

# ENERGIAMURROS – UHKA VAI MAHDOLLISUUS SUOMELLE?

PHOENIX-projektin ajankohtaistilaisuus 3.10.2024

Aika	Teema
09:30 – 10:00	<b>Kahvia ja aamupalaa tarjolla</b>
10:00 – 10:10	<b>Tervetuloa, PHOENIX-projektin ja päivän tavoitteet</b> Jero Ahola, LUT-yliopisto
10:10 – 10:40	<b>Energiamurroksen haasteet ja mahdollisuudet Suomessa</b> Jussi Jyrinsalo, Fingrid
10:40 – 11:40	<b>Energiamurroksen tilannekuva – alustus sidosryhmäkeskusteluille</b>  Akunvaihtoon perustuvan raskaan sähköisen liikenteen kustannuskilpailukyky verrattuna diesel-käyttövoimaan Esa Tuviala, LUT-yliopisto  Julkinen latausinfra henkilöautojen sähköistymisen ajurina Anna Sahari, VATT  Kotitalouksien sähkönkäytön joustavuus Samuli Honkapuro, LUT-yliopisto  Hiilestä irtautumisen hinta: uudet ratkaisut maaseudun energiavarmuudessa Mirja Mikkilä, Helsingin yliopisto  Maankäytön mahdollisuudet ja jännitteet tuuli- ja aurinkovoiman kehityksessä: mitä on näköpiirissä? Lasse Peltonen, Itä-Suomen yliopisto  Aurinkovoiman vaikutukset sähköjärjestelmän joustotarpeisiin Sami Repo, Tampereen yliopisto
11:40 – 11:50	<b>Tauko</b>
11:50 – 12:30	<b>Keskustelu: Energiamurroksen haasteista mahdollisuudeksi</b>
12:30 – 13:00	<b>PHOENIX-projektin seuraavat askelmerkit energiamurroksen vauhdittajana</b>
13:00 – 14:00	<b>Lounas</b>

# **Tervetuloa, PHOENIX-projektin ja päivän tavoitteet**

## **Jero Ahola, LUT-yliopisto**

# PHOENIX

(Polku energiakriiseistä muutosjoustavaan, iskunkestävään ja oikeudenmukaiseen energiajärjestelmään)

- Strategisen tutkimuksen neuvoston rahoittamaan Just energy –ohjelmaan kuuluva projekti
- Partnerit ja osaprojektien johtajat
  - LUT-yliopisto, Jero Ahola (konsortion johtaja)
  - Helsingin yliopisto, Mirja Mikkilä
  - Itä-Suomen yliopisto, Rauno Sairinen
  - Tampereen yliopisto, Sami Repo
  - Valtion taloudellinen tutkimuskeskus VATT, Marita Laukkanen

# PHOENIX:n ja päivän tavoitteet

- Sähköistyvän energiajärjestelmän
  - hyötyjen ja haittojen tunnistaminen eri alueiden ja erilaisten energiankäyttäjien/-tuottajien näkökulmasta
  - resilienssihaasteiden tunnistaminen energia-arvoketjun eri osissa
    - Suositukset Suomen energiajärjestelmän resilienssin, kustannustehokkuuden ja oikeudenmukaisuuden tukemiseksi
- Uusien oikeudenmukaisten ratkaisujen kehittäminen edellyttää eri osapuolien näkökulmien tunnistamista
  - Keskustelut tänään ja myöhemmin kyselytutkimukset, haastattelut...

# Tutkimuskohteita

- Sähkötörkkinat ja kuluttajat
  - Dynaamisten hintojen ja joustokannustimien vaikutus eri tyyppisiin kuluttajiin
  - Nykyisen sähkötörkkinamallin soveltuvuus uusiutuvaan energiaan pohjautuvassa järjestelmässä
  - Sähköautojen hankintaan vaikuttavat tekijät
- Teollisuuden rooli murroksessa
  - Murrokseen liittyvän sääntelyn vaikutus teollisen tuotannon sijoittumiseen (Suomen sisällä, Suomesta, Suomeen?)
  - Raskaan liikenteen sähköistymisen tehokkuus ja kustannukset
  - Metsäteollisuuden rooli murroksessa

# Tutkimuskohteita

- Maankäyttö ja maaseutu
  - Maankäyttöön liittyvien jännitteiden hallinta Voimaloiden sijoittumisen taloudelliset vaikutukset (asuntojen hinnat, kiinteistöverotulot)
  - Maaseudun energiavarmuustarpeet, mikroverkkoratkaisut ja ratkaisujen hyväksyttävyyys
  - Akkumineraalien hankinta ja sosiaaliset/poliittiset riskit
- Energiamurrospolut
  - Energiamuotojen hyväksyttävyyys
  - Murroksen polkuriippuvuus
  - Kustannusoptimoidut murrospolut

# Vaikuttavuustavoitteet

1. Edistää reilua ja energiajärjestelmän resilienssiä tukevaa **sähkön hinnoittelua** ja **uusien teknologioiden käyttöönottoa** kotitalouksissa, yrityksissä ja energiajärjestelmässä
2. Lisätä ymmärrystä suomalaisen **teollisuuden roolista ja mahdollisuuksista** murroksessa
3. Lisätä tietoa **energiamurroksen hyötyjen ja haittojen alueellisesta jakautumisesta** Suomessa ja globaalisti sekä tarjota työkaluja haittojen hallitsemiseen
4. Tarjota tietoa energiamurrospolkujen **kustannuksista** ja mahdollisista **kompromisseista oikeudenmukaisuuden, resilienssin ja kustannusten** välillä globaalissa toimintaympäristössä

- **Jussi Jyrinsalo, Fingrid:** Energiamurroksen haasteet ja mahdollisuudet Suomessa
  - Aikaa kysymyksille/keskustelulle esityksen jälkeen
- **Energiamurroksen tilannekuva**
  - Jokaisen esityksen jälkeen aikaa 1-2 kysymykselle
  - Kaikkien esitysten (ja lyhyen tauon) jälkeen ryhmäkeskustelut
    - Jakaudutaan 6 ryhmään tilannekuvaesitysten mukaisesti (valitse itseäsi eniten kiinnostava teema, voit myös halutessasi vaihtaa ryhmää)
    - Aluksi 5 minuuttia kommenttien kirjoittamiselle ja kiinnittämiseksi teeman posteriin
      - Mahdolliset esittäjien nostamat kysymykset, lisätietotarpeet teemaan liittyen, ratkaisuehdotukset mahdollisiin haasteisiin...
      - Kommentteja voi kirjoittaa myös jo esitysten aikana
    - Lappujen kiinnittämisen jälkeen keskustelu ryhmässä
- Ryhmäkeskustelun jälkeen palataan salin etuosaan





3.10.2024

Jussi Jyrinsalo

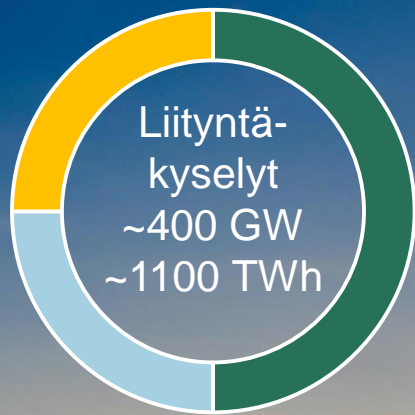
# Energiamurroksen haasteet ja mahdollisuudet Suomessa

PHOENIX-ajankohtaistilaisuus 3.10.2024

**FINGRID**

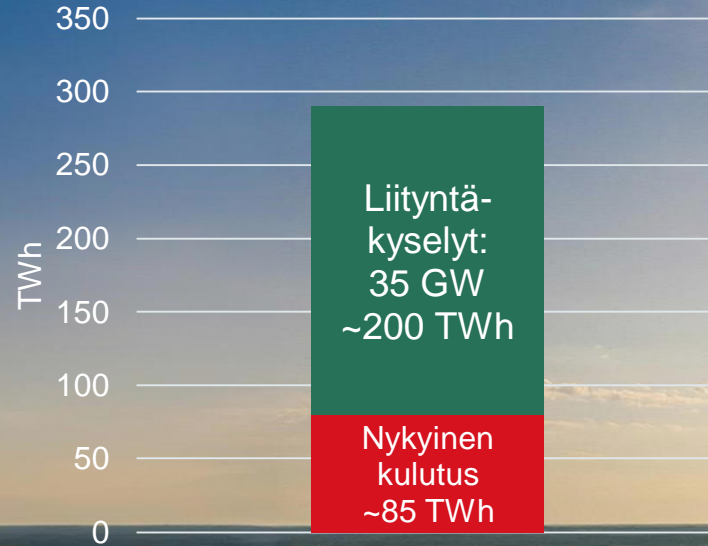
# Suomen mahdollisuudet energiamurroksessa ovat erittäin lupaavat

Suomen sähköntuotantopotentiaali on erittäin suuri ja kilpailukykyinen



■ Maatuuivoima ■ Merituuloivoima  
■ Aurinkovoima

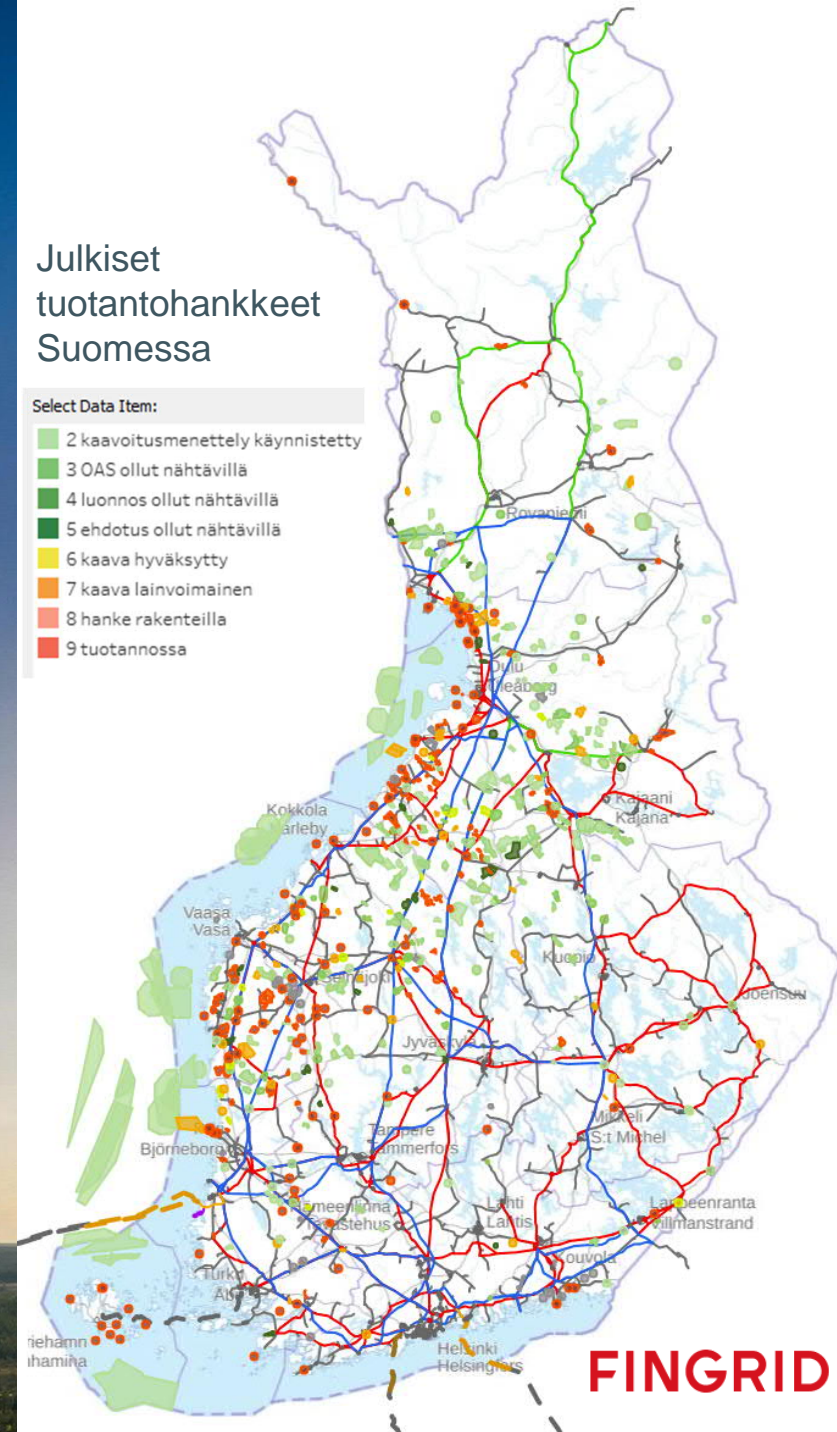
Puhdasta sähköä tarvitsevien hankkeiden liityntäkyselyt ovat kasvaneet voimakkaasti



## Julkiset tuotantohankkeet Suomessa

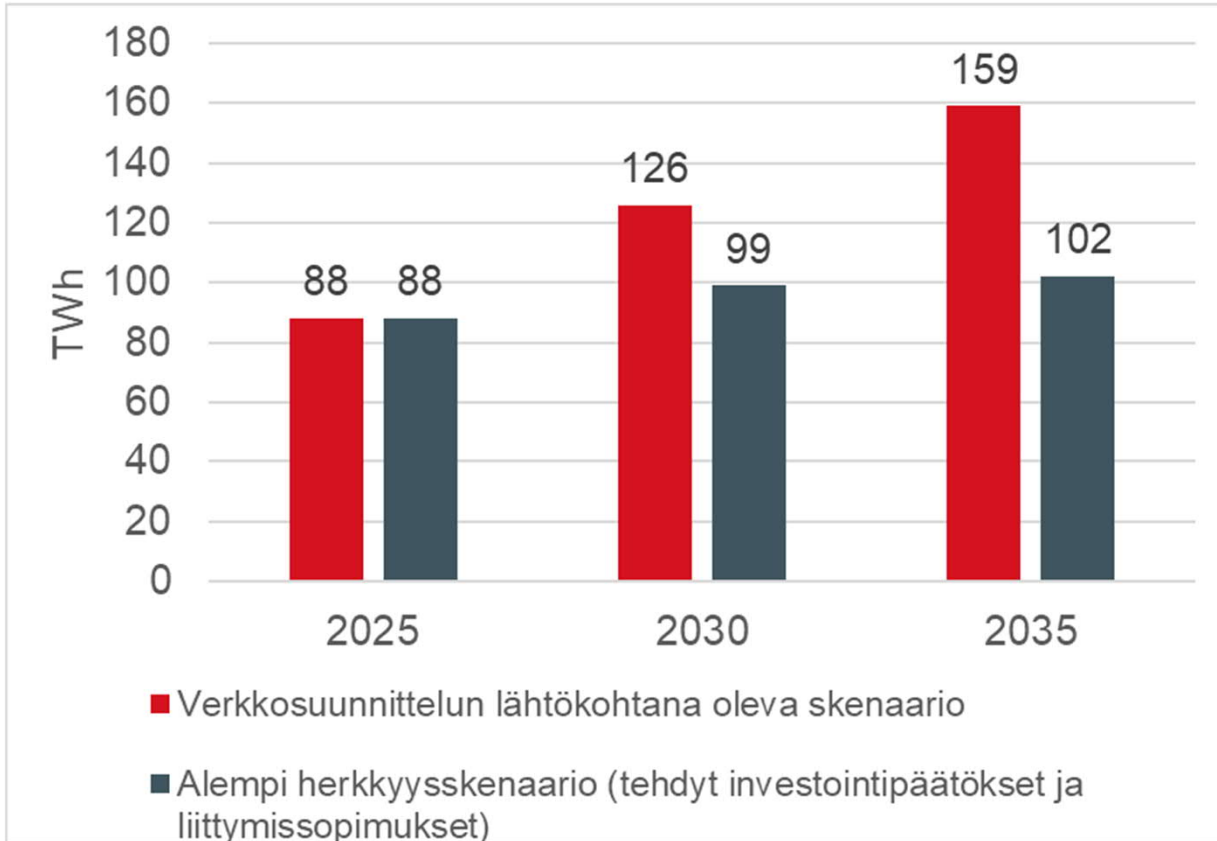
Select Data Item:

- 2 kaavoitusmenettely käynnistetty
- 3 OAS ollut nähtävillä
- 4 luonnos ollut nähtävillä
- 5 ehdotus ollut nähtävillä
- 6 kaava hyväksytty
- 7 kaava lainvoimainen
- 8 hanke rakenteilla
- 9 tuotannossa



FINGRID

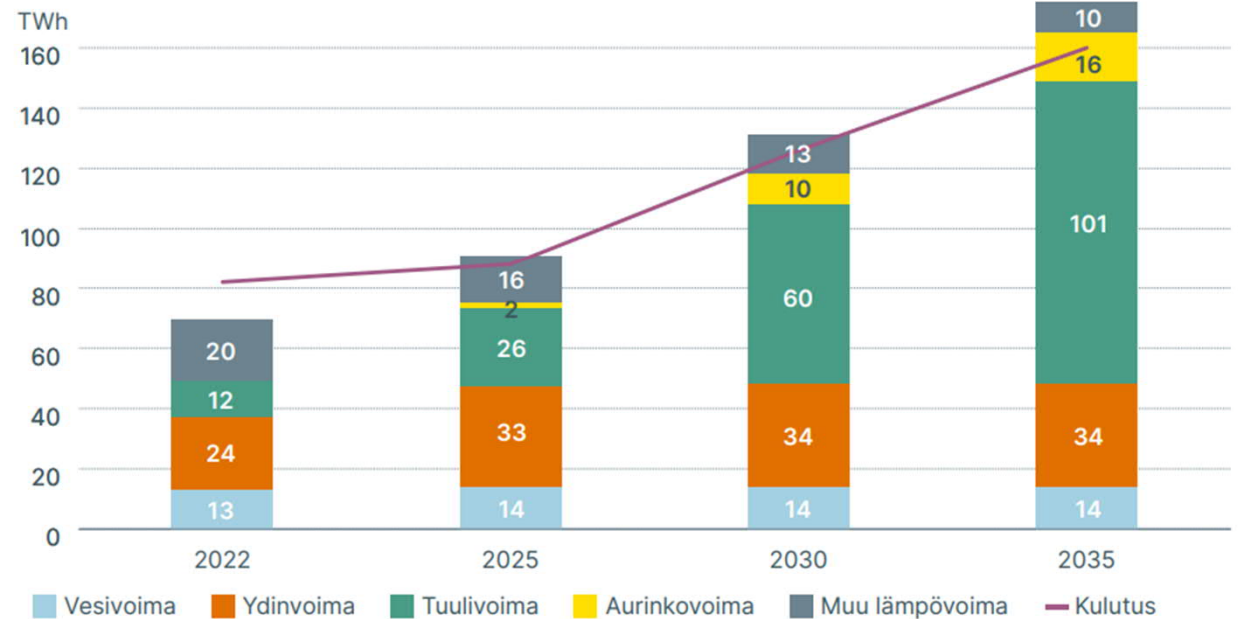
# Kyselyistä liitynnöiksi, Fingridin ennusteet



Suuremmassa skenaariossa teollisuuden osuus nousee 45 -> 55 -> 64%

## Sähkön tuotannon ennustettu kehitys (TWh)

Fingridin ennuste, syyskuu 2024.



# Sähkökattilat kasvattavat nopeasti kulutusta



## Julkistetut investoinnit\*

Helsinki	380 MW
Espoo	380 MW**
Vantaa	180 MW
Vaasa	160 MW
Tampere	145 MW
Jyväskylä	120 MW
Oulu	100 MW
Lahti	60 MW
Anjala	60 MW
Rovaniemi	60 MW
Turku	50 MW
Tervakoski	50 MW
Seinäjoki	40 MW
Lappeenranta	40 MW
Tornio	40 MW
Kerava	30 MW
Mikkeli	30 MW
Kotka	30 MW
Hyvinkää	20 MW
Joensuu	20 MW
Haapavesi	12 MW
Kajaani***	
Kokkola***	
Tervasaari + muita UPM:n tehtaita***	

- ~2 GW julkistettuja investointipäätöksiä sähkökattiloihin
- Lisäksi huomattavasti hankkeita suunnitteluvaiheessa
- **Kapasiteetin kasvu ajoittuu suurilta osin vuosille 2023-2025**

\* Sisältäen uudelleen käyttöön otetut kattilat

\*\* Sisältää myös lämpöpumppuja

\*\*\* Kapasiteettia ei julkistettu

# Datakeskukset

## Kiinnostus kasvanut nopeasti – kuinka nopeasti kasvaa sähkön kulutus?



### atNorth to open new 15MW data center campus

atNorth strengthens position with its third data center site in strategic location in Helsinki, Finland

Feb 7, 2023

## Kajaani Campus

Nestled in Finland's Renforsin Ranta Business Park, our Kajaani campus is designed for high-performance computing (HPC) and artificial intelligence (AI), and is powered entirely by renewable energy sources.



Location: Kajaani, Finland  
Expansion capacity: 100+ MW  
Certifications: ISO 27001

## Valtuusto hyväksyi esisopimuksen Seinäjoen datakeskuksen kiinteistökaupoista

Esisopimuksen mukaan asemakaavoitettujen alueiden kauppahinta on yli 7 miljoonaa euroa ja kaavoittamattomien arviolta noin 10 miljoonaa.

## VERNE

Helsinki DataHFT

### GENERAL & HIGHLIGHTS:

- Located in Helsinki Metropolitan area, 15min from international airport
- Overall campus size 15 000m<sup>2</sup>
- Overall campus capacity +50MW
- Building type: stand-alone data center
- State of the art active fire protection
- Waste heat reuse
- 62U racks
- Tier III equivalent
- NVIDIA DGX authorised



### atNorth announces heat reuse enabled mega site in Kouvola

Initial 60MW phase due second half 2025, to provide heat and hot water to the surrounding community.

Dec 7, 2023

## Google laajentaa Suomessa sijaitsevaa datakeskustaan – Haminaan jopa 100 uutta työpaikkaa

Uusi laajennus valmistunee ensi vuoden elokuussa. Investoinnin myötä Haminaan syntyy 100 uutta työpaikkaa.

## High-speed trader XTX Markets to build vast data centre in Finland

## Datakeskuksen rakentaminen Kouvolaan voi alkaa jo loppuvuodesta

Suomalaisyhtiö Hyperco on hakenut rakennuslupaa Kouvolan Korialle suunniteltua datakeskusta varten.

## Microsoftin Espoon datakeskuksen rakennustyöt alkamassa syyskuussa

**Datakeskus** | Microsoftin datakeskukselle Espooseen myönnettiin rakennuslupa.

**20000 asukkaan Mäntsälä sai "Euroopan tehokkaimman" kaupallisessa käytössä olevan super-tietokoneen**

**Yritykset** | YNV kertoo myös laajentavansa palvelinkeskusta. Valmista olisi määrä tulla 12 kuukauden aikana.

# Muu kulutuksen kasvu

## Vety ja sähköpolttoaineet

- Suomen suhteellinen kilpailukyky hyvällä tasolla, mutta kansalliset tuet sekoittavat asetelmaa
- Valtava potentiaali, mutta vetysektorilla vielä toistaiseksi haasteita kustannuskilpailukyvyn kanssa

## Tehdasteollisuus

- Paljon hankkeita useilta eri sektoreita ja useista eri lähtökohdista
- Investointien toteutumistodennäköisyyden ja ajoituksen arviointi haastavaa
- Puhdas, edullinen ja varma sähkö tärkeässä roolissa

## Sähköinen liikenne

- Sähkö yleistyy käyttövoimana nopeasti
- Vaikutus kulutuksen kasvuun maltillinen
- Lataustehon optimointi merkittävä tekijä verkkojen riittävyyden kannalta

## Kiinteistökohtainen lämmitys

- Sähkö korvaa fossiilisia lämmitysmuotoja
- Rakennusten energiatehokkuus paranee
- Kulutus voimakkaasti sääriippuvaista



# Uusi sähköjärjestelmä ja sen keskeiset haasteet

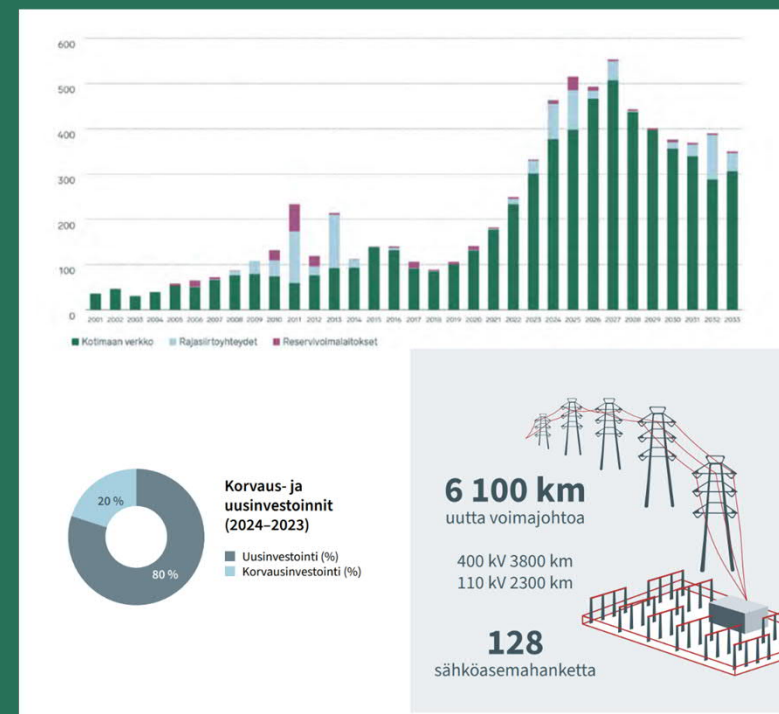
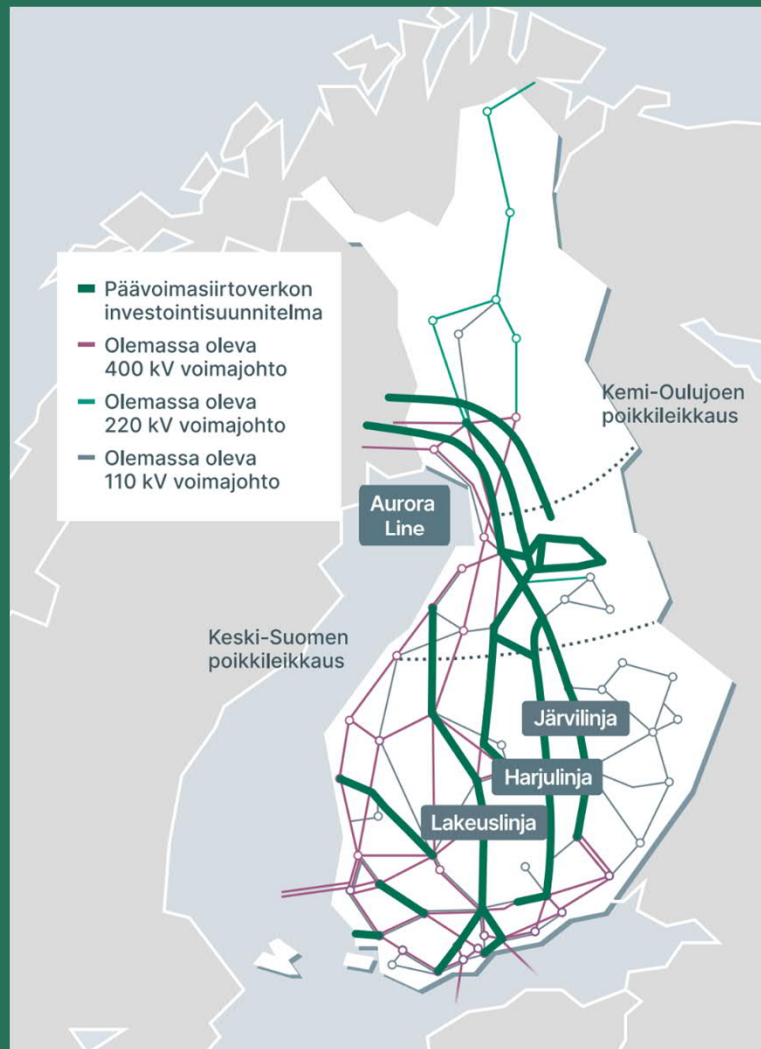
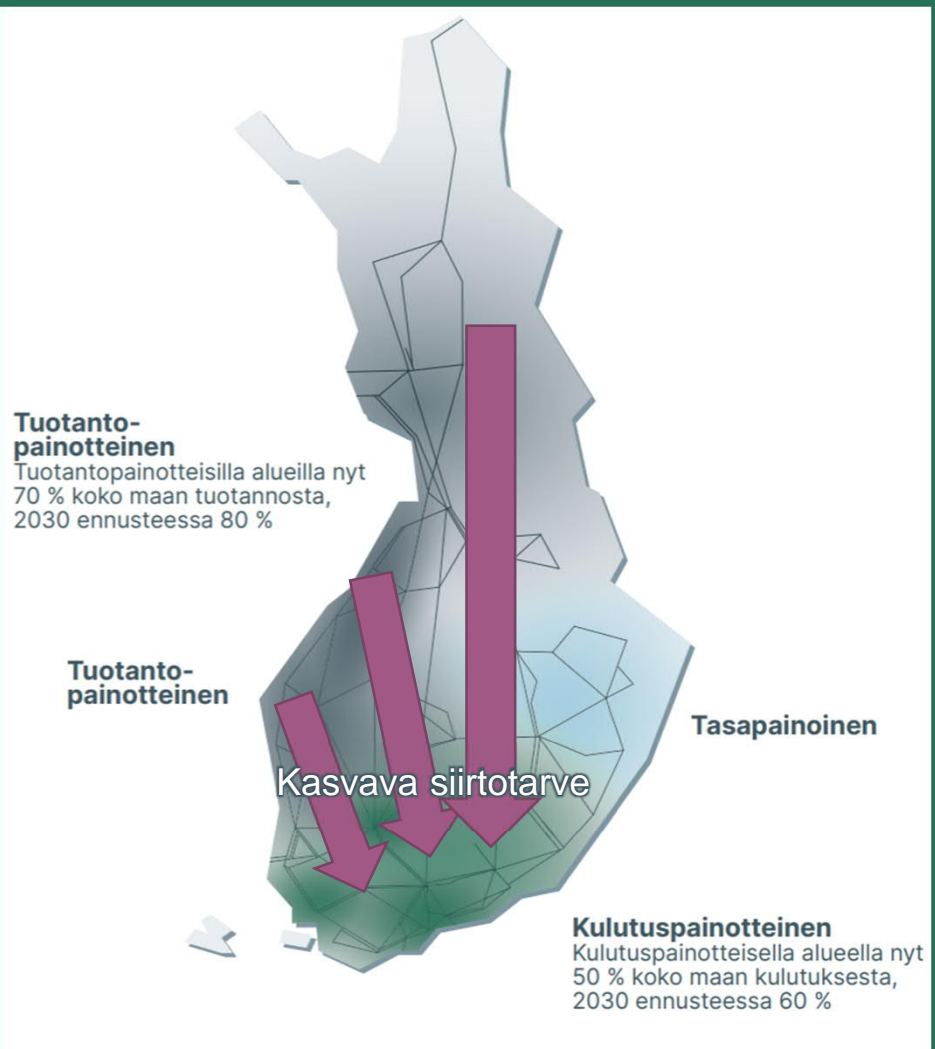


Suuri osa sähkön tuotannosta muuttuu suuntaajakäyttöiseksi ja säästä riippuvaksi:

- Sähköjärjestelmän tekninen toimivuus on haastavampaa hallita
- Tuotannon ja kulutuksen tasapaino on vaikeampi hallita, mikä johtaa sähkön hinnan vaihteluihin
- Sähköverkon liittymis- ja siirtokapasiteetista syntyy niukkuutta, kun siirrettävät tehot kasvavat merkittävästi ja ovat entistä huipukkaampia

# Pääsiirtoverkon kehitystarpeet

Verkkoinvestointeja noin 4 miljardilla eurolla vuosina 2024–2033





# Kantaverkkomaksujen muutosehdotukset

## Ehdotus 1: Liittymismaksu-uudistus

- Kantaverkon liittymismaksu koostuisi jatkossa nykyisen kaltaisesta suorasta liittymismaksusta (välittömät kustannukset) sekä alueellisesta liittymän tehomaksusta.

## Ehdotus 2: Palvelutasot kantaverkkopalveluun

- Perinteisen siirtopalvelun rinnalle joustava palvelutaso, jossa Fingridillä sovitusti oikeus rajoittaa kohteiden sähkön kulutusta tai tuotantoa ja asiakas saa kiinteän hyvityksen

## Ehdotus 3: Joustavat liittynät

- Joustavat liittynät käyttöön myös pysyvinä ratkaisuinä, jolloin asiakkaan kanssa sovittu jousto korvaisi verkkoinvestointitarpeen, asiakas saisi hyvityksen

+ sähkövarastojen tehomaksu

### Tuotanto-painotteinen

Tuotantopainotteisilla alueilla nyt 70 % koko maan tuotannosta, 2030 ennusteessa 80 %

### Tuotanto-painotteinen

### Tasapainoinen

### Kulutuspainotteinen

Kulutuspainotteisella alueella nyt 50 % koko maan kulutuksesta, 2030 ennusteessa 60 %



# Verkkoyhtiöllä keskeinen rooli Suomen kilpailukyvyn takaajana



# Kysymyksiä?

## **Fingrid Oyj**

Läkkisepäntie 21

00620 Helsinki

PL 530, 00101 Helsinki

Puh. 030 395 5000

Fax. 030 395 5196

[www.fingrid.fi](http://www.fingrid.fi)



**FINGRID**



# LAND OF THE CURIOUS



PHOENIX AJANKOHTAISTILAISUUS, 03.10.2024

# AKUNVAIHTOON PERUSTUVAN RASKAAN SÄHKÖISEN LIIKENTEEEN KUSTANNUSKILPAILUKYKY VERRATTUNA DIESEL-KÄYTTÖVOIMAAN

Esa Tuviala

Nuorempi tutkija

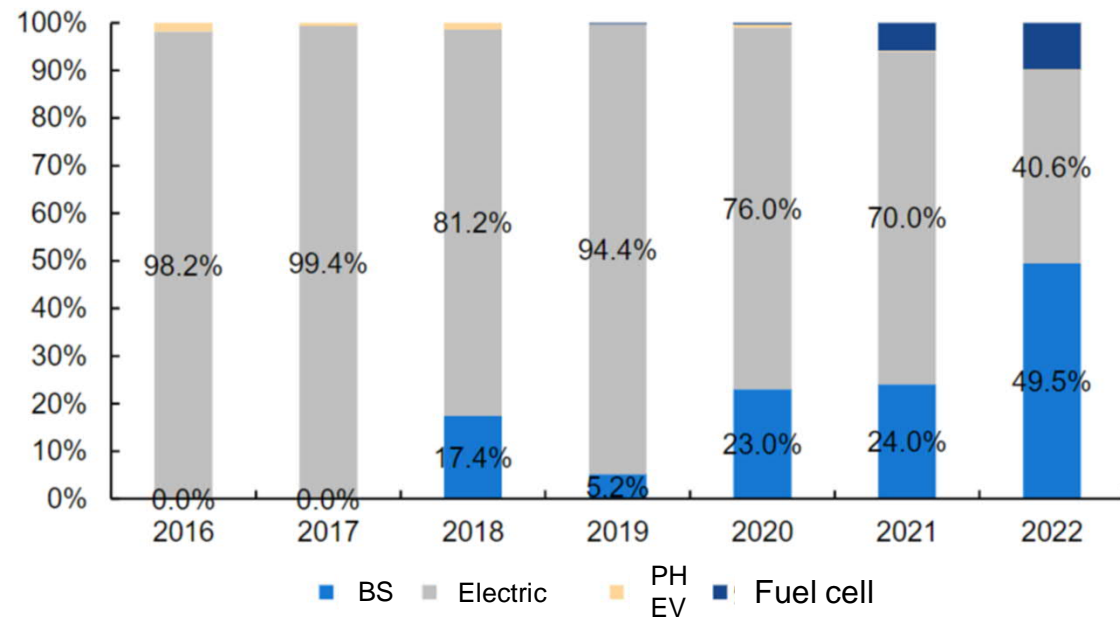
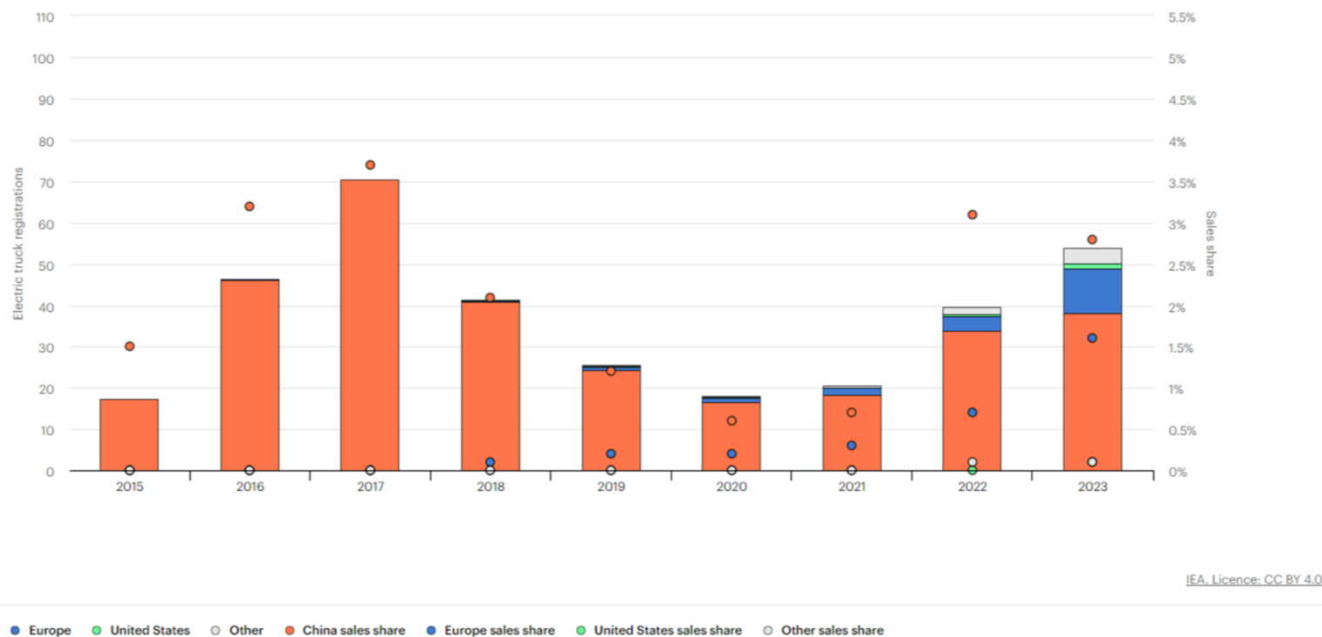
esa.tuviala@lut.fi



LIFE22-IPC-FI-ACE LIFE.  
Euroopan unionin  
osarahoittama.



# RASKAAN KALUSTON SÄHKÖISTYMINEN



[Sealand Securities, 2023.](#)

IEA, 2023. [Electric truck registrations and sales share by region, 2015-2023](#)

# AKUNVAIHTO KÄYTÄNNÖSSÄ



# SIMULAATIOMALLI

- Akunvaihtoteknologiaan perustuvan raskaan kaluston kustannusten selvittäminen ja vertaaminen diesel-käyttövoimaan
- Optimoidaan akunvaihtoaseman sijainti, akkujen ja laturien määrä sekä latausaikataulut
- Neljä ajoneuvoyhdistelmää
- Kuormattu massa 68 t, kuormaamaton massa 24 t
- Kuljetukset neljä kertaa päivässä Hamina-Joutseno välillä





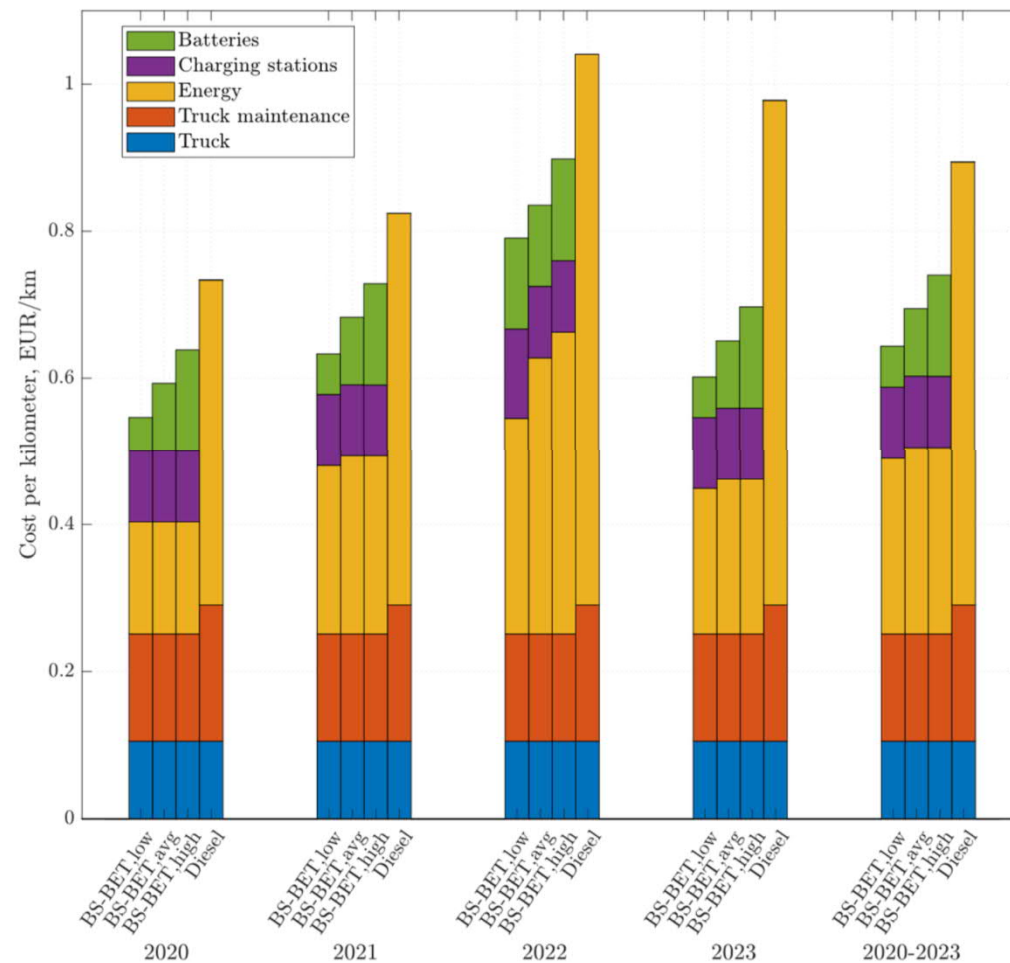


## OLETUKSET

- » Ajoneuvon kokonaismassan perusteella laskettu energiankulutus
- » Energiankulutuksessa ei ole huomioitu sään vaikutusta eikä topografiaa
- » Kustannusten tarkastelu kolmella eri akkupaketin hinnalla (100, 200, 300 €/kWh)
  - » Globaalilla tasolla akkujen hinta n. 150 €/kWh ([BloombergNEF](#))
- » Akunvaihtoaseman kustannukset: laturit, sähköverkon liitäntä, muuntaja ja robotiikka
- » Akkujen kustannus laskettu erilleen vetoauton ja perävaunun kustannuksesta
- » Valitun vuoden sähkönhinta jatkuu koko elinkaaren ajan (viisi vuotta)
- » Tuntiperusteisen sähkönhinnan käyttö simuloinnissa

# KUSTANNUSTEN VERTAILU

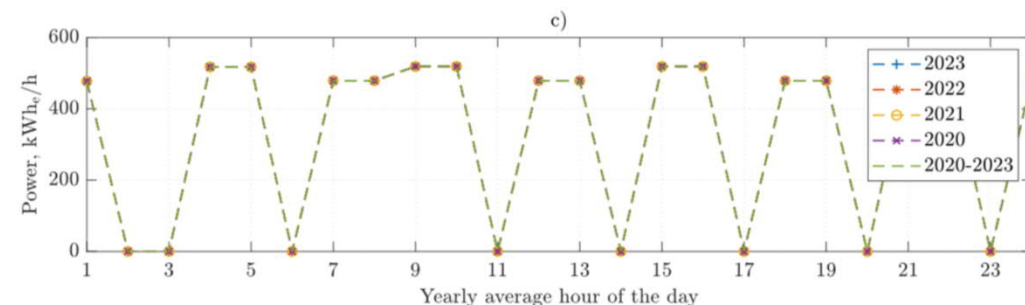
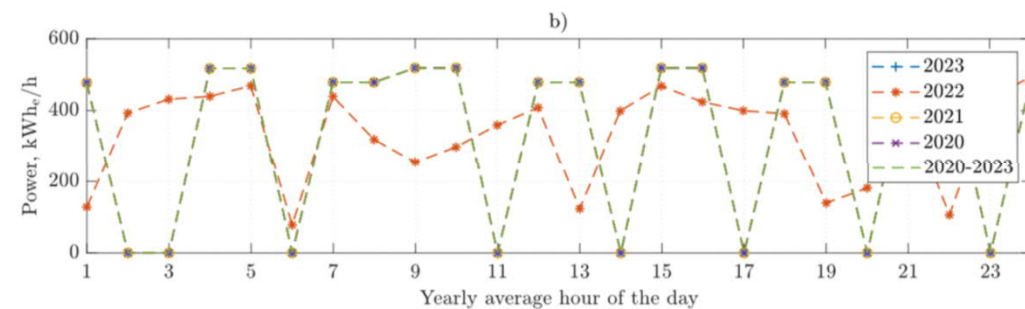
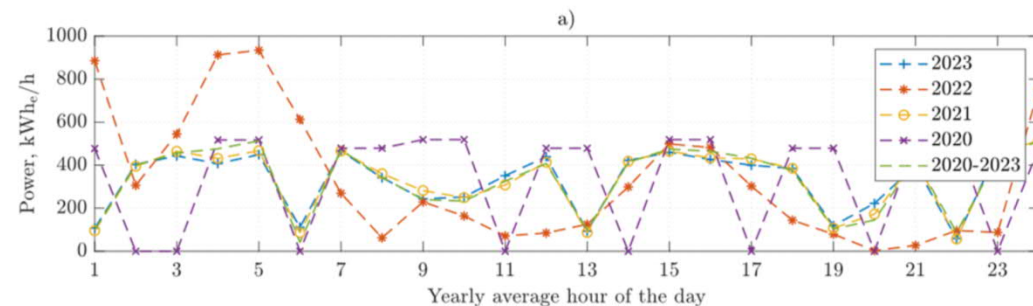
- Akunvaihtoteknologiaan perustuva raskas kalusto halvempi diesel-käyttövoimaan verrattuna
- Halvan sähkönhinnan aikaan lataaminen alentaa energiakustannuksia
- Sähköisen voimalinjan energiatehokkuus alentaa tarvittavan energian määrää



# LATAUKSEN AJOITTAMINEN

- Vaihtelevan sähköhinnan aikaan akkujen lataus voidaan ajoittaa halvimmille tunneille
- Tasaisella sähköhinnalla akut voidaan ladata välittömästi vaihdon jälkeen
- Lataus C-arvolla yksi (akku ladataan tunnissa)

Akuston hinta	Vaihtoakkujen lukumäärä
100 €/kWh	6-10
200 €/kWh	6-8
300 €/kWh	6





# JOHTOPÄÄTÖKSET

- » Akunvaihtoteknologiaan perustuva raskas kuljetuskalusto voi olla huomattavasti kustannustehokkaampi ratkaisu runkolinjoilla verrattuna diesel-käyttövoimaan
- » Vaihtoakkujen määrää voidaan kasvattaa, jos sähköhinnassa on suurta vaihtelua pidemmän aikaa
- » Vaihtoakkujen latauksen ajoittamisella voidaan tasata sähköverkon kuormaa
- » Kustannusten jaottelu eri operaattoreiden kesken (kuljetusyritys, akunvaihtoaseman operaattori)

# — TARKEMMAT TULOKSET JA OLETUKSET ENNAKKOJULKAISUSTA

Simulation tool to model the levelized cost of driving of battery  
swapping heavy duty vehicles

Esa Tuviala\*, Altti Meriläinen, Teemu Hiltunen, Tuomo Lindh, Pertti Kauranen, Jero Ahola  
*Lappeenranta-Lahti University of Technology LUT, P.O. Box 20, FI-53851, Lappeenranta, Finland*





# KESKUSTELUOSIOTA VARTEN KOMMENTTEJA/KYSYMYKSIÄ

- Mitä mielenkiintoisia case-tarkasteluita simulaatiomallilla voitaisiin tehdä?
- Mitä hyötyjä/haittoja akunvaihtoteknologiassa on vrt. suurteholataukseen?
- Mitä haasteita yritykset näkevät akunvaihtoteknologiaan liittyen?





VALTION TALOUDELLINEN  
TUTKIMUSKESKUS

# Julkinen latausinfra henkilöautojen sähköistymisen ajurina

Erikoistutkija Anna Sahari

Valtion taloudellinen tutkimuskeskus VATT

PHOENIX-projektin ajankohtaistilaisuus 3.10.2024

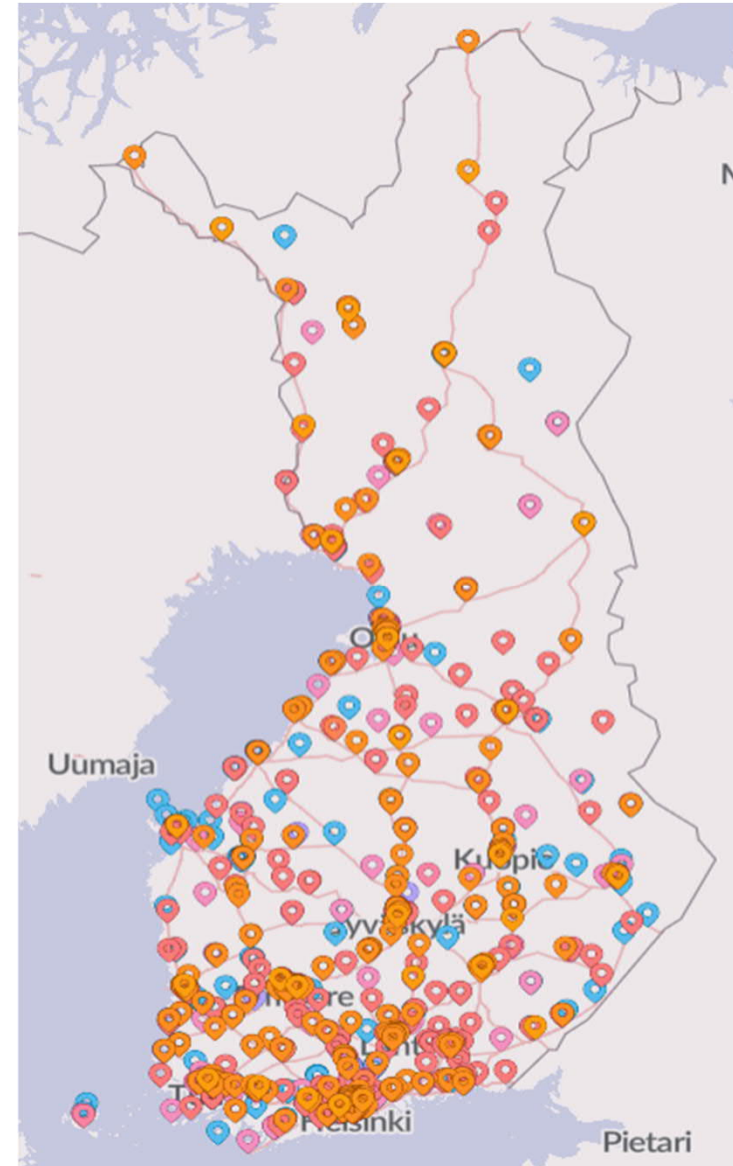


# Julkisen latausinfraan merkitys

- Julkista latausinfraa tarvitaan
  - täydentämään kotilatausmahdollisuuksia tiiviillä kaupunkialueilla,
  - mahdollistamaan pitkät matkat, jotka vaativat lataamista kesken matkan.
- Eurooppalaisilla ja USA:n aineistoilla tehtyjen tutkimusten mukaan etenkin julkisilla teholatureilla ( $\geq 50$  kW) on vaikutus sähköautojen kysyntään
- Julkisten latureiden käyttämisen sujuvuuteen ja hintojen vertailtavuuteen vaatimuksia uudistetussa jakeluinfra-asetuksessa.

# Julkinen latausinfra Suomessa

- Kuvassa vähintään 50 kW:n teholatureiden saatavuus syyskuussa 2024
  - Latausverkosto täyttää jo jakeluinfra-asetuksen velvoitteet vuodelle 2025 sekä 72 % vuoden 2027 velvoitteesta.
- Latauspaikkoja on tiheästi etenkin liikennöidyimpien reittien varrella
  - Riittääkö kapasiteetti, kun sähköautokanta kasvaa?
- Suuri osa (teho)latausverkostosta on hyödyntänyt latausinfra-tukea.



# Mikä on julkisen latausinfraan merkitys sähköauton hankinnalle?

- Tutkimus meneillään Phoenix-hankkeessa VATT:n vetämänä
  - Hyödynnetään rekisteriaineistoja kotitalouden auton omistajuudesta ja kotitalouden aikuisten syntymä- ja asuinpaikasta. Myöhemmin mukana myös kesämökkien sijainnit.
  - Tarkastellaan nimenomaan pitkän matkan reittejä ja teholatureita
- Alustava tulos: teholatureiden parempi saatavuus yhteydessä noin 10 % korkeampaan sähköauton hankintatodennäköisyyteen
  - Saatavuus = teholatureita sisältävien latauspaikkojen tiheys tai lukumäärä kotitalouden käyttämällä pitkän matkan reitillä.
- Tutkimus jatkuu, tavoitteena analysoida myös latausinfrastruktuurien tehokkuutta.

# Mikä määrittää latausinfraan rakentumista?

- Isojen teholatauskenttien rakentaminen voi olla hyvin kallista.
  - Energiaviraston myöntämässä latausinfrauksessa CCS-latauspistekohtainen kustannus 30 000 € - 60 000 €
  - Hankekohtainen kustannus keskimäärin 150 000 €
- Millä perusteilla latausinfraa tarjoava yritys tekee investointipäätöksen?
  - Liikennevirta?
  - Sijainnissa jo valmiina olevat palvelut?
  - Mikä merkitys on sähköautokannan koolla?



# LAND OF THE CURIOUS





# KOTITALOUKSIEN SÄHKÖNKÄYTÖN JOUSTAVUUS



Samuli Honkapuro

Prof. | LUT School of Energy Systems

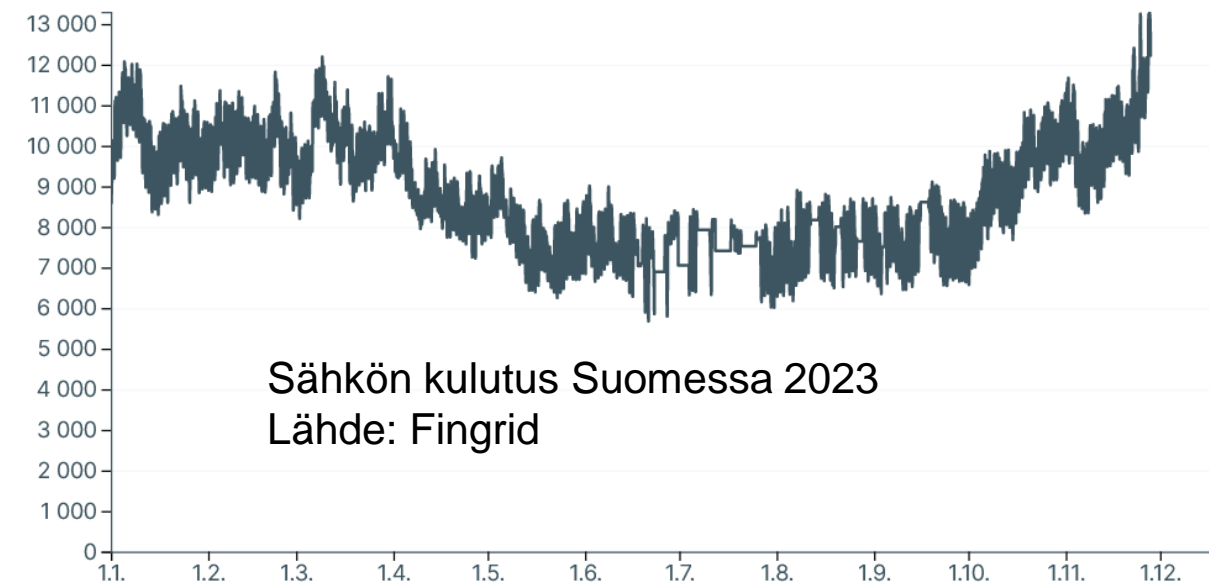
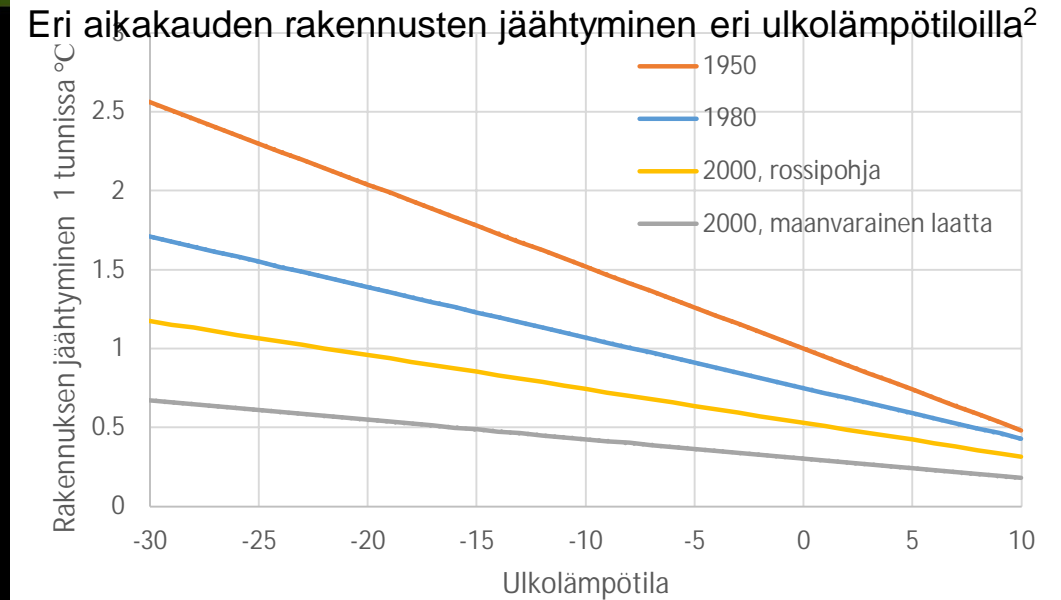
[Samuli.Honkapuro@lut.fi](mailto:Samuli.Honkapuro@lut.fi)

Tel. +358 400 307728

# KOTITALOUKSIEN SÄHKÖNKÄYTÖN JOUSTAVUUS

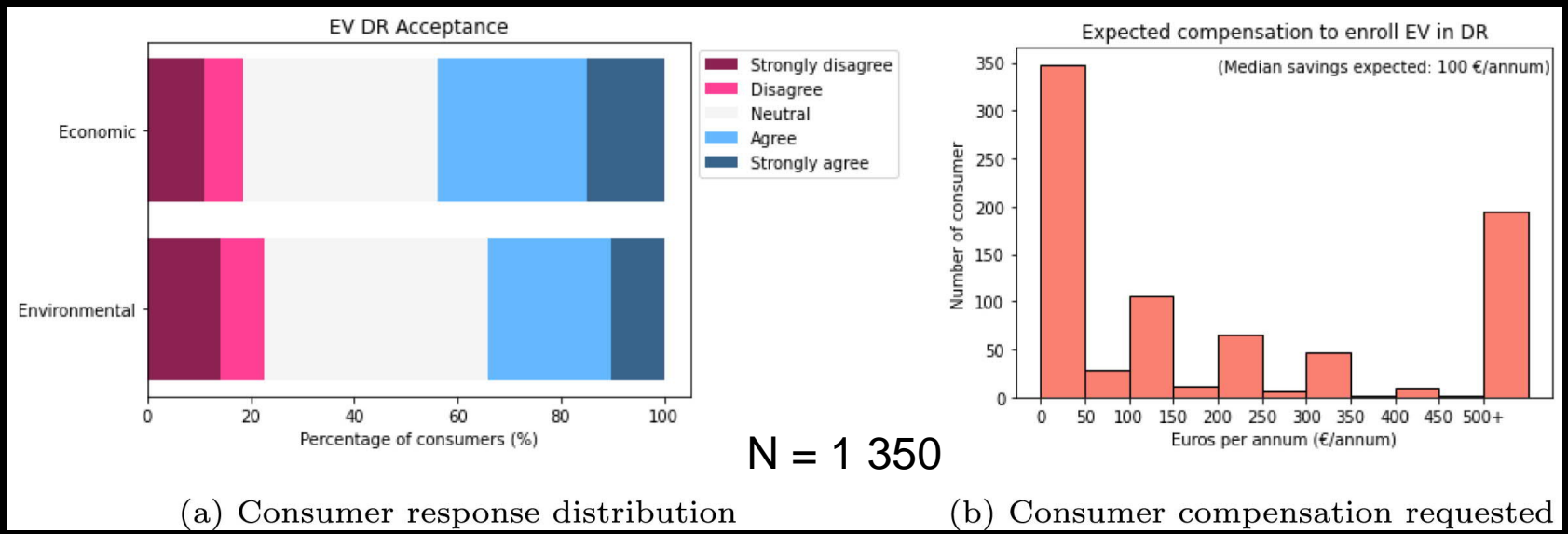
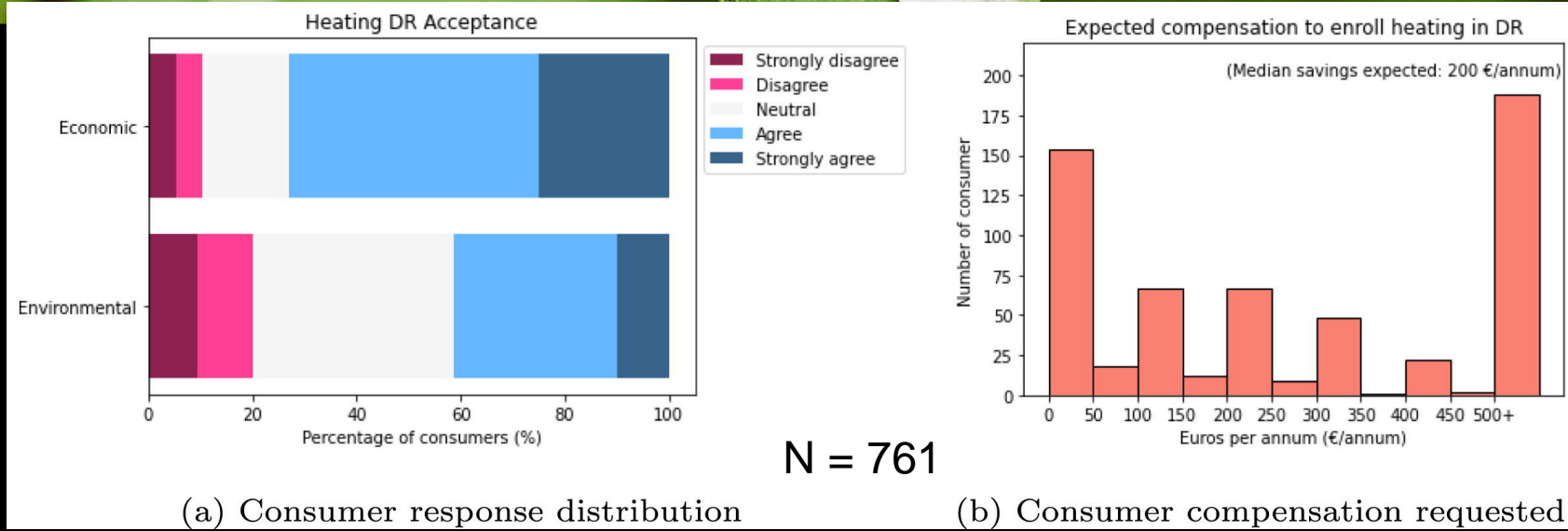
- » Suomessa on noin 600 000 sähkölämmitteistä pientaloa
  - » Vuotuinen energia n. 10 TWh/a
  - » Yhteenlaskettu huipputeho n. 4 000 – 5 000 MW
  - » Kuorma ohjattavissa 1-12 h ilman merkittävää vaikutusta asumismukavuuteen
- » Suomessa yhteensä 264 000 ladattavaa autoa (106 000 EV, 158 000 PHEV)<sup>1</sup>
  - » Jos oletetaan 11 kW lataus, yhteenlaskettu huippulatausteho max 2 900 MW
  - » Kuorma ohjattavissa 1 – 7 pv

1) [https://www.aut.fi/tilastot/autokannan\\_kehitys/sahkoautojen\\_maaran\\_kehitys](https://www.aut.fi/tilastot/autokannan_kehitys/sahkoautojen_maaran_kehitys)  
2) Haakana et al. Methodology to determine residential heating-based flexibility potential in electricity distribution networks. Sustainable Energy, Grids and Networks 33, 2023



# HALUKKUUS OSALLISTUA JOUSTOON

Kysely toteutettiin alkuvuodesta 2022

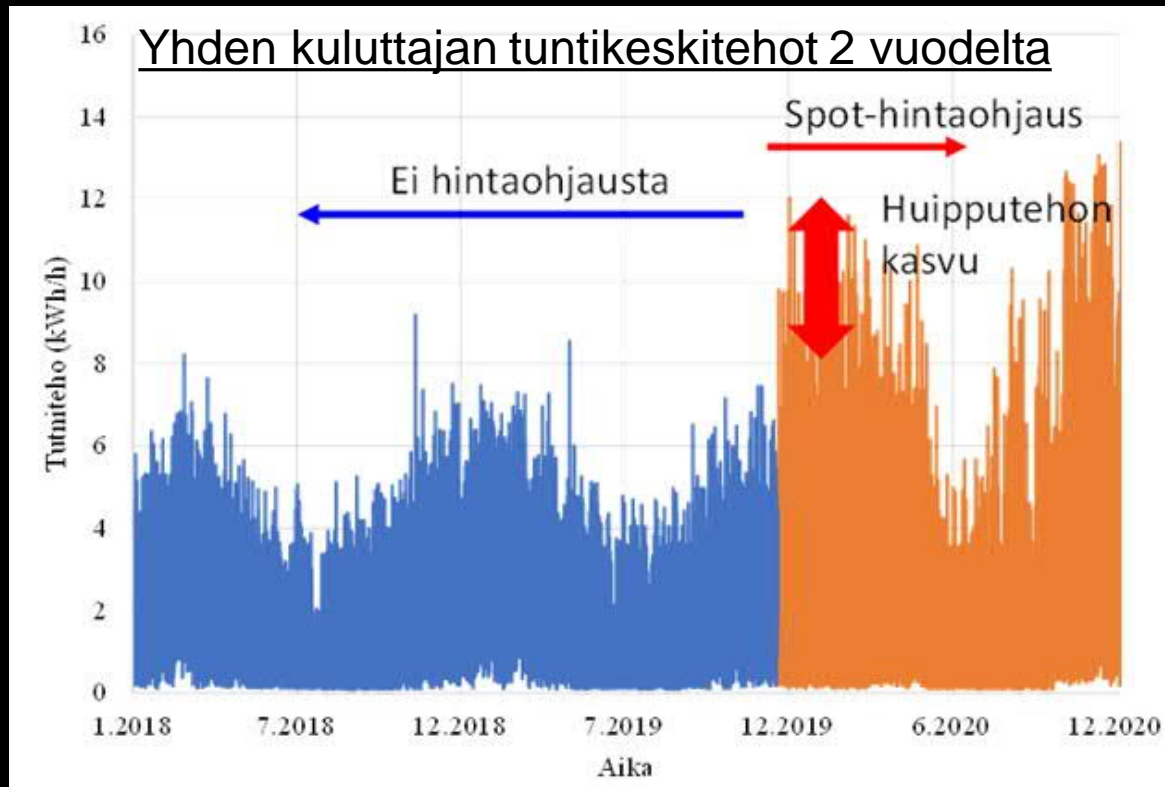




# JOUSTON TOTEUTUMINEN KÄYTÄNNÖSSÄ



Fig. 3. Electricity consumption in the network of Finnish DSO Savon Voima Verkko Oy.



**Kotitalouksilla merkittävä joustopotentiali molempiin suuntiin sekä halukkuus osallistua kysyntäjousto**

- » Toimiiko nykyinen markkinamalli kysyntäjouston näkökulmasta?
  - » Hinta määräytyy kysynnän mukaan, mutta käytännössä kysyntä joustaa vasta hinnan määräytymisen jälkeen
- » Onko kuluttajille ja pk-yrityksille tarjolla helposti käyttöönotettavia palvelutuotteita ja sopivia hinnoittelumalleja?
  - » Ovatko nykyisin tarjolla olevat vaihtoehdot (pörssihintainen tai hybridisopimus) sopivia joustoon kannustamiseen ja hyötyjen ja riskien jakoon?
  - » Energy-as-a-service palvelu? Myydään energian sijaan sisäilmaolosuhdetta, jonka hallinnassa voidaan käyttää energiaa joustavasti.
  - » Nykyisin tarjolla lähinnä ”insinöörilähtöisiä” automaatiojärjestelmiä.
- » Muita kysymyksiä?

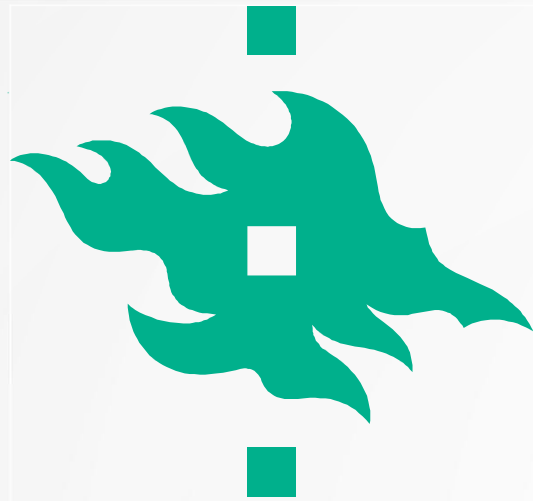


LUT  
University



# MAATALOUS-METSÄTIETEELLINEN TIEDEKUNTA

ENERGIAMURROS – UHKA VAI MAHDOLLISUUS SUOMELLE?  
PHOENIX-projektin ajankohtaistilaisuus 3.10.2024  
Kulttuurikasarmi, Narinkka 2, 00100 Helsinki



# HIILESTÄ IRTAUTUMISEN HINTA: UUDET RATKAISUT MAASEUDUN ENERGIAVARMUUDESSA

Mirja Mikkilä, Helsingin yliopisto

ENERGIAMURROS – UHKA VAI MAHDOLLISUUS SUOMELLE?  
PHOENIX-projektin ajankohtaistilaisuus 3.10.2024  
Kulttuurikasarmi, Narinkka 2, 00100 Helsinki

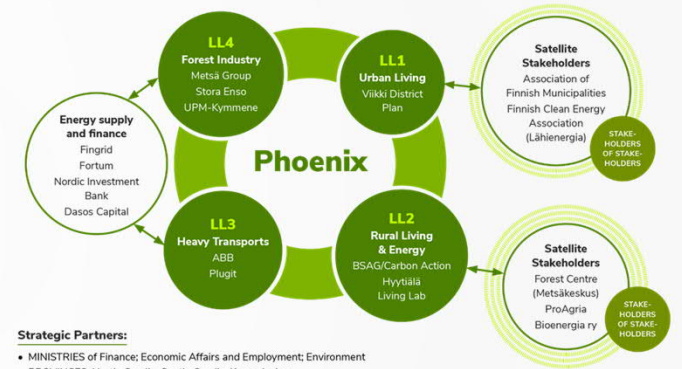


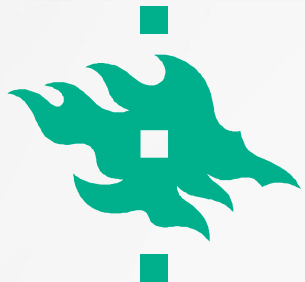
# STN-PHOENIX –HANKE

## HIILESTÄ IRTAUTUMISEN HINTA: UUDET RATKAISUT MAASEUDUN ENERGIAVARMUUDESSA

Mitä tehty?

- Teoreettinen kirjallisuustutkimus: mitä on energia oikeudenmukaisuus ja muutosjoustavuus, erit. Pohjoismaissa
  - Pro gradu –työ: Ilmastoneutraali energiahuoltovarmuus haja-asutusalueilla, tapaus: HY Hyytiälän metsäasema/Elävä laboratorio (Living Lab)
- ⇒ Tutkimukset keskittyvät isoihin systeemeihin (energiasysteemi, sähköverkko, liikenne, teollisuus, kaupunki-asuminen)
- ⇒ Biokaasua ja bioenergiaa on laskettu, mutta kokonaisvaltaista maaseutu-haja-asutusalueiden energiatutkimusta rajallisesti

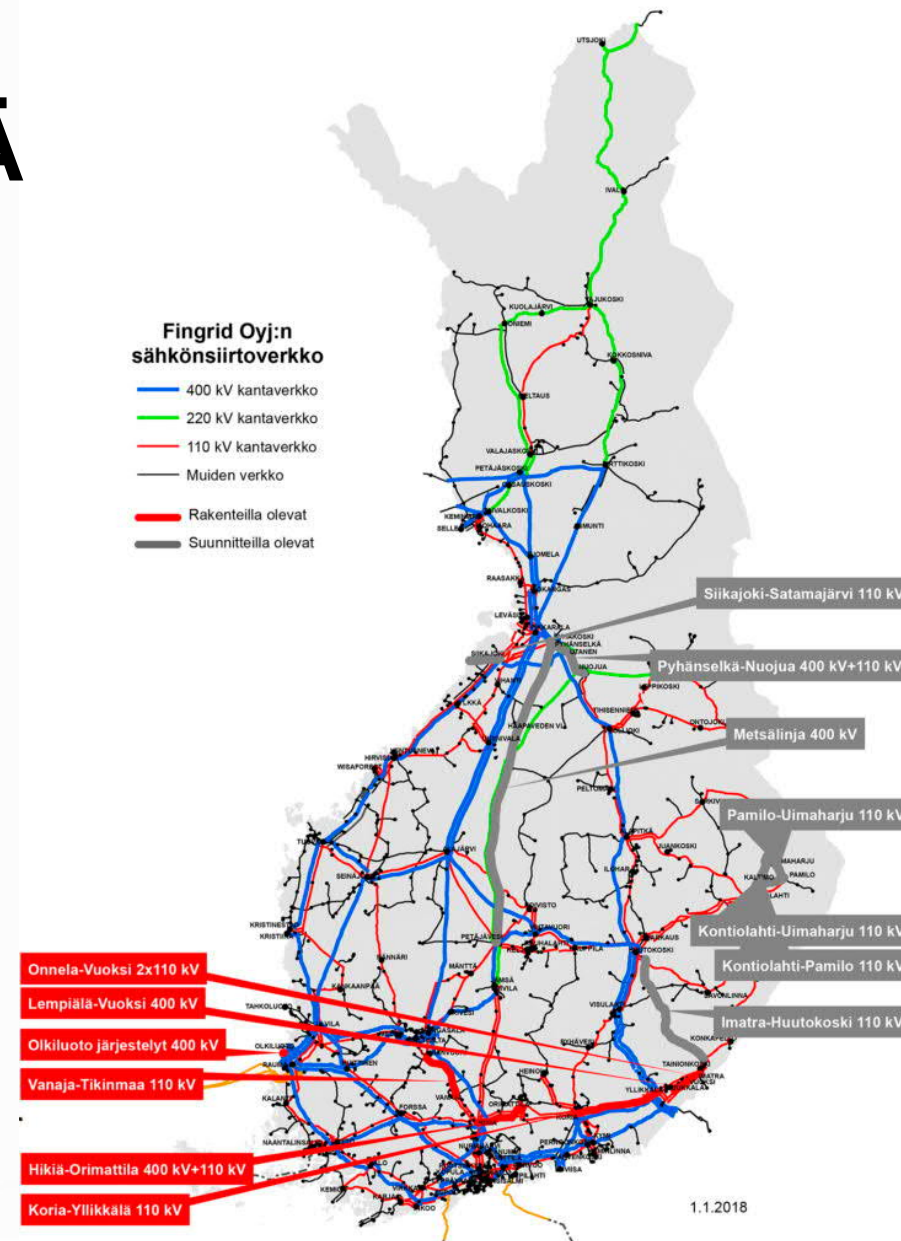




# ENERGIAJÄRJESTELMÄ OIKEUDENMUKAISUUS MUUTOSJOUSTAVUUS

Kasvukeskusten ulkopuolella

- ⇒ Alueiden elinvoima?
- ⇒ Hinta?
- ⇒ Toimitus-/huoltovarmuus?
- ⇒ Turvallisuus?
- ⇒ Oikeudenmukaisuus?





# VN: HIILINEUTRAALI SUOMI 2035 PUHTAAN ENERGIAN RATKAISUT

**ONKO MAASEUTU-HAJA-ASUTUSALUEILLA MERKITYSTÄ JA/TAI  
VELVOITTEITA TAVOITTEEN SAAVUTTAMISESSA?**

Häiriötilanteissa luotettavat tekniset ratkaisut?

**Sähköjohto vs. aggregaatti & diesel?**

Miten maantieteellinen oikeudenmukaisuus  
huomioidaan?

**Talvilomalla Leville sähköautolla vs. Sallaan  
dieselillä?**

Ruokaturva, huoltovarmuus,  
turvallisuus

Kustannustehokkaat, toimintavarmat ratkaisut?

**Paneeli & akku vs. biokaasu vs. hakekattila?**

Pitääkö Suomen olla hiilineutraali vai jatkammeko  
kahdenkerroksen väkenä?

**Sivistynyt kaupunkisähkö vs. maalaisten  
fossiili?**

**Fossiilitalouden ylläpito?**





# Energiasiirtymän vauhti ja maankäytön hallinnan haasteet

STN Phoenix -hankkeen sidosryhmäseminaari

3.10.2024

UEF

Lasse Peltonen, Tuulia Puustinen, Jakob Donner-Amnell, Rauno Sairinen, Samu Salonen



# Maankäytön ohjaus energiamurroksessa

- Toteuttajana **Itä-Suomen yliopisto (UEF)**
- **Tutkimuksen tavoitteena on**
  - **Luoda kokonaiskäsitys** energiamurrokseen liittyvistä maankäyttötarpeista, niihin liittyvien jännitteiden hallinnasta sekä maankäytön ohjauksesta eri aluetasoilla
  - **Analysoida ja kehittää työkaluja** maankäytön ohjaukseen sekä ympäristö- ja sosiaalisten vaikutusten arviointiin
- **Nappaa UEF-tiimiä hihasta, jutellaan lisää!**



Rauno Sairinen



Lasse Peltonen



Tuulia Puustinen

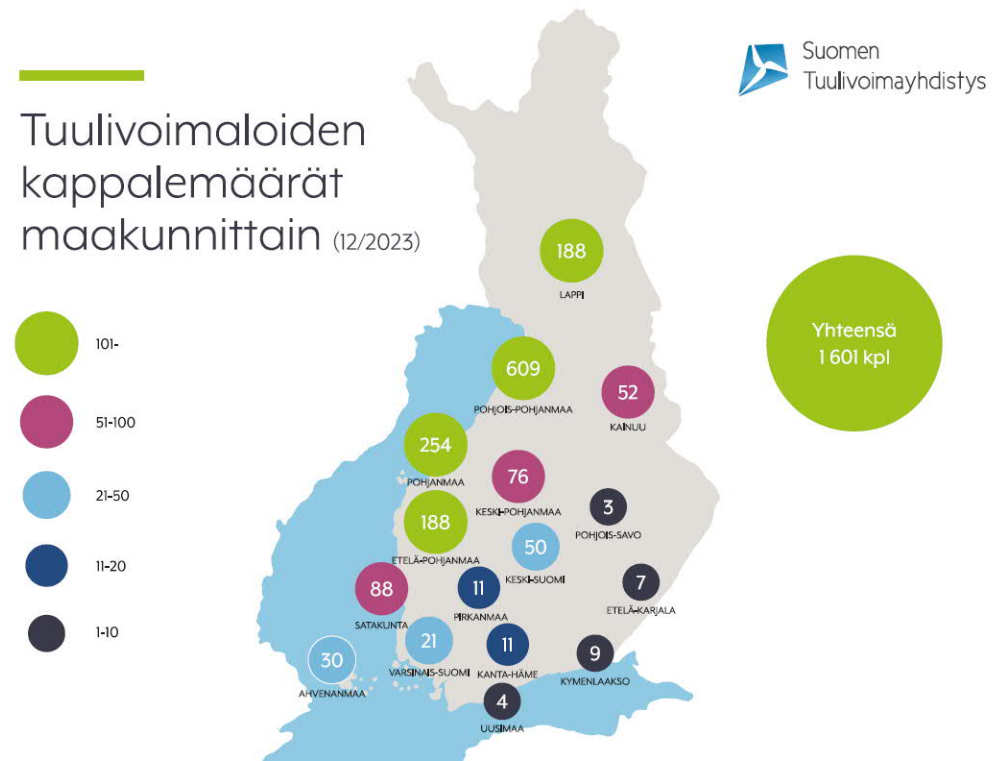


Jakob Donner-Amnell



Samu Salonen

