vahvistuksia tarvitaan siirtämään tehoa kulutuskeskittymiin sekä siirtämään tehoa rajasiirtoyhteysille

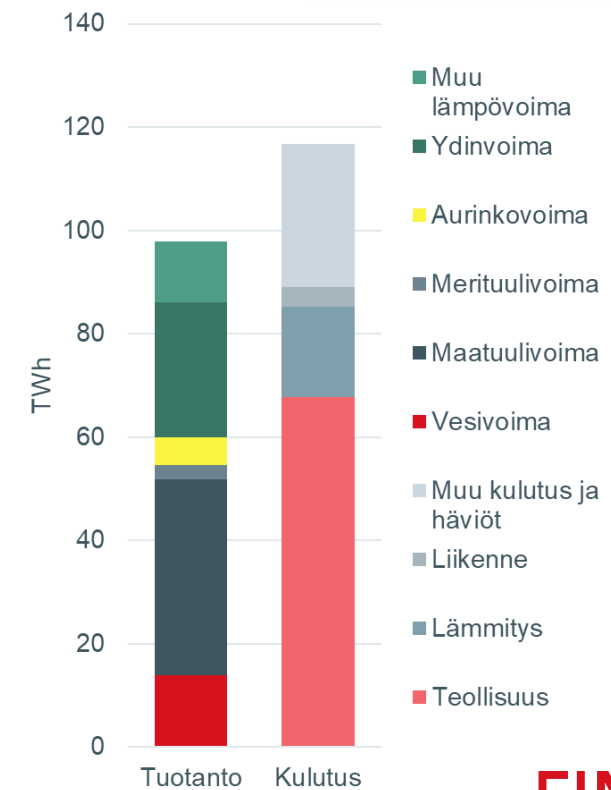
FINGRID

Aurinkoa ja akkuja – keskustelua

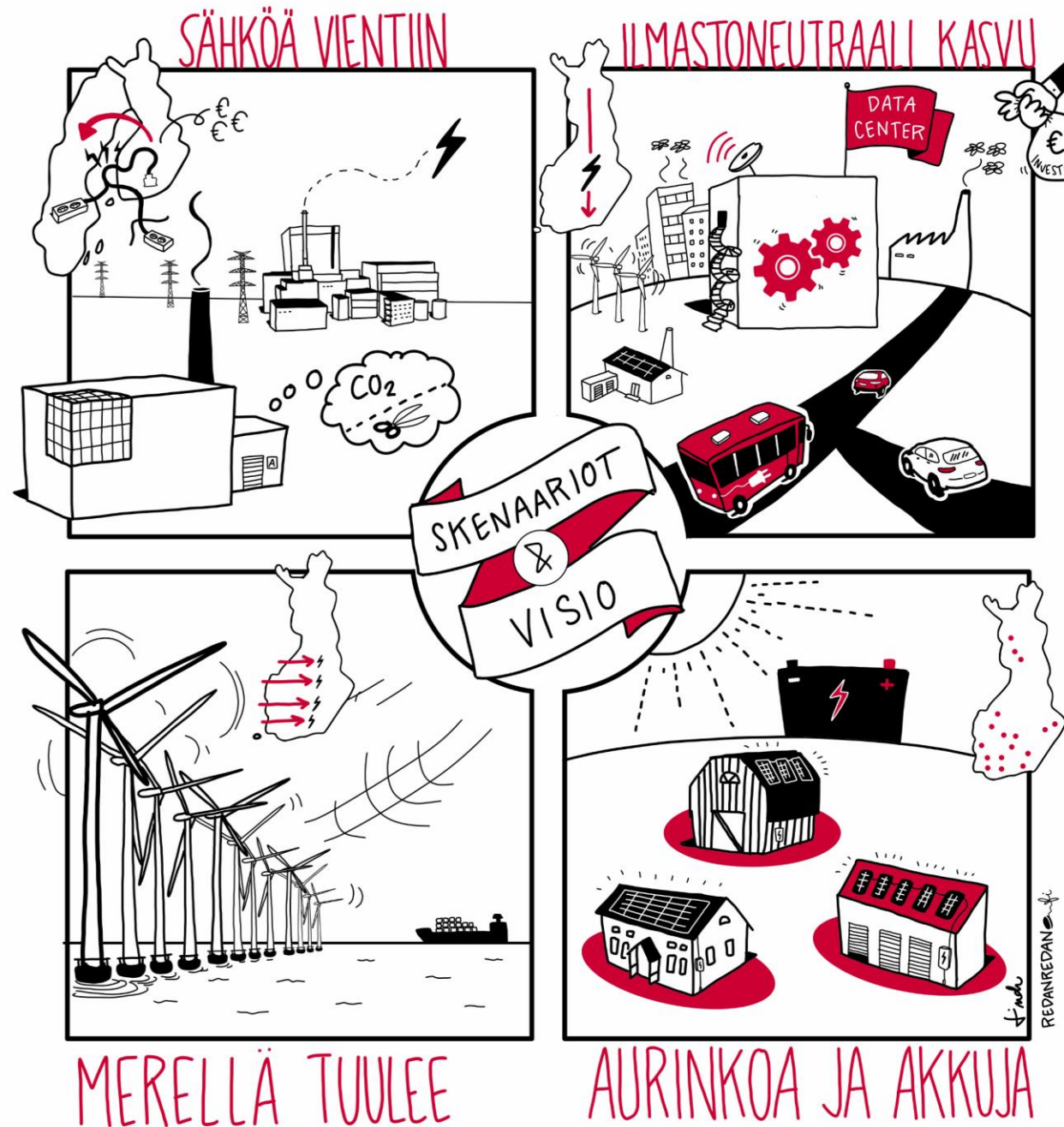
- Onko kyseisen skenaarion tarinassa ja ennusteissa mielestäsi jotain, jota et näe todennäköisenä?
- Mitä erityisiä uhkia ja mahdollisuuksia näet skenaariossa sähkömarkkinan tai oman toimialasi kannalta?
- Mihin Fingridin tulisi erityisesti panostaa kyseisen skenaarion mukaisessa maailmassa?



