



20.3.2025

Jussi Närhi, Risto Kuusi

# Fingridin sähköjärjestelmä- visio vuodelle 2040

Skenaarioluonnokset

Webinaari

**FINGRID**

# Webinaarin agenda

9:00-9:05

Tervetuloa!

9:05-9:15

Mikä sähköjärjestelmävisio?

9:15-10:00

Skenaarioluonnosten esittely

10:00-10:30

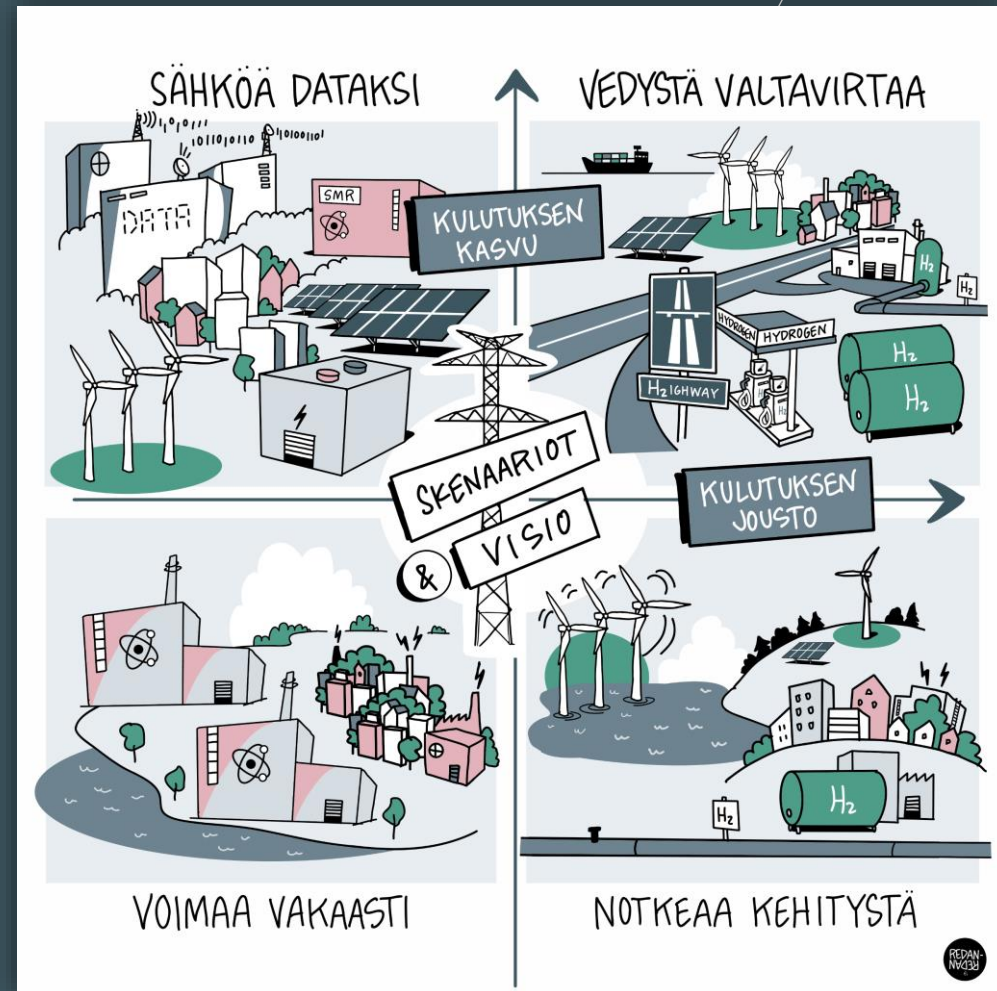
Kysymykset ja keskustelu



Risto Kuusi



Jussi Närhi



# FINGRID



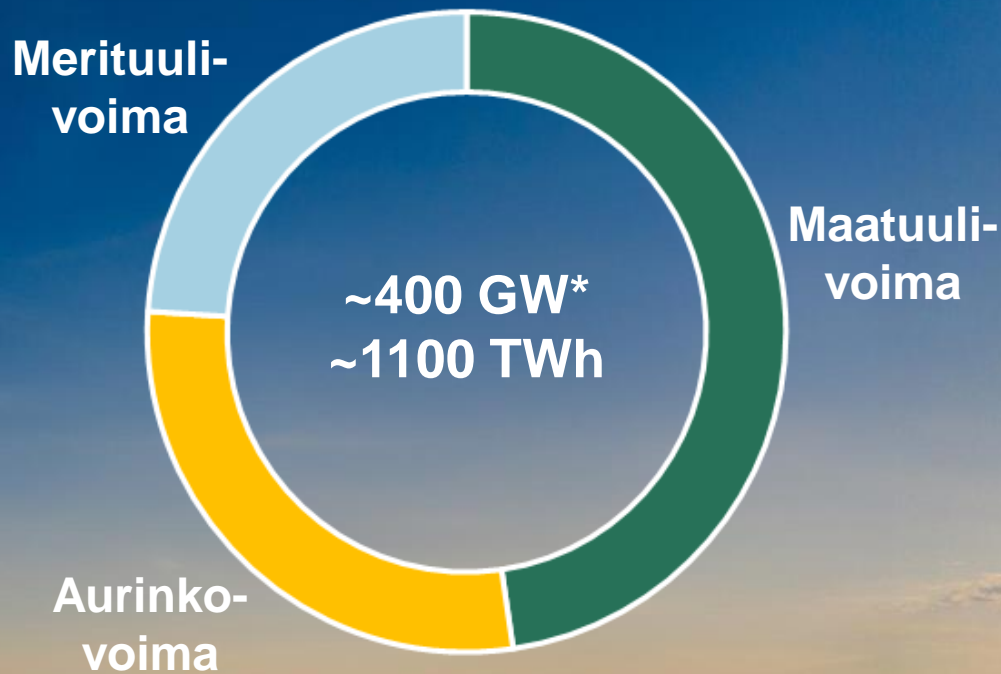
# Mikä sähköjärjestelmävisio?

- Kantaverkon suunnitteluun vaikuttava skenaarioanalyysi vuodelle 2040, joka on jatkoa aiemmin tehdyille visioille
  - Erilaisten muutosilmiöiden ja mahdollisten kehityskulkujen tunnistaminen sekä niiden vaikutusten analysointi
  - Tavoitteena tunnistaa kantaverkon investointiaihioita ja pystyä vertailemaan eri kehityskuluista riippuvia ratkaisuja
- Viestii sähköistyvän ja kilpailukykyisen Suomen valtavasta investointipotentiaalista – ja mitä investointien toteutus vaatii energiasäätöjärjestelmän kehitykseltä!

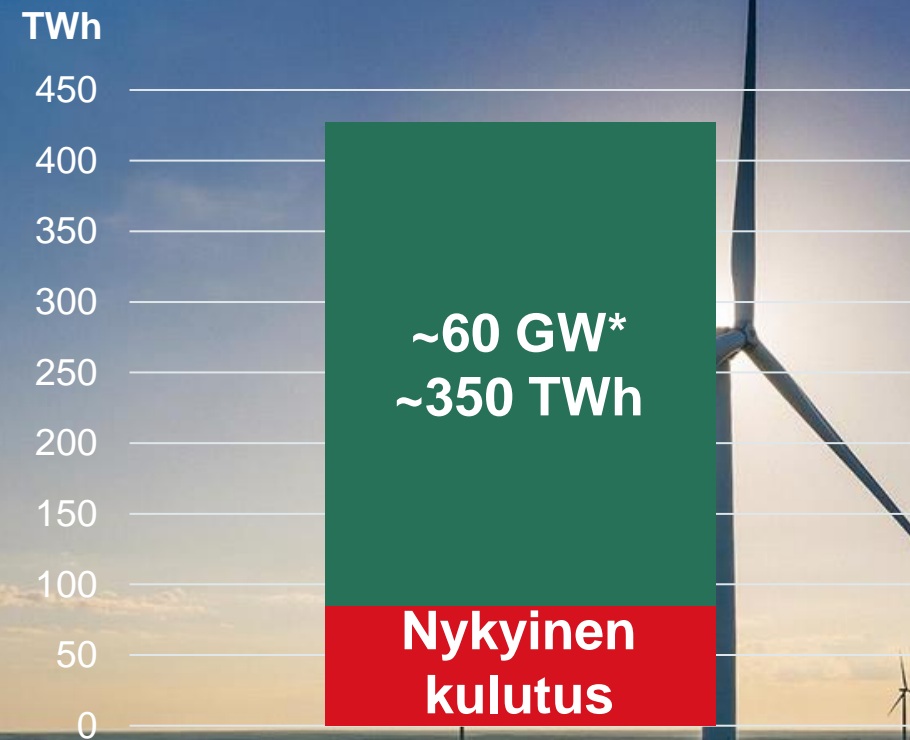


# Suomen näkymät energiamurroksessa ovat erittäin lupaavat

Valtava potentiaali uudelle, puhtaalle ja kilpailukykyiselle sähköntuotannolle



Sähköintensiivisen teollisuuden suuri kiinnostus tulla Suomeen

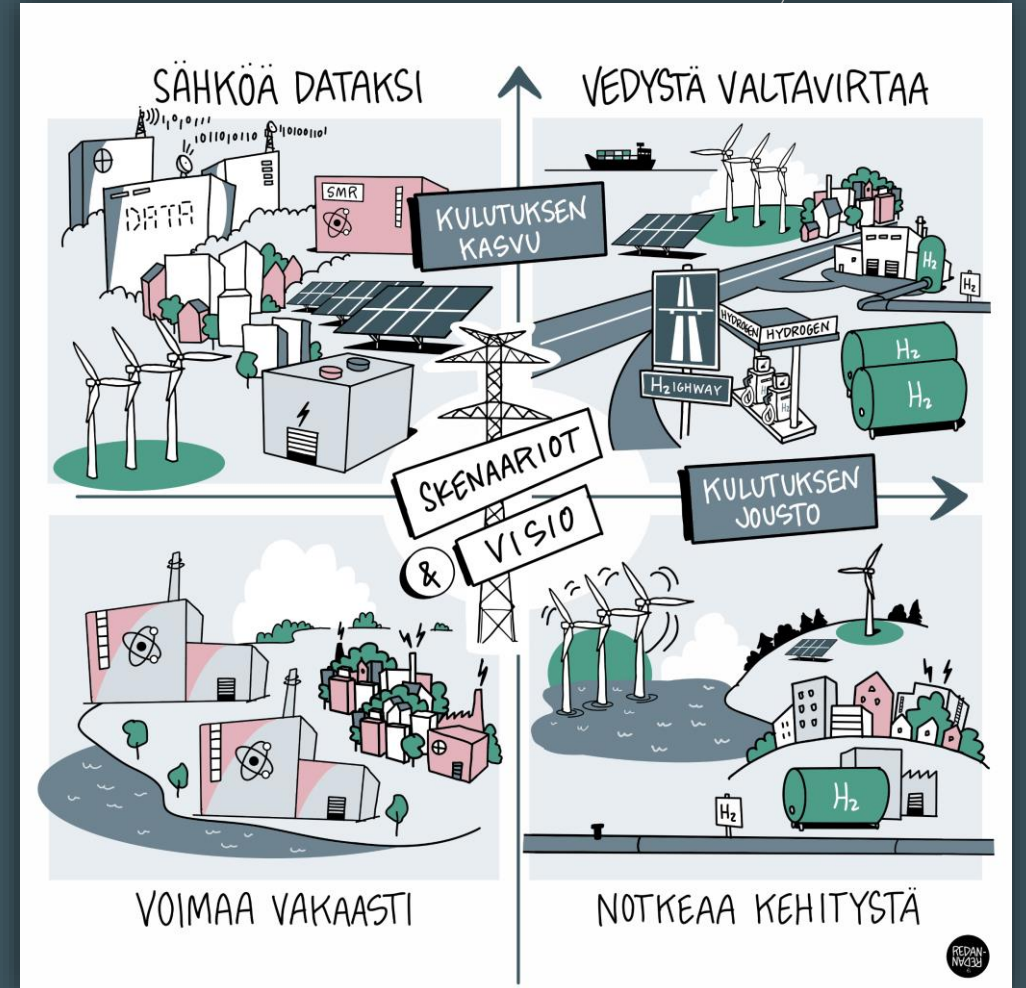


\*Liityntäkyselyt, jotka eivät ole sitovia ja perustuvat hankkeiden ennakkotietoihin



# Skenaario- luonnokset

- Kysymyksiä ja kommentteja voi lähettää webinaarin aikana osoitteessa: <https://fingrid.screen.io/visio>
- Esityksen lopussa keskustelu näiden kysymysten ja kommenttien kautta!

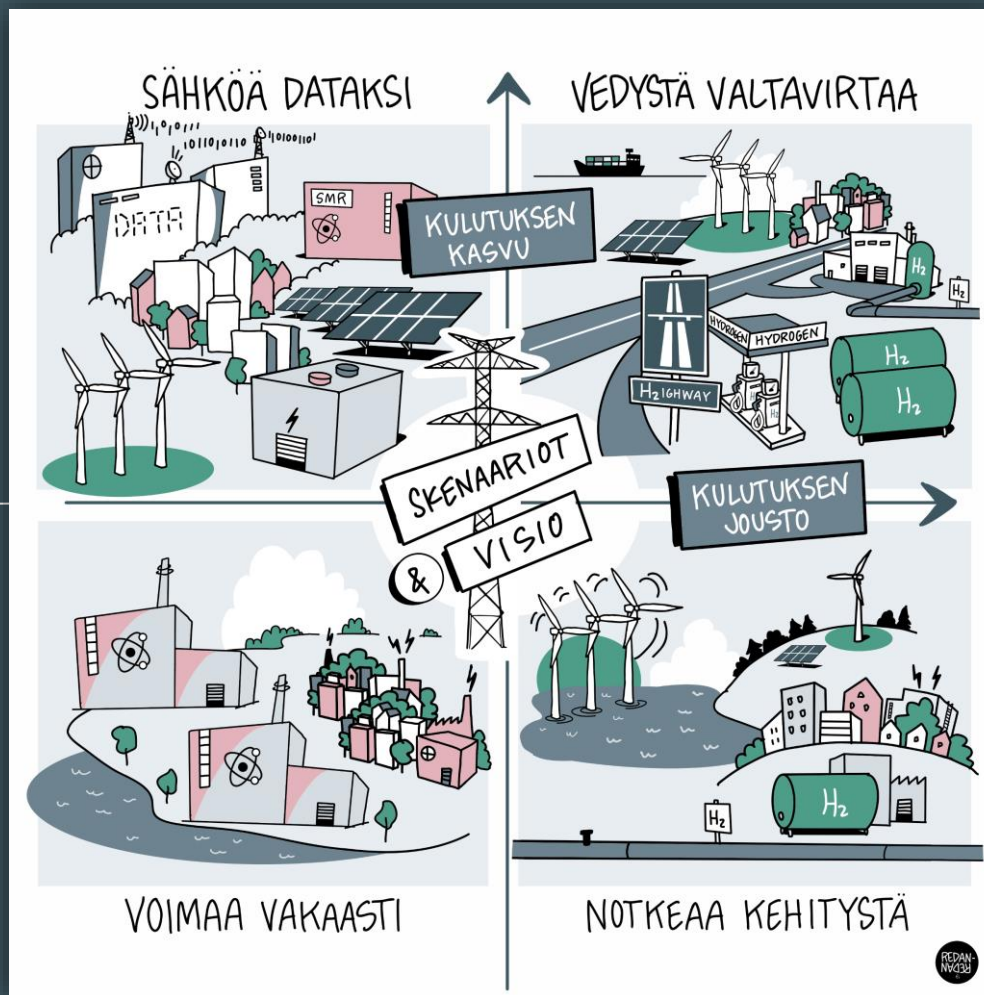


FINGRID

# Yhteenveto skenaarioista

- Erittäin voimakas sähkön kysynnän kasvu erityisesti **datakeskuksista**
- Suurin sähkön tuotannon kasvu **maatuulivoimasta** ja **aurinkovoimasta**, lisäksi **pienydinvoimalla** sähköä ja lämpöä
- Joustoa erityisesti **sähkövarastoista**, **pumppuvoimaloista** sekä **huippuvoimasta**

- Sähkön kysynnän kasvua **nykyisen teollisuuden sähköistämisestä**
- Uutta **perinteistä ydinvoimaa** rakennetaan tuen avulla uusiutuvien kasvun rajoitusten myötä
- Jouston tarve maltillisempi, **sähkön rajasiirtoyhteyksien** merkitys korostuu

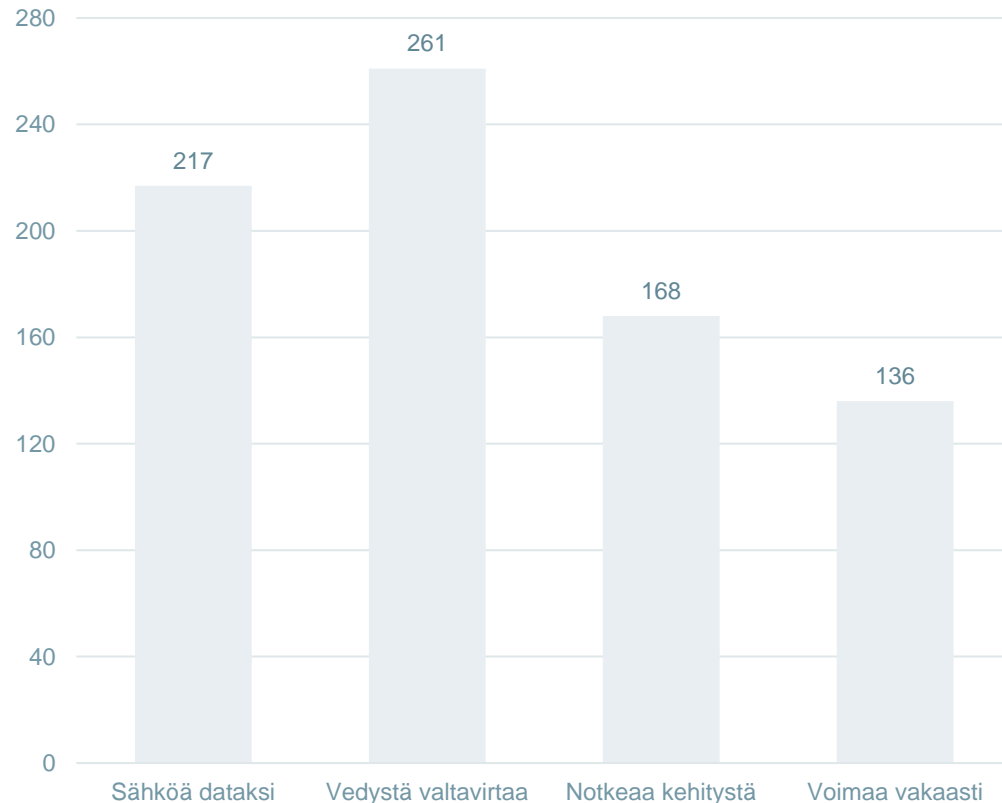


- Erittäin voimakas sähkön kysynnän kasvu erityisesti **vetyteollisuudesta**
- Suurin sähkön tuotannon kasvu **maatuulivoimasta**, lisäksi voimakasta kasvua **aurinkovoimasta**
- Joustoa erityisesti **vetyvarastoista** ja **kansainvälisestä vetyverkosta**, lisäksi **lämmityksestä** ja **liikenteestä**
- Sähkön kysynnän kasvua erityisesti **vetyteollisuudesta** ja **lämmityksestä**
- Suurin sähkön tuotannon kasvu **merituulivoimasta** maatuulivoiman ja aurinkovoiman rajoitusten myötä
- Joustoa erityisesti **vety- ja lämpövarastoista** sekä **vetyverkosta**

FINGRID

# Sähkön kulutus kasvaa merkittävästi uuden teollisuuden ja sähköistymisen ajamana

## Sähkön kulutus skenaarioissa 2040 (TWh)

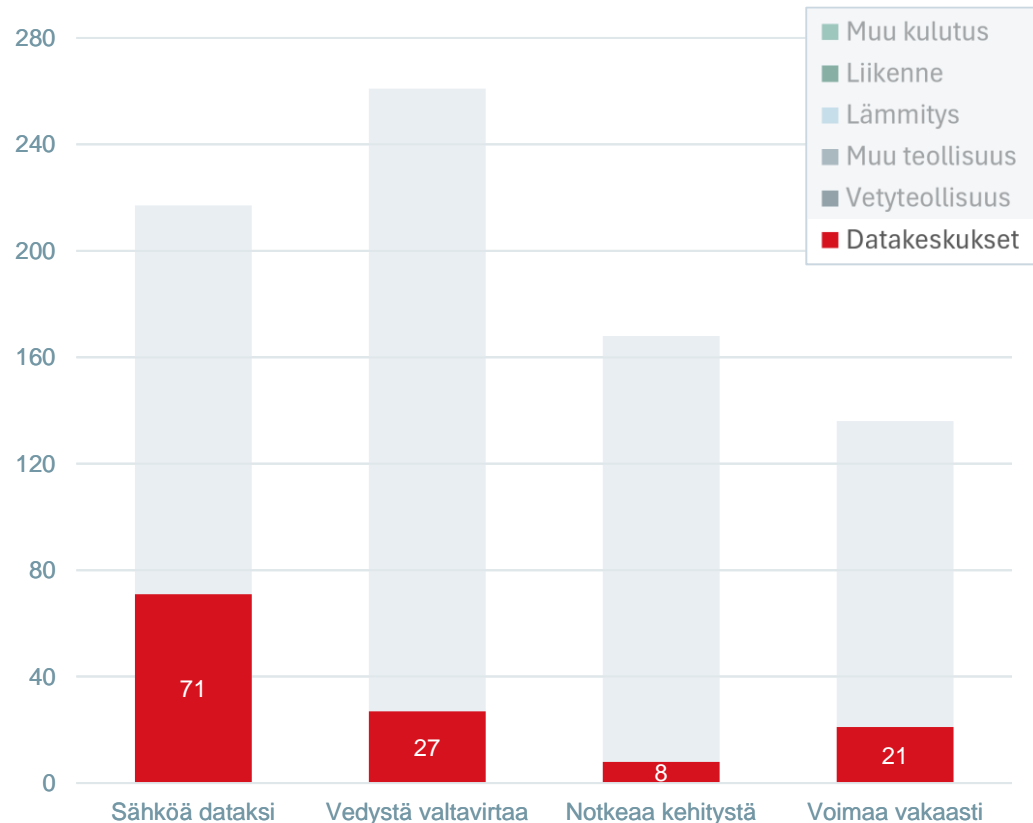


## Sähkön kulutuksen muutostekijät

- Uusi sähköinen teollisuuskulutus
    - Datakeskukset
    - Vetyteollisuus: Vety ja vetyjalosteet
    - Muu uusi teollisuus
  - Nykyisen kulutuksen sähköistyminen
    - Teollisuus
    - Lämmitys
    - Liikenne
- Vaihteluväli skenaarioissa: **136–261 TWh**
- Kasvu ei ole itsestäänselvyys – kilpailukyky ratkaisee

# Toimialan kehitys ja Suomen kilpailukyky määrittelevät datakeskusten kasvuedellytyksiä

## Sähkön kulutus skenaarioissa 2040 (TWh)



## Sähkön kulutuksen muutostekijät

1. Euroopan datakeskusmarkkina vuonna 2040\*
    - Nopea kasvu: 710 TWh
    - Maltillinen kasvu: 270 TWh
  2. Suomen markkinaosuus
    - Erinomainen kilpailukyky: 10%
    - Kohtalainen kilpailukyky: 3%
- Vaihteluväli skenaarioissa: **8–71 TWh**

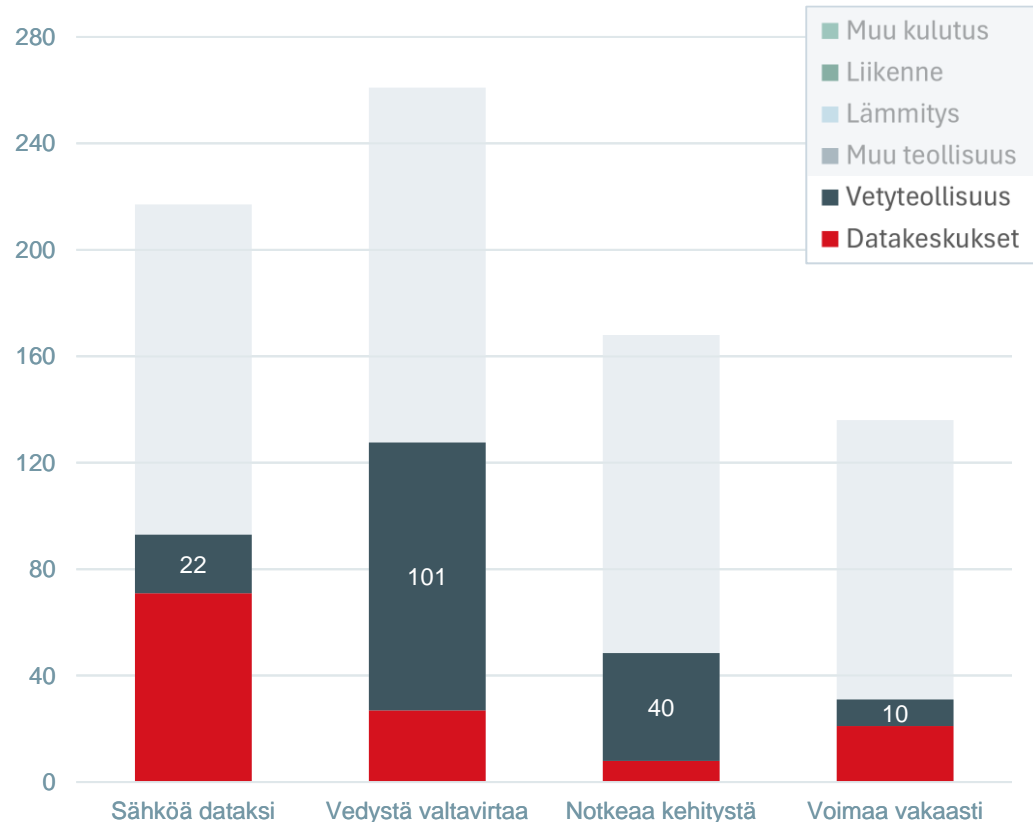
\*Nopea kasvu vastaa 10-20 % vuotuista kasvuprosenttia ja maltillinen kasvu 5-10 % vuotuista kasvuprosenttia (CAGR)

**FINGRID**



# Suomella valtavasti kasvupotentiaalia vedyssä ja sähköpolttoaineissa – realisoituu se?

## Sähkön kulutus skenaarioissa 2040 (TWh)



## Sähkön kulutuksen muutostekijät

### 1. EU:n vetymarkkinan koko vuonna 2040\*

- Nopeampi kasvu: 1050 TWh
- Maltillisempi kasvu: 800 TWh

### 2. Suomen markkinaosuus

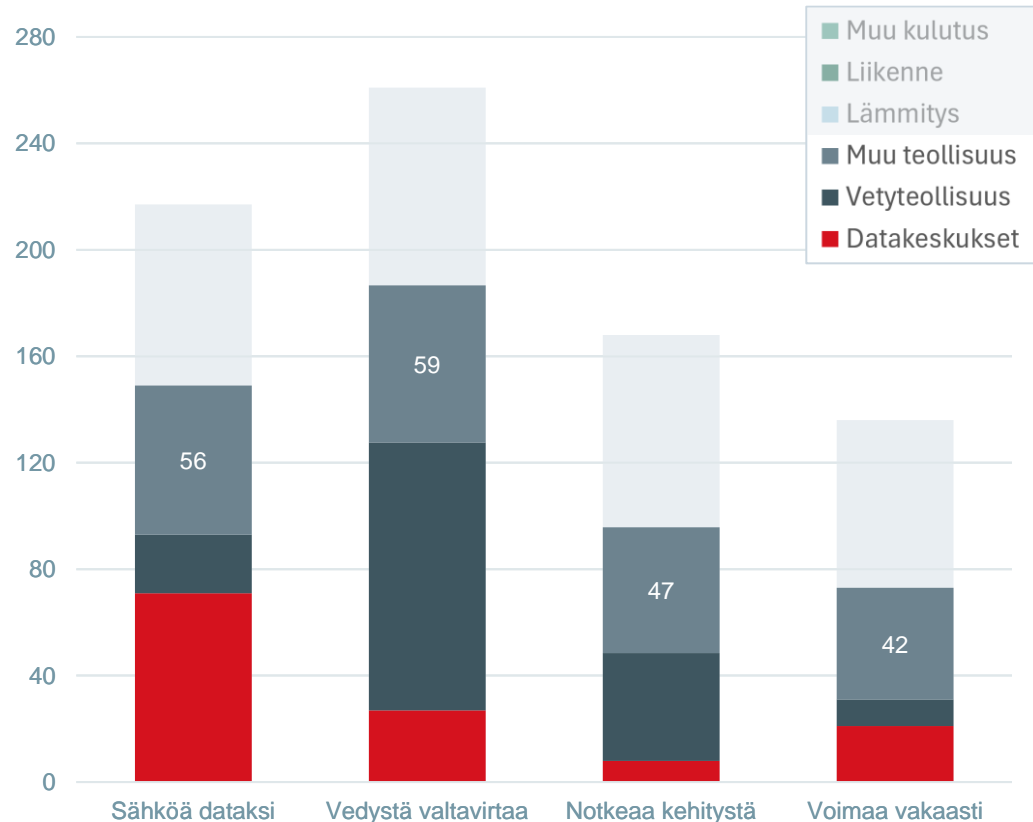
- Vedystä valtavirtaa: 10 %
- Notkeaa kehitystä: 5 %
- Sähköä dataksi: 3 %
- Voimaa vakaasti: 1,5 %

➤ Vaihteluväli skenaarioissa: **10–101 TWh**

\*Vain elektrolyyserillä tuotetun vedyn määrä.  
TYNDP2024-skenaarioissa vaihteluväli 800-1600 TWh.

# Sähköistyminen ja uudet teollisuushankkeet ajavat teollisuuskulutuksen kasvua

## Sähkön kulutus skenaarioissa 2040 (TWh)

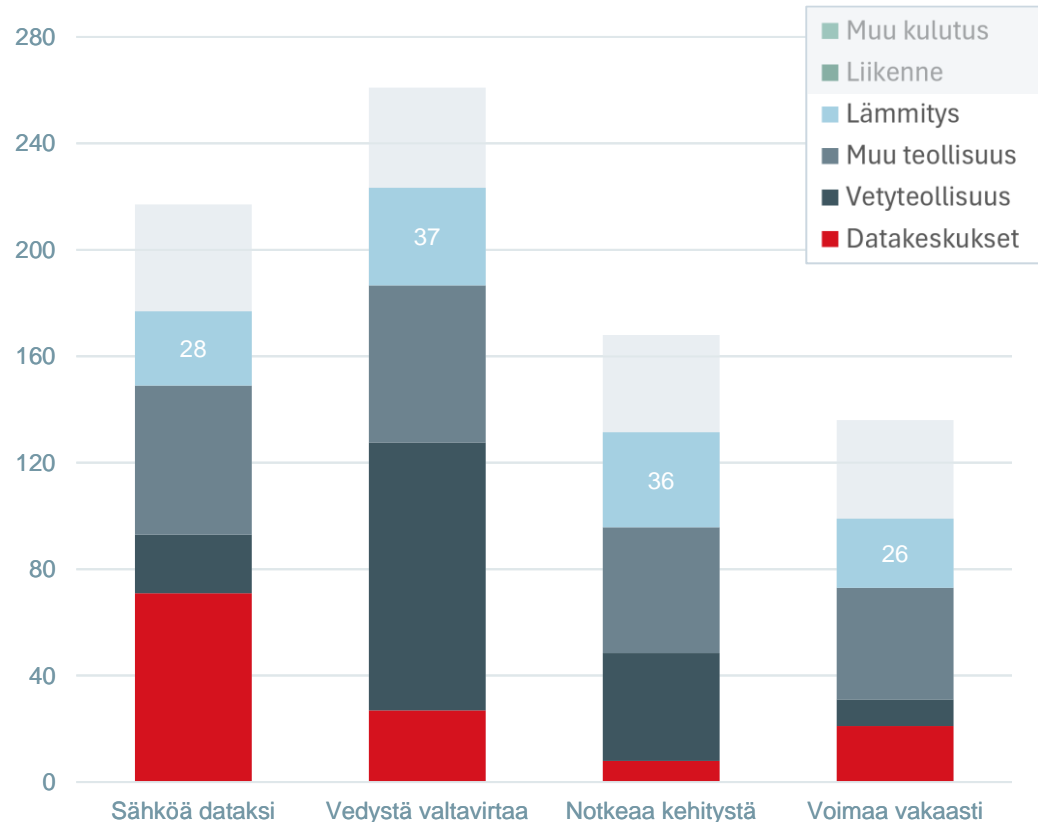


## Sähkön kulutuksen muutostekijät

- Kaikissa skenaarioissa varaudutaan Suomessa nykyisin toimivan teollisuuden sähköistymiseen
  - Korkeamman kasvun skenaarioissa huomioitu lisäksi uusia teollisuuslaitoksia esimerkiksi metalliteollisuuteen
  - Joustavan kulutuksen skenaarioissa (*Vedystä valtavirtaa* ja *Notkeaa kehitystä*) suurempi määrä teollisuuden sähkökattiloita
- Vaihteluväli skenaarioissa: **42–59 TWh**