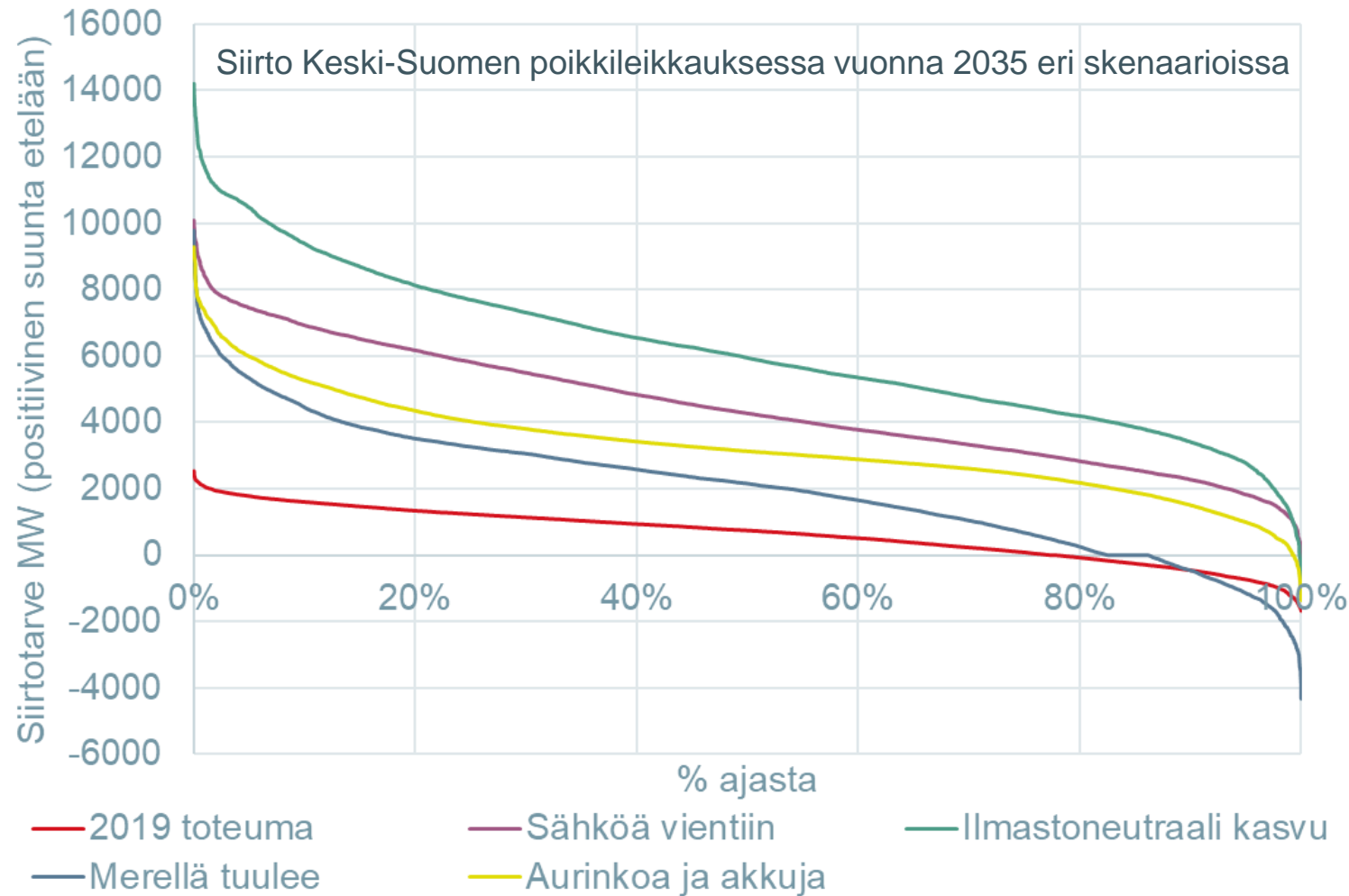
AURINKOA JA AKKUJA



Yhteisiä havaintoja eri skenaarioista

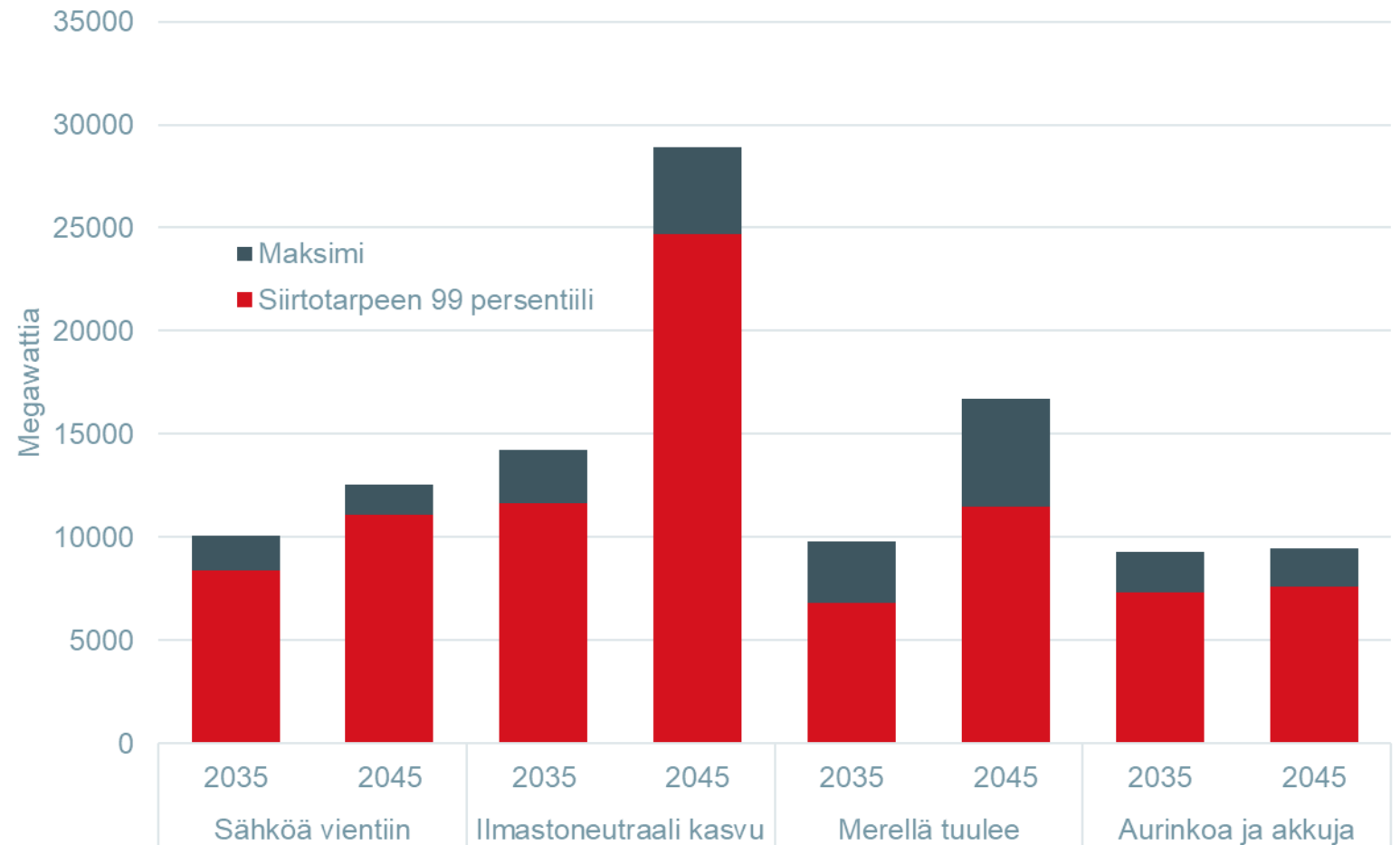


Pohjois-eteläsuuntainen siirtotarve moninkertaistuu kaikissa skenaarioissa



Siirtotarpeen kasvu jatkuu vuoden 2035 jälkeenkin

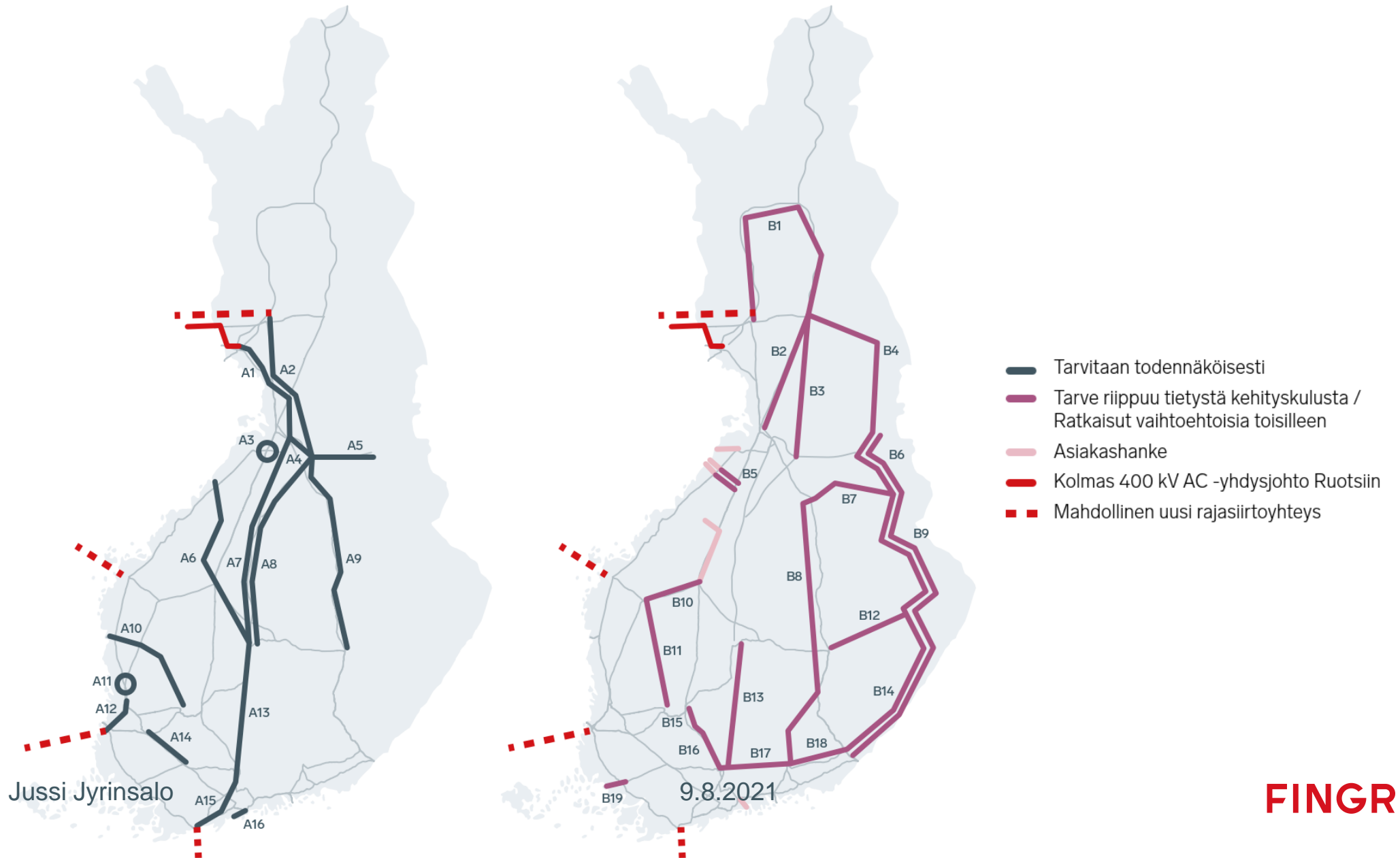
Siirto Keski-Suomen poikkileikkauksessa 2035-2045



9.8.2021