# Sähkökattilat ja lämpöpumpput kasvattavat sähkön tarvetta kaukolämmön tuotannossa

## Sähkön kulutus skenaarioissa 2040 (TWh)



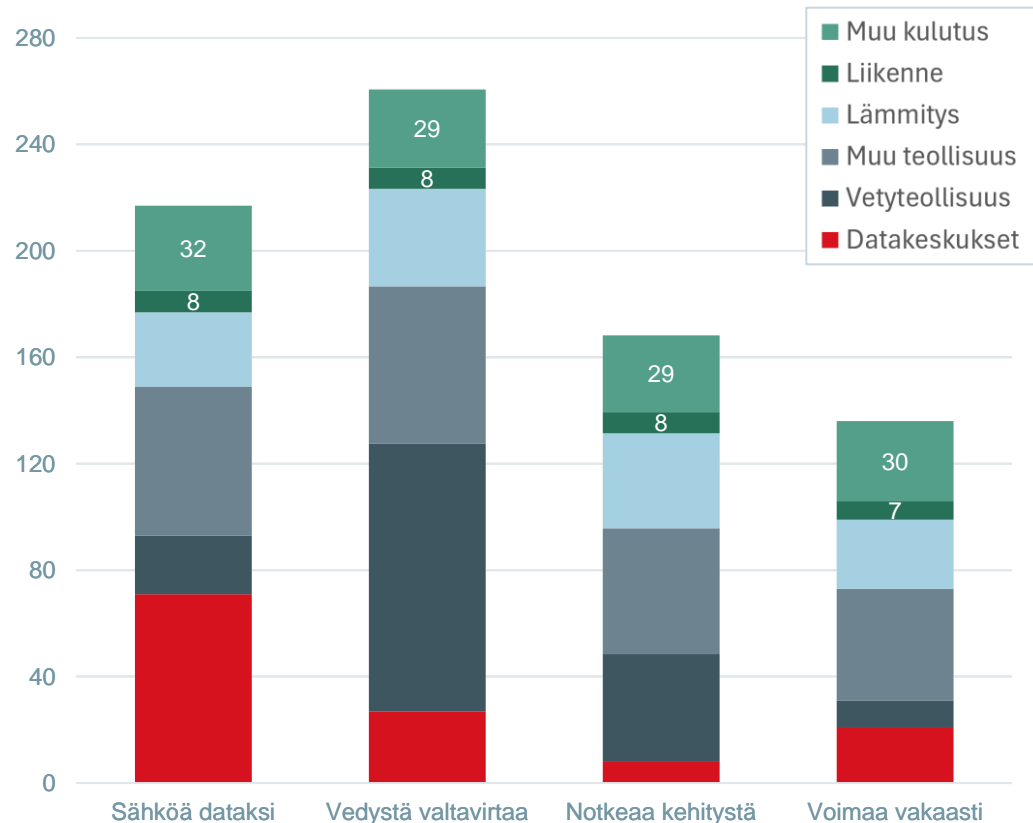
## Sähkön kulutuksen muutostekijät

- Kaikissa skenaarioissa kaukolämmön sähköistyminen jatkuu
  - Lämpöpumppuja enemmän korkean datakeskus- ja vetykasvun skenaarioissa hukkalämmön hyödyntämiseksi
  - Sähkökattiloita enemmän joustavan kulutuksen skenaarioissa
  - Kiinteistökohtainen erillislämmitys pysyy nykytasolla kaikissa skenaarioissa
- Vaihteluväli skenaarioissa: **26–37 TWh**



# Liikenteen sähkökäytössä latauksen joustavuudella on merkittävä vaikutus

## Sähkön kulutus skenaarioissa 2040 (TWh)



## Sähkön kulutuksen muutostekijät

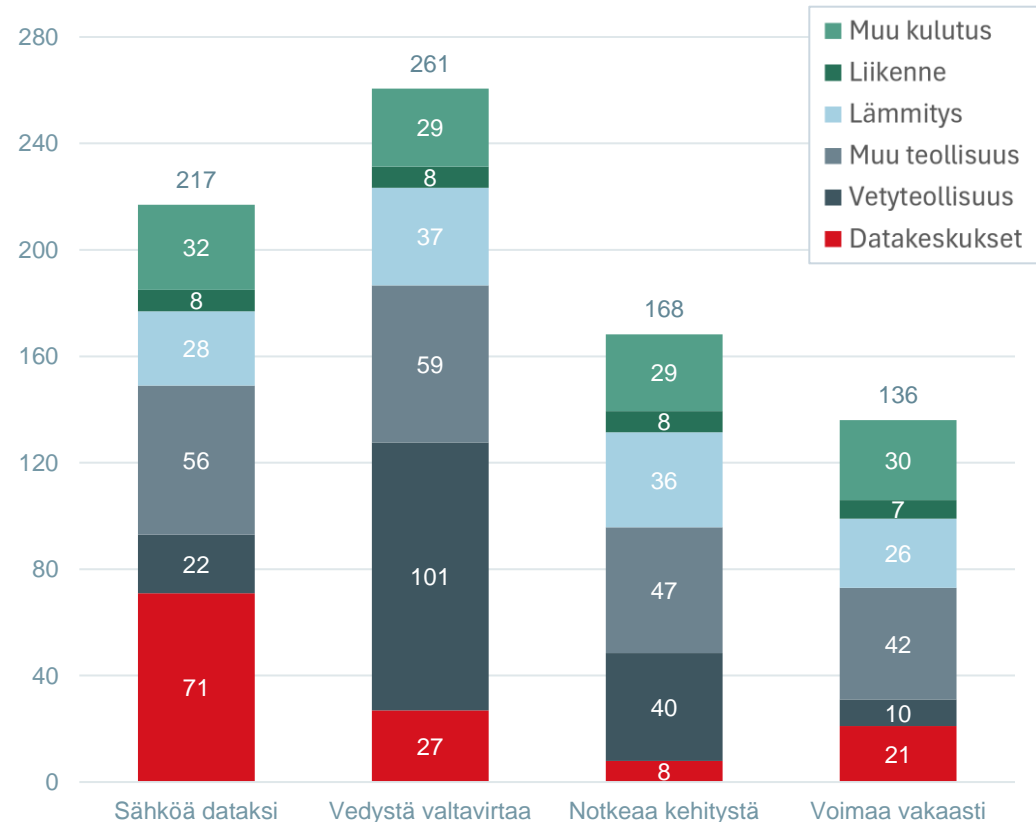
- Kaikissa skenaarioissa liikenteen sähköistyminen jatkuu
  - Liikenteessä on noin 1,7-2,0 miljoonaa sähköautoa\* ja lisäksi sähköistä raskasta liikennettä sekä raideliikennettä
  - Joustava lataus sähkön hinnan mukaan ja Vehicle-to-Grid -teknologia käytössä korkeamman kulutusjouston skenaarioissa
  - Vaihteluväli skenaarioissa: **7–8 TWh**
- Muu kulutus sisältää palvelusektorin ja häviöt, joissa ei merkittävää kasvua
  - Vaihteluväli skenaarioissa: **29–33 TWh**

\* Sisältää täyssähköautot sekä ladattavat hybridit

**FINGRID**

# Sähkön kulutus kasvaa merkittävästi uuden teollisuuden ja sähköistymisen ajamana

## Sähkön kulutus skenaarioissa 2040 (TWh)



## Sähkön kulutuksen muutostekijät

- Uusi sähköinen teollisuuskulutus
  - Datakeskukset
  - Vetyteollisuus: Vety ja vetyjalosteet
  - Muu uusi teollisuus
- Nykyisen kulutuksen sähköistyminen
  - Teollisuus
  - Lämmitys
  - Liikenne

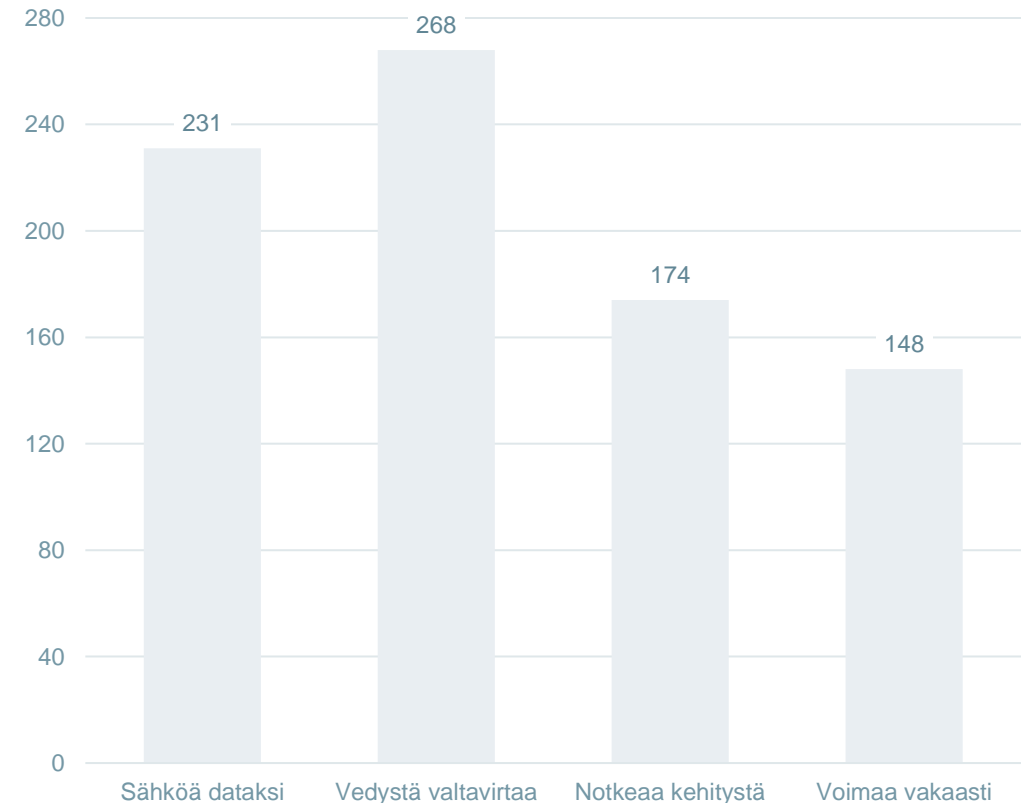
➤ Vaihteluväli skenaarioissa: **136–261 TWh**