FINGRID

Yleiskuva tunnistetuista verkkovahvistustarpeista vuodelle 2035



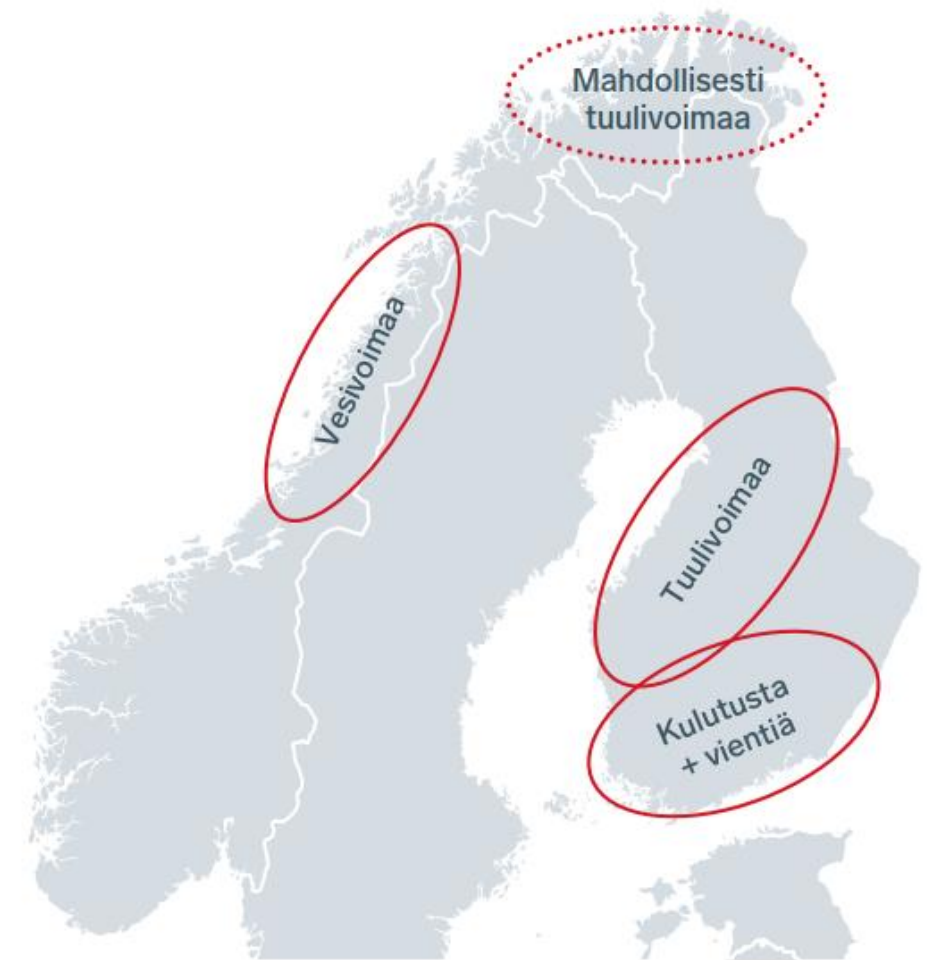
Uudet rajasiirtoyhteydet Ruotsiin ja Baltiaan vaikuttavat kannattavilta 2035

- Yhteydet helpottavat kulutuksen ja tuotannon vaihteluiden tasapainottamista, mahdollistavat korkeamman viennin/tuonnin ja tehostavat markkinoiden toimintaa
- **Ruotsi**
 - Yhteysvaihtoehtoista mikä tahansa vaikuttaa toimivalta
 - Keskinäinen paremmuusjärjestys vaihtelee skenaarioiden välillä (siirtosuunta, kustannukset)
- **Baltia**
 - Markkina-alueen pieni koko tekee hyödyistä herkempiä muutoksille
- Fingrid jatkaa yhteyksien selvittämistä osana kansainvälistä verkkosuunnitteluyhteistyötä



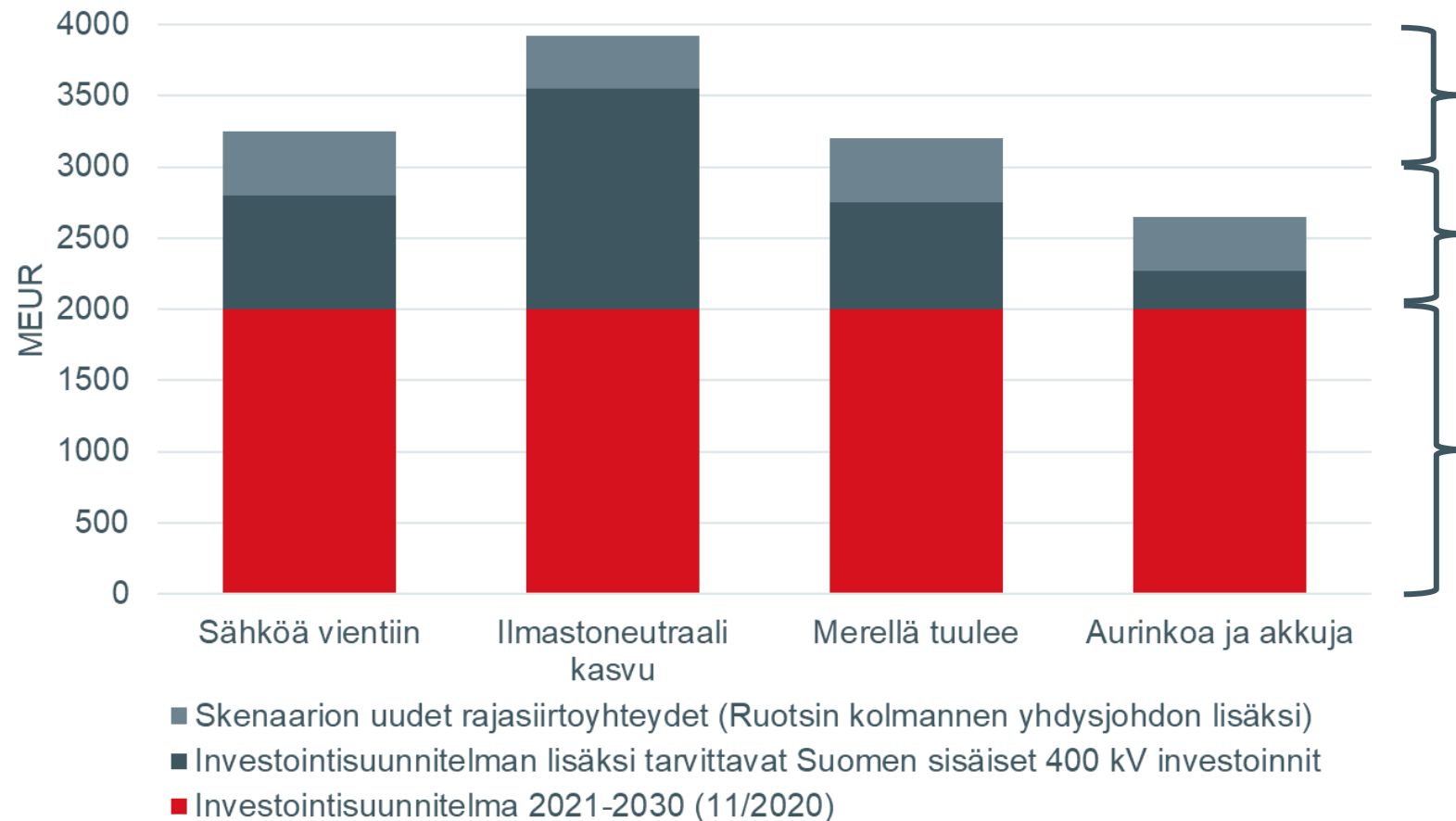
Muut rajayhteysmahdollisuudet

- **Norja-Suomi** 400 kV yhteys on teknisesti haastava ja todennäköisesti kustannuksiltaan kallis
- Suorat merikaapelit **Keski-Eurooppaan** ovat erittäin kalliita – onko tehokkaampaa mahdollistaa puhtaan energian vienti vedyn/kaasun muodossa?
- **Venäjän** osalta Fingrid kehittää Suomen puolen verkkoa siten, että rajakauppa Venäjän kanssa on mahdollista, mutta ei päättä Viipurin tasasähköaseman uusimisesta



Arvio kantaverkkoinvestoinneista 2021-2035

Kantaverkkoinvestoinnit mahdollistavat kymmenien miljardien investoinnit yhteiskunnan muilla sektoreilla