# Kasvava sähkön tuotanto mahdollistaa kulutuksen kasvun – ja päinvastoin!

## Sähkön tuotannon muutostekijät

- Suomella jo nykyisellään hyvin monipuolinen ja puhdas sähköntuotanto
    - Vuonna 2024 puhtaan sähkön osuus oli 95 % tuotetusta sähköstä<sup>1</sup>
  - Suomen erittäin suuri potentiaali ja erinomainen kustannuskilpailukyky uusiutuvissa tuotantomuodoissa
- Vaihteluväli skenaarioissa: **148–268 TWh**

## Sähkön tuotanto skenaarioissa 2040 (TWh)



1: Lähteenä Energiateollisuus, Energiavuosi 2024 – Sähkö

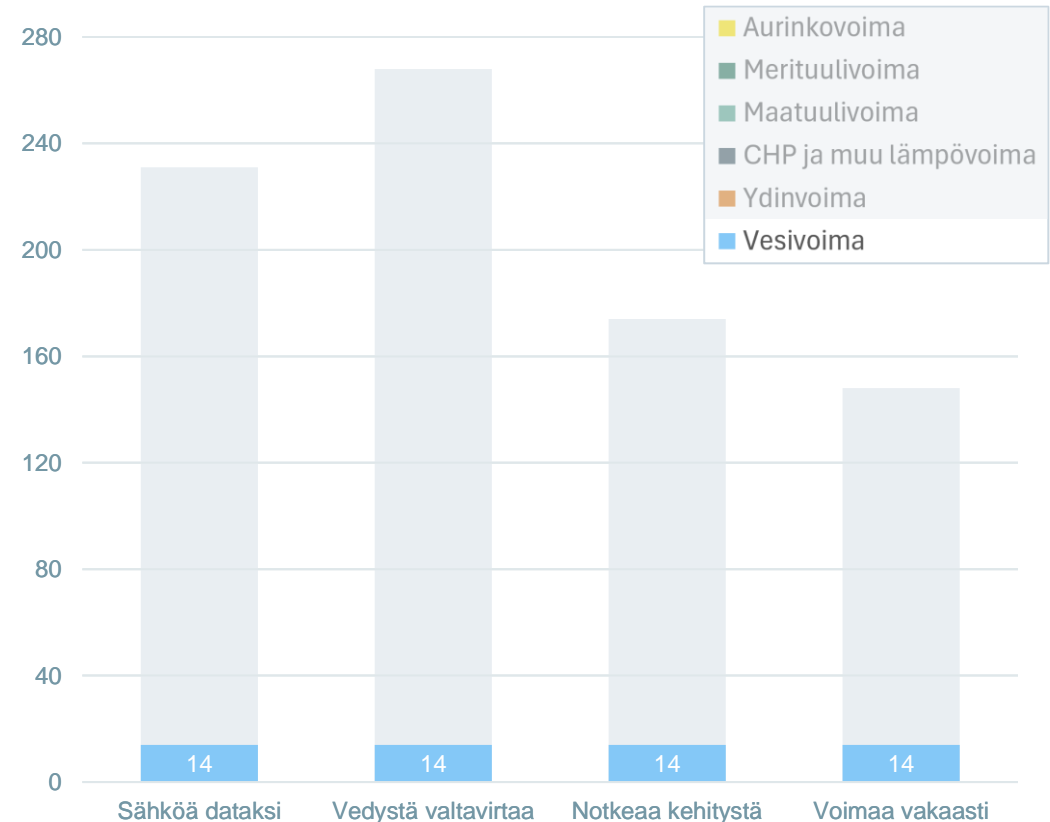


# Vesivoiman tuotanto pysyy ennallaan – uutena pumppuvoimaa lisäämään joustoa

## Sähkön tuotannon muutostekijät

- Vesivoimakapasiteetti säilyy nykytasolla kaikissa skenaarioissa
- *Sähköä dataksi* skenaariossa rakennetaan lisäksi pumppuvoimaa Pohjois-Suomeen noin 1 GW kapasiteetin edestä
  - Lisää tuotantopuolen joustavuutta
- Tuotanto kaikissa skenaarioissa: **14 TWh**

## Sähkön tuotanto skenaarioissa 2040 (TWh)

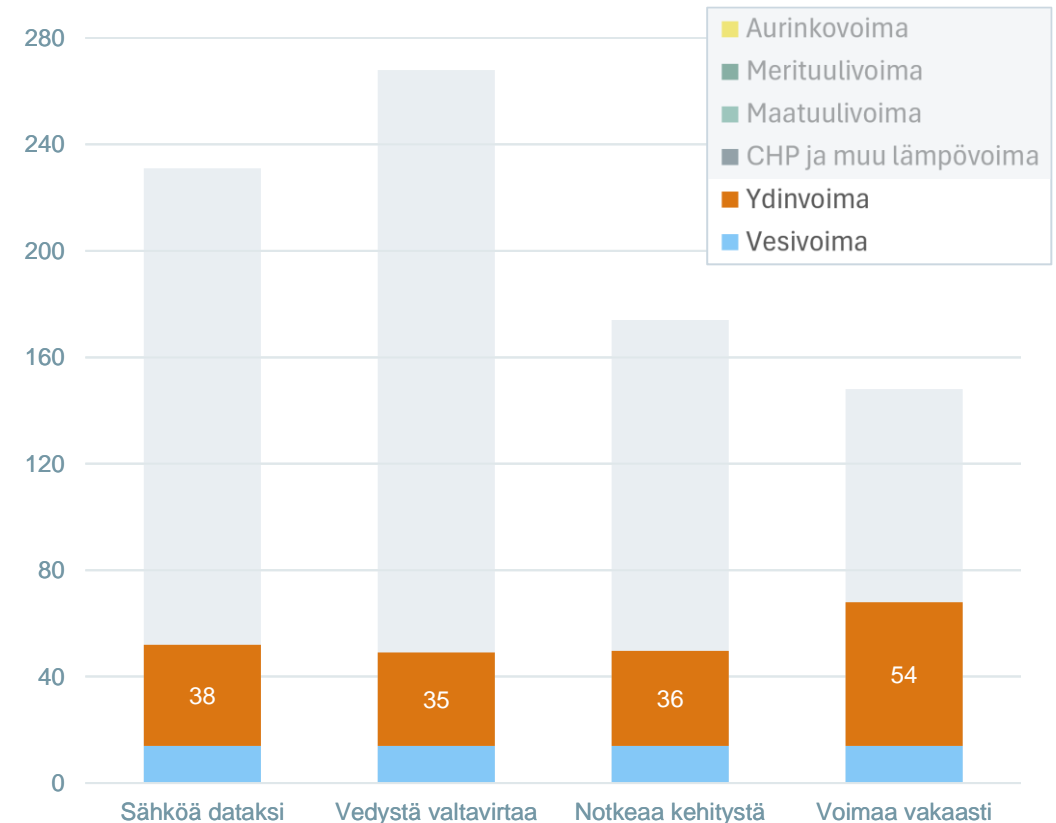


# Ydinvoimassa pientä kasvua tehonkorotuksista – myös uutta perinteistä ja pienydinvoimaa

## Sähkön tuotannon muutostekijät

- Kaikissa skenaarioissa on huomioitu suunnitellut tehonkorotukset Olkiluoto 1 & 2 sekä Loviisa 1 & 2 yksiköille
  - *Voimaa vakaasti* skenaariossa ydinvoiman määrä kasvaa eniten: oletuksena perinteisen ydinvoiman lisärakentaminen tuen avulla
  - *Sähköä dataksi* skenaariossa pienydinvoimaa sähkön ja lämmön tuotantoon
- Vaihteluväli skenaarioissa: **35–54 TWh**

## Sähkön tuotanto skenaarioissa 2040 (TWh)



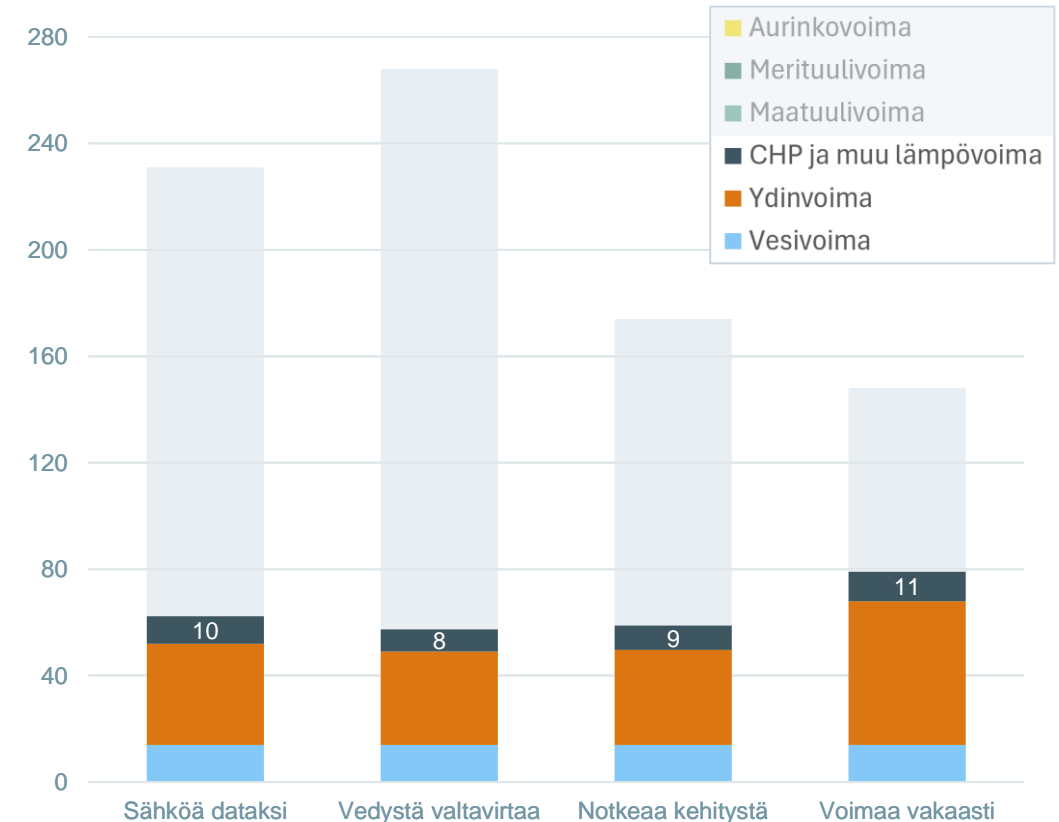
# Sähkön ja lämmön yhteistuotanto (CHP) supistuu – uutta huippuvoimaa tarvittaessa