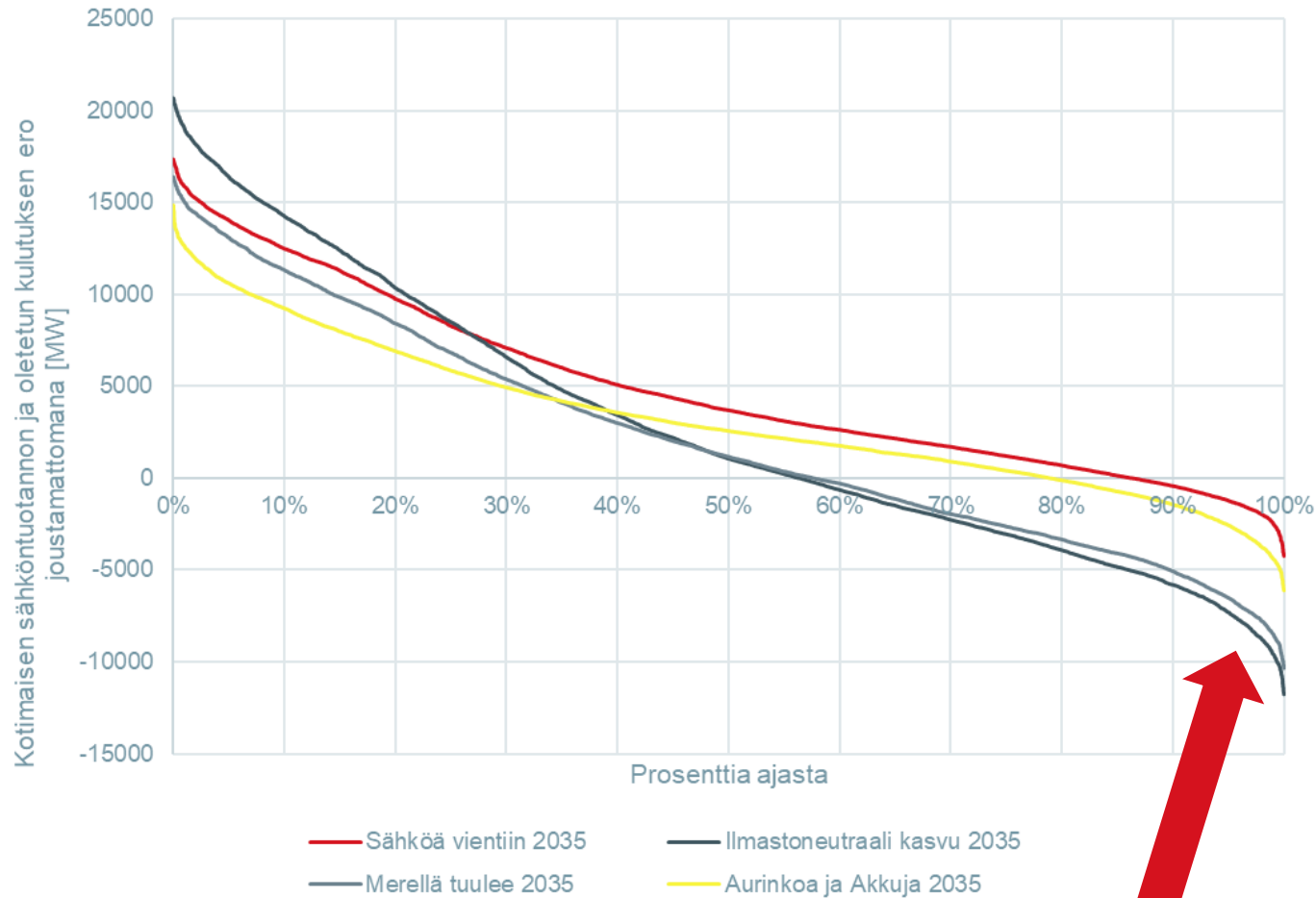
Kantaverkon laajentaminen merelle kasvattaisi kustannuksia merkittävästi

Energian viennin mahdollistaminen kasvattaa investointeja

Hiilineutraaliustavoitteen edellyttämä taso 2021-2035 n. 3 miljardia

2021-2030 investoinnit n. 2 miljardia

Sähkötehon riittävyys ja jouston tarve



- Skenaarioissa merkittävän osan sähkön kulutuksen kasvusta oletettiin perustuvan joustaviin teknologioihin (sähköautot, elektrolyysi, osa lämmitys- ja teollisuuskulutuksesta) → tehonriittävyysaasteita ei esiintynyt
- Jos joustoa saataisiin vähemmän kulutuksesta, sitä pitäisi saada enemmän tuotannosta (huippuvoima), sähkövarastoista tai rajasiirtoyhteyksiltä
- Oleellista tehon riittävyyden lisäksi energian riittävyys (kylmä ja tuuleton talviviikko)
- Suomen sisäisten verkkovahvistusten tarpeen kannalta on rajallisesti merkitystä, onko jousto tuotanto- vai kulutusjoustoa
- Hinta ohjaa - markkina valikoi teknologiat, joista jousto saadaan edullisimmin

Miten muutokset vaikuttavat verkon käyttöön?

- Turvattava käyttövarmuus kaikissa käyttötilanteissa (paljon tuulivoimaa, suuri ydinvoimayksikkö, nopeat siirtotilanteiden vaihtelut).
- Varauduttava siirtojen hallinnan uusiin haasteisiin, kun maan sisäinen siirtokyky ei aina riittävä. Vastakaupan määrä kasvaa.
- Suunniteltava siirtokeskeytykset entistä tarkemmin yhteistyössä verkkoon liittyjien kanssa huomioimalla myös tuulivoimatilanne ja siirtokyvyn riittävyys.
- Löydettävä uusia pohjoismaisia ja kansallisia teknisiä ja markkinaehtoisia ratkaisuja riittävän inertiamäärän, jännitetason sekä oikosulkutehon turvaamiseksi kaikissa tuotantotilanteissa.



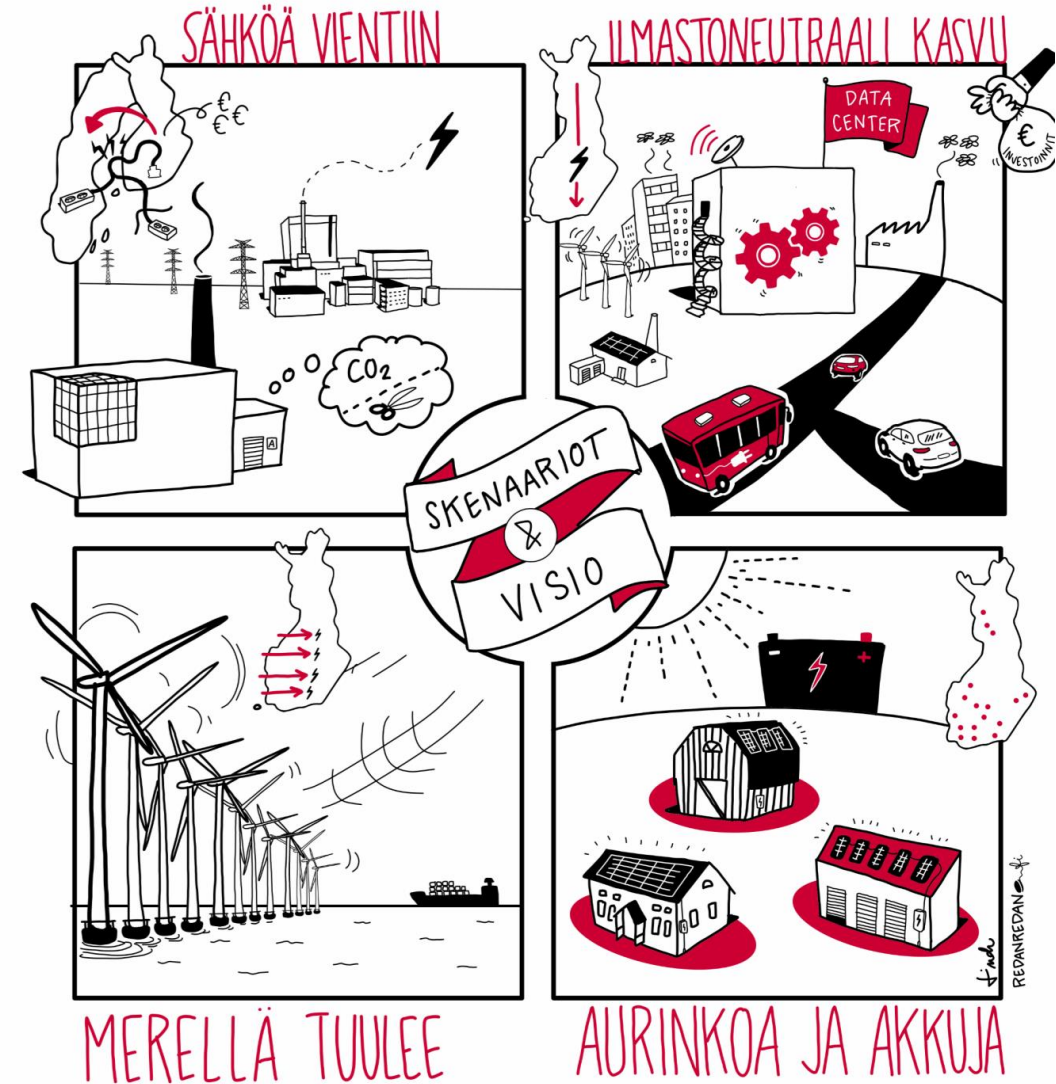
Miten muutokset vaikuttavat sähkömarkkinoihin?

- Yhden tarjousalueen säilyttäminen vaatii entistä enemmän siirtoverkon kehittämistä ja uusia menetelmiä siirtojenhallinnan tueksi.
- Läpinäkyvät menetelmät siirtokapasiteetin allokoinnissa, siirtokapasiteetin toiminnan luotettavuus ja markkinatiedon saatavuus ovat toimijoille entistä tärkeämpiä.
- Joustojen merkitys sähköjärjestelmän ja markkinoiden toimivuudelle sekä kansalliselle kilpailukyvyllä kasvaa, haasteina viikko- ja kausivaihtelut sekä teollisuuden sähkönkulutuksen joustavuus. Mahdollisuuksia tuovat sektori-integraatio ja uudet energiareсурssit.
- Meneillään olevat samanaikaiset lakisäätteiset kehityshankkeet haastavat sekä omien että asiakkaiden resurssien riittävyttä (datahub, yksitasemalli, varttitase, siirtokapasiteetin laskentamenetelmän muuttaminen).