## Sähkön tuotannon muutostekijät

- CHP supistuu kaikissa skenaarioissa
    - Nopeampi supistuminen joustavan kulutuksen skenaarioissa, joissa CHP-tuotantoa korvataan enemmän sähkökattiloilla
  - *Sähköä dataksi ja Vedystä valtavirtaa* skenaarioissa investoidaan uuteen huippuvoimakapasiteettiin\*
    - Tuotantomäärät jäävät kuitenkin alhaisiksi, suurin osa tuotannosta CHP:lla
- **Vaihteluväli skenaarioissa: 8–11 TWh**

\*huippuvoimalla viitataan nopeaan joustoon kykenevään kapasiteettiin, kuten kaasuturbiineihin ja moottorivoimalaitoksiin

## Sähkön tuotanto skenaarioissa 2040 (TWh)





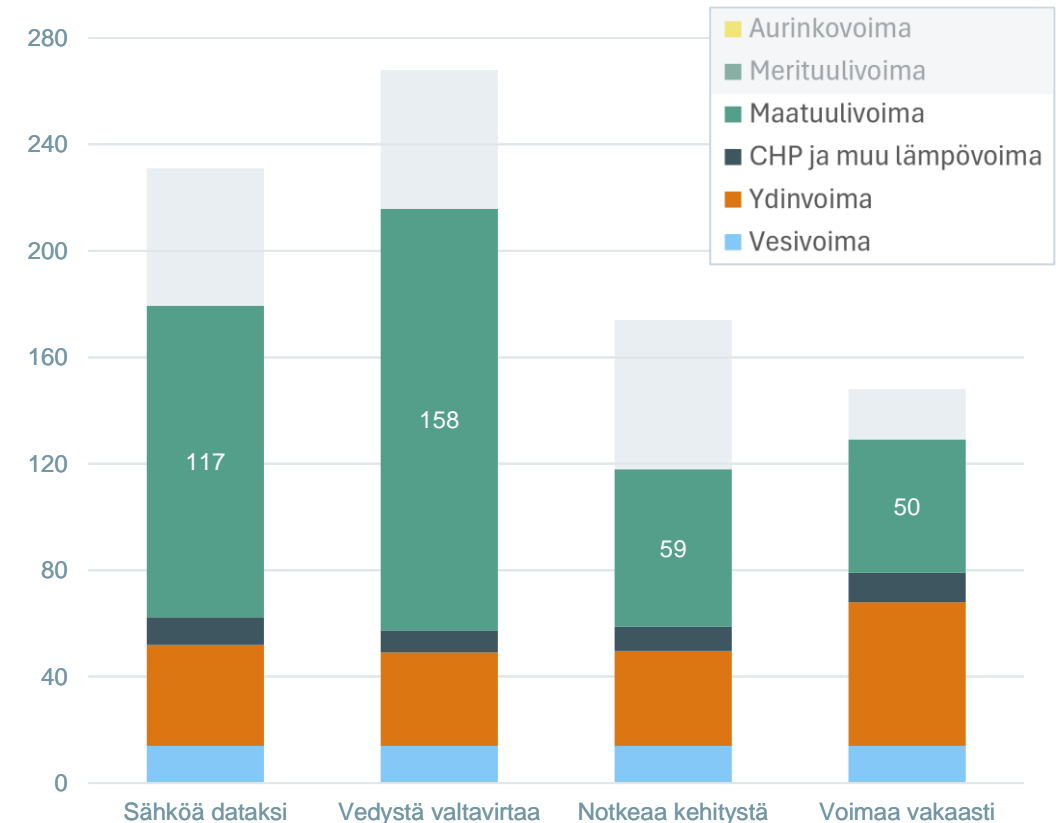
# Maatuulivoimassa erittäin voimakasta kasvua – mikäli rakentamispotentiaalia ei rajoiteta

## Sähkön tuotannon muutostekijät

- Maatuulivoima on kilpailukykyisin sähköntuotantomuoto Suomessa ja sen kapasiteetti määräytyy pitkälti skenaarioissa oletetun rakentamispotentiaalin mukaan
- Korkeimman kasvun skenaarioissa maatuulivoimaa 44–54 GW, *Sähköä dataksi* skenaariossa tuulivoimaa rakennetaan myös paljon Itä-Suomeen\*
- Maltillisemmän kasvun skenaarioissa maatuulivoima rajoitettu 16–20 GW tasolle

➤ Vaihteluväli skenaarioissa: **50–158 TWh**

## Sähkön tuotanto skenaarioissa 2040 (TWh)



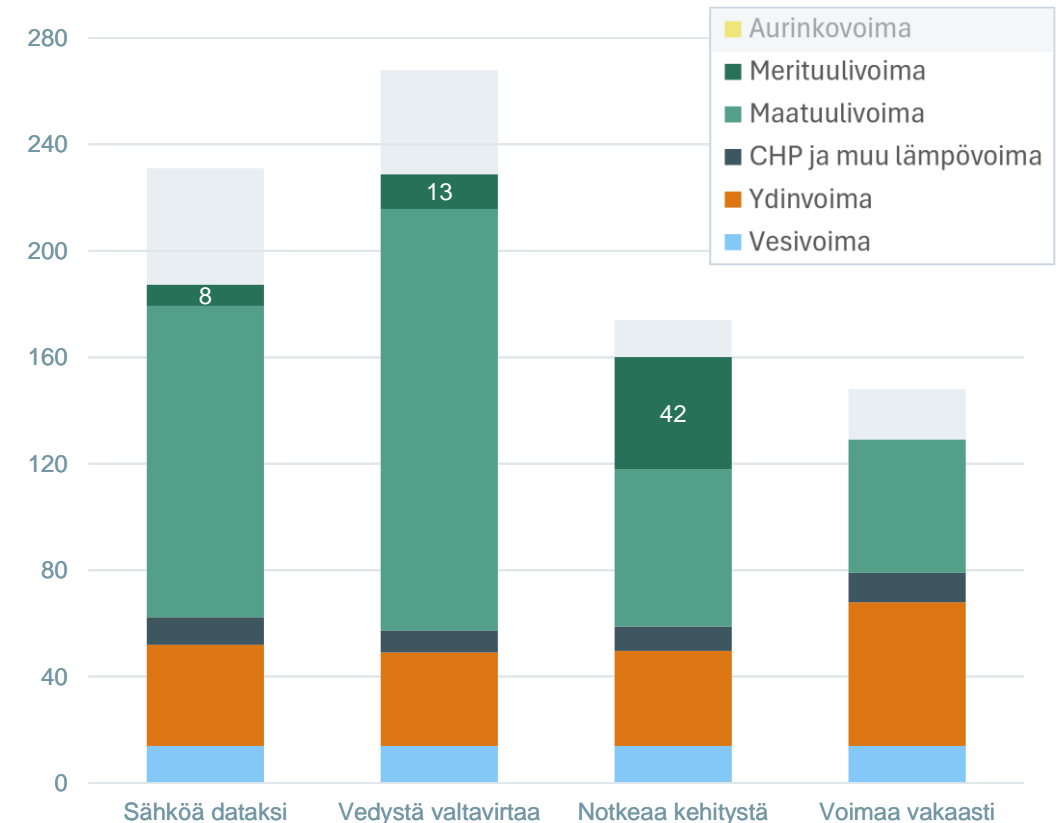
# Merituulivoiman kasvu täydentää tuulivoiman kokonaispotentiaalia

## Sähkön tuotannon muutostekijät

- Merituulivoima on kustannuksiltaan maatuulivoimaa korkeampaa, joten siihen investoidaan vähemmän
  - *Notkeaa kehitystä* skenaariossa merituulivoimaa rakennetaan eniten, noin 10 GW edestä
  - *Vedystä valtavirtaa ja Sähköä dataksi* skenaarioissa investoidaan yksittäisiin merituulivoimahankkeisiin (2–3 GW)
  - *Voimaa vakaasti* skenaariossa merituulivoimaa ei rakenneta

➤ Vaihteluväli skenaarioissa: **0–42 TWh**

## Sähkön tuotanto skenaarioissa 2040 (TWh)



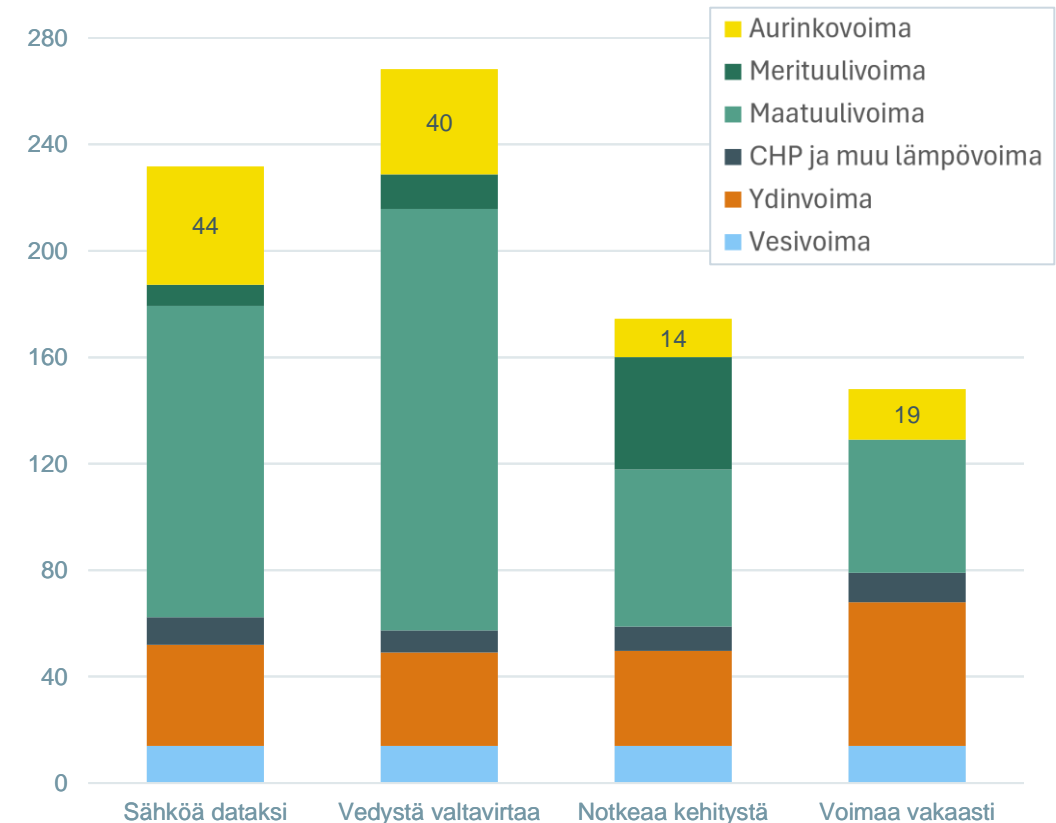
# Aurinkovoimassa voimakasta kasvua kustannusten laskiessa – profiilierosta hyötyä

## Sähkön tuotannon muutostekijät

- Aurinkovoima kasvaa merkittävästi kaikissa skenaarioissa
  - Tuulivoiman vaihtelua tasoittava tuotantoprofiili luo arvoa mahdollistamalla tasaisemman kokonaistuotannon edullisella hinnalla
  - Tuotanto korkeimmillaan *Sähköä dataksi* skenaariossa, jossa puhtaalle ”baseloadille” suurin kysyntä – akut keskeisessä roolissa

➤ Vaihteluväli skenaarioissa: **14–44 TWh**

## Sähkön tuotanto skenaarioissa 2040 (TWh)

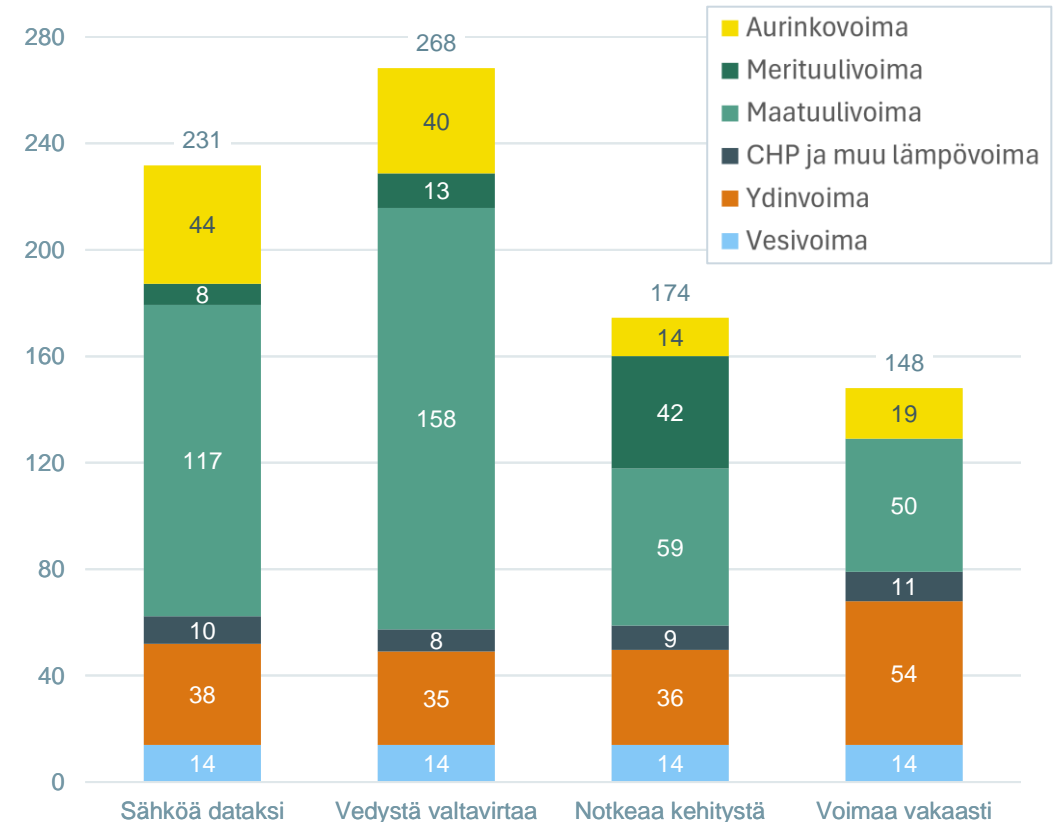


# Kasvava sähkön tuotanto mahdollistaa kulutuksen kasvun – ja päinvastoin!

## Sähkön tuotannon muutostekijät

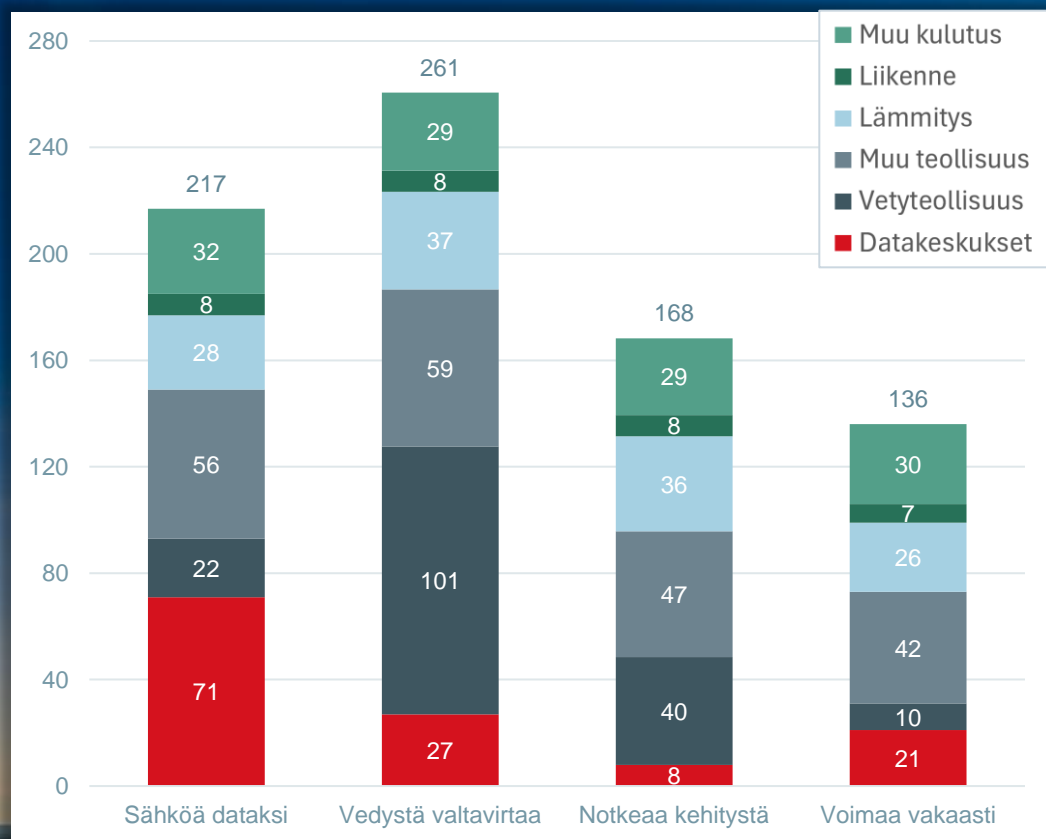
- Kasvu erityisesti tuuli- ja aurinkovoimasta – erinomainen kustannuskilpailukyky
  - Perinteinen CHP supistuu – mahdollinen uusi huippuvoima tärkeää joustolle, mutta vuotuiset tuotantomäärät vähäisiä
  - Ydinvoimaan kasvua tehonkorotusten, pienydinvoiman ja perinteisen ydinvoiman myötä – uudet investoinnit tarvitsevat tukea
  - Vesivoima ennallaan ja tärkeä jouston lähde – pumppuvoima lisää joustokykyä
- Vaihteluväli skenaarioissa: **148–268 TWh**

## Sähkön tuotanto skenaarioissa 2040 (TWh)

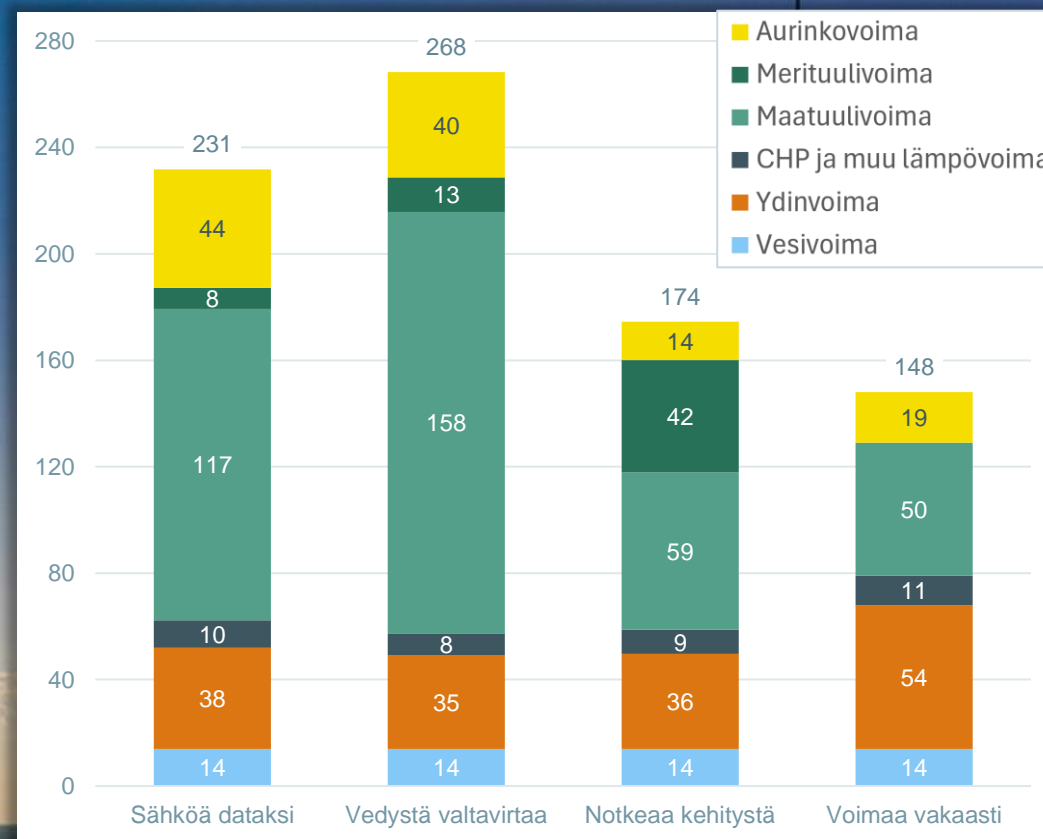


# Yhteenveto skenaarioiden sähkötaseesta

## Sähkön kulutus skenaarioissa 2040 (TWh)



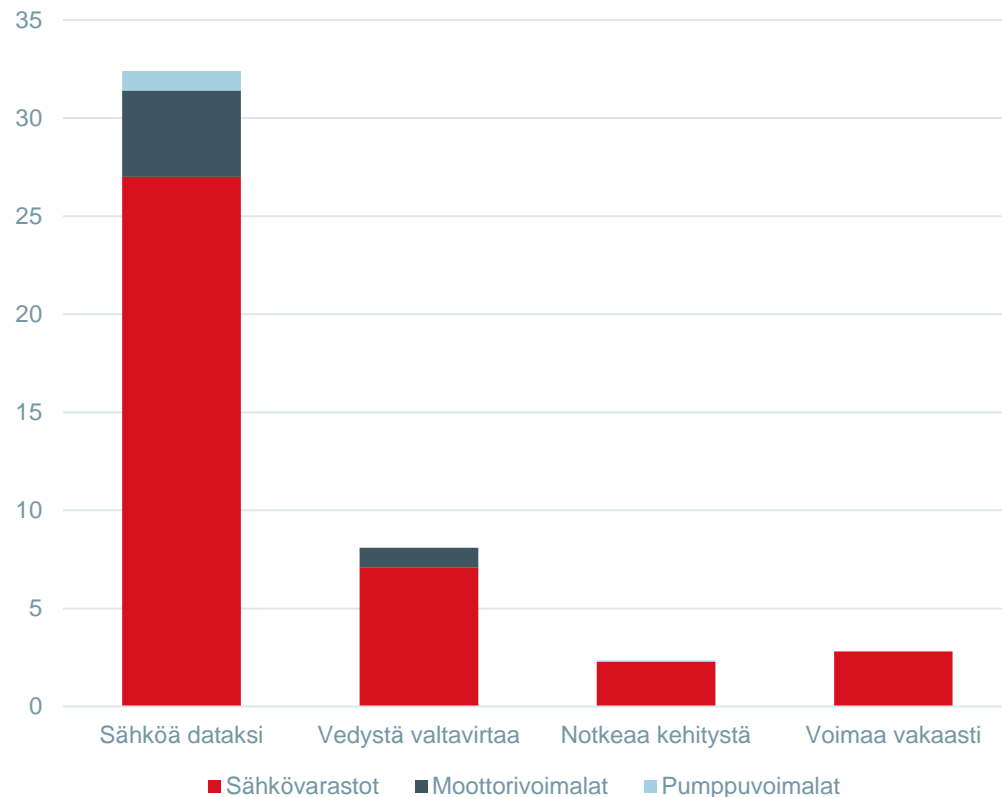
## Sähkön tuotanto skenaarioissa 2040 (TWh)





# Kasvun mahdollistamiseksi tarvitaan uutta joustoa sähköjärjestelmään

## Uusi joustava tuotanto ja varastointi (GW)



## Jouston muutostekijät

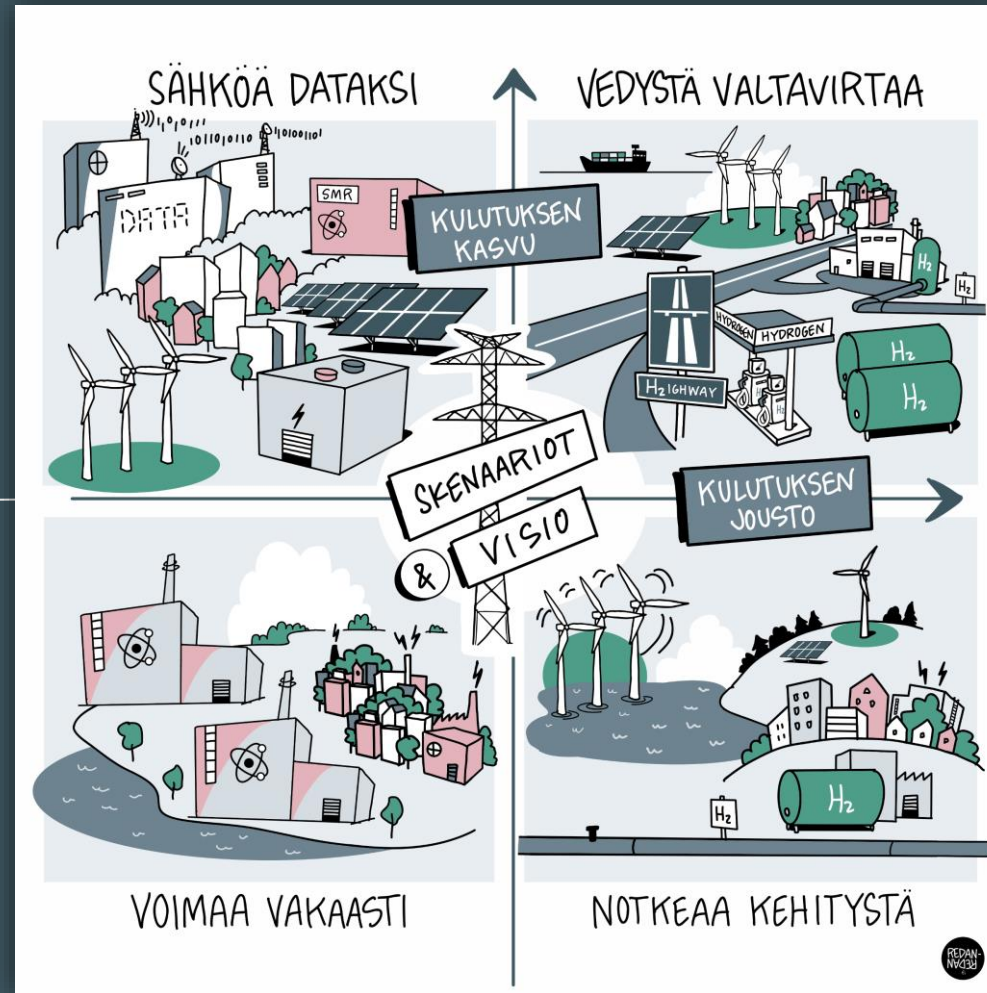
- Matalan kulutusjouston skenaarioissa tarve ”puhtaalle baseloadille”
  - *Sähköä dataksi* ratkaisuna sähkövarastot, pumppu- ja moottorivoimalat
  - *Voimaa vakaasti* skenaariossa matalampi kulutuskasvu ja uusi ydinvoima vähentävät tarvetta muille ratkaisuille
- Korkeamman kulutusjouston skenaarioissa suuri osa joustosta saadaan sektori-integraatiosta
  - Vetyvarastot ja vetyverkko mahdollistavat vedyntuotannon jouston
  - Lämpövarastot mahdollistavat sähköisen lämmityksen korkeamman kasvun ja jouston
  - Liikenteessä käytössä joustava ja kaksisuuntainen lataus
- Uudet rajasiirtoyhteydet kaikissa skenaarioissa

**FINGRID**

# Miten skenaario haastaa verkon kehittämisen?

- Merkittävää maatuulivoiman ja aurinkovoiman kasvu laajasti Suomessa, Itä-Suomea ja Itä-Lappia myöten

- Maltillisempi kulutuksen kasvu, mutta suuret perinteiset ydinvoimalat vaikuttavat merkittävästi verkon kehittämiseen

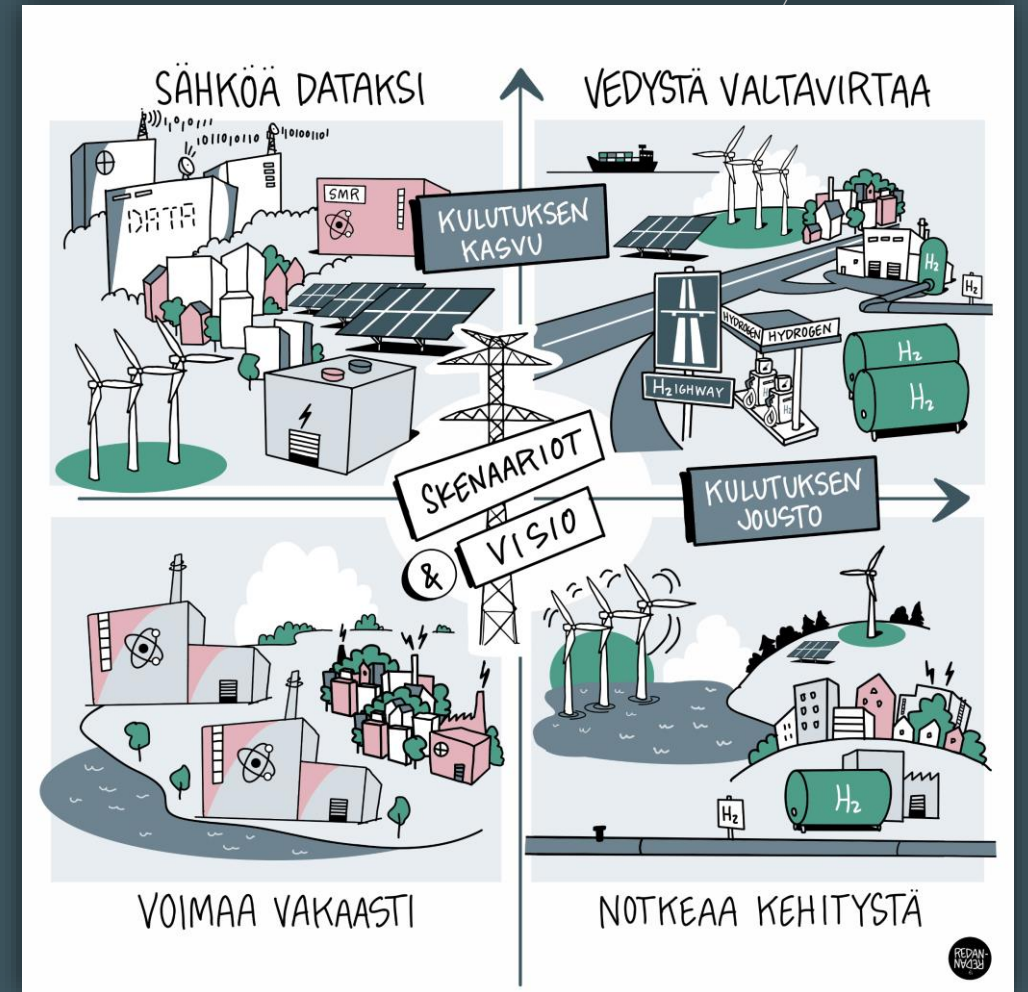


- Erittäin voimakas kulutuksen kasvu ja sen mahdollistava maatuulivoiman kasvu etenkin Länsi- ja Keski-Suomessa. Sähkö- ja vetyjärjestelmien yhteispelin rooli korostuu
- Kaupunkeihin sijoittuvan joustavan sähkönkulutuksen rooli kulutuksen kasvussa korostuu samalla, kun sähkön tuotanto painottuu voimakkaasti länsirannikolle merituulivoiman kasvun myötä

FINGRID

# Kysymykset ja keskustelu

- Kysymyksiä ja kommentteja voi lähettää webinaarin aikana osoitteessa: <https://fingrid.screen.io/visio>



FINGRID

# Ohjeet palautteen antamiseen – ja kiitos!

- Skenaarioluonnoksista julkaistaan raportti nettisivuillamme
- Pyydämme kommentoimaan skenaarioluonnoksia 11.4. mennessä lähettämällä kommentit osoitteeseen [strateginen.verkkosuunnittelu@fingrid.fi](mailto:strateginen.verkkosuunnittelu@fingrid.fi)
- Hyödynnämme palautetta skenaarioiden viimeistelyyn, joiden pohjalta tunnistamme visiotyössä millaisen sähkön kantaverkon sähköistynyt ja kilpailukykyinen Suomi tarvitsee tulevaisuudessa