Keskustelua verkkovisio- kokonaisuudesta

- Mikä skenaarioista (tai skenaarioiden yhdistelmästä) on mielestäsi todennäköisin?
- Millaisiin verkkovahvistuksiin Fingridin tulisi ensisijaisesti panostaa ja kuinka etupainotteisesti?
- Tarvitaanko järjestelmän käyttöperiaatteisiin tai markkinamalliin perustavaa laatua olevia muutoksia?
- Minkälaista yhteistyötä tai vaikuttamista alan tulisi tehdä, jotta tuleviin haasteisiin voidaan vastata?
- Millaisiin kysymyksiin Fingridin tulee mielestäsi joka tapauksessa panostaa lähivuosina?



Yhteenvetoa

Hiilineutraali Suomi 2035 vaatii ainakin 3 miljardin euron investoinnit kantaverkkoon

Investoinnit kantaverkkoon mahdollistavat kymmenien miljardien investoinnit yhteiskunnan muille sektoreille

Sähkön siirtotarve pohjoisesta Suomesta etelään kasvaa merkittävästi

Kantaverkon siirtokapasiteetti on moninkertaistettava, jotta Suomi voidaan säilyttää yhtenäisenä sähkökaupan tarjousalueena

Uudet
sähkönsiirtoyhteydet
Ruotsiin ja Baltiaan
vaikuttavat
tarpeellisilta 2035

Fingrid jatkaa selvittämistä
osana kansainvälistä
verkkosuunnitteluyhteistyötä

Uudet tekniset
kantaverkkoratkaisut
jatkoselvitykseen

Esimerkiksi korkeampi
jännitetaso tai maan sisäinen
tasasähköyhteys

Tulevaisuuden
sähköjärjestelmä
vaatii toimiakseen
paljon uutta
joustavuutta.

Kantaverkkoa pitää
merkittävästi vahvistaa
riippumatta siitä, mistä
lähteestä jousto tulee.

Jatkoselvitystarpeita

Konseptiselvitykset tulevaisuuden verkkoratkaisuista

- Nykyistä korkeamman (esim. 750 kilovoltin) jännitetason käyttö
- 400 kV kaksoisvirtapiirit
- Uudet johdintyypit
- Suomen sisäiset tasasähköyhteydet

Järjestelmätekniset selvitykset

- Rinnakkais- ja sarjako-kompensoinnin periaatteet
- Tulevaisuuden oikosulkuvirtatasot
- Inertian määrä tulevaisuudessa

Maksimisiirtojen hallinta

- DLR (dynamic line rating)
- Joustomarkkinat ja vastakauppa-mahdollisuudet

Visiosta kehittämissuunnitelmaksi

Kantaverkon kehittämissuunnitelma vuosille 2022-2031

2035 & 2045



Verkkovisio
FINGRID

www.fingrid.fi/verkkovisio

FINGRID Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2021-2030

Yhteenveto Johdanto Verkon kehittämissuunnitelma Ennusteet Kantaverkon kehittäminen Kehittämissuunnitelman lähtökohtia < 2 > ☰

Sisällysluettelo

Yhteenveto.....	3	Toimintaympäristön muutokset ja tulevaisuuden näkymät.....	53
Johdanto.....	6	Ilmastomuutoksen hillitseminen.....	53
Fingridin 10 vuoden verkon kehittämissuunnitelma.....	7	Sähkönkulutuksen kehitysnäkymät.....	56
Päävoimansiirtoverkon kehittäminen.....	8	Sähkön tuotannon ja varastoinnin kehitysnäkymät.....	59
Rajasiirtokapasiteetin kehittäminen.....	14	Sähkön varastoinnin ja kulutusjouston kehitysnäkymät.....	62
Alueellisen verkon kehittäminen.....	17	Ennusteet.....	63
● Lapin suunnittelualue.....	18	Kantaverkon kehittäminen.....	64
● Meri-Lapin suunnittelualue.....	20	Kehittämisperiaatteet.....	66
● Oulun seudun suunnittelualue.....	23	Kehittämisprosessi.....	67
● Kainuun suunnittelualue.....	26	Kehittämissuunnitelman lähtökohtia.....	78
● Pohjanmaan suunnittelualue.....	29	Fingridin kantaverkko ja Suomen sähkönsiirtojärjestelmä.....	79
● Keski-Suomen suunnittelualue.....	31	Kantaverkon elinkaaren hallinta.....	81
● Savo-Karjalan suunnittelualue.....	35	Vastuullisuus (ESG).....	83
● Porin ja Rauman suunnittelualue.....	38	Sähkönsiirtojärjestelmän teknologiset valinnat.....	89
● Hämeen suunnittelualue.....	40		
● Varsinais-Suomen suunnittelualue.....	43		
● Kaakkois-Suomen suunnittelualue.....	45		
● Uudenmaan suunnittelualue.....	47		
Kooste investoinneista kantaverkkoon.....	50		

LUONNOS

Webinaari keskiviikkona 18.8.2021.
Palautteet ja kommentit luonnokseen voi lähettää 31.8.2021 saakka osoitteeseen palautteet@fingrid.fi.

FINGRID

Fingrid Oyj

Läkkisepäntie 21

00620 Helsinki

PL 530, 00101 Helsinki

Puh. 030 395 5000

Fax. 030 395 5196

www.fingrid.fi



FINGRID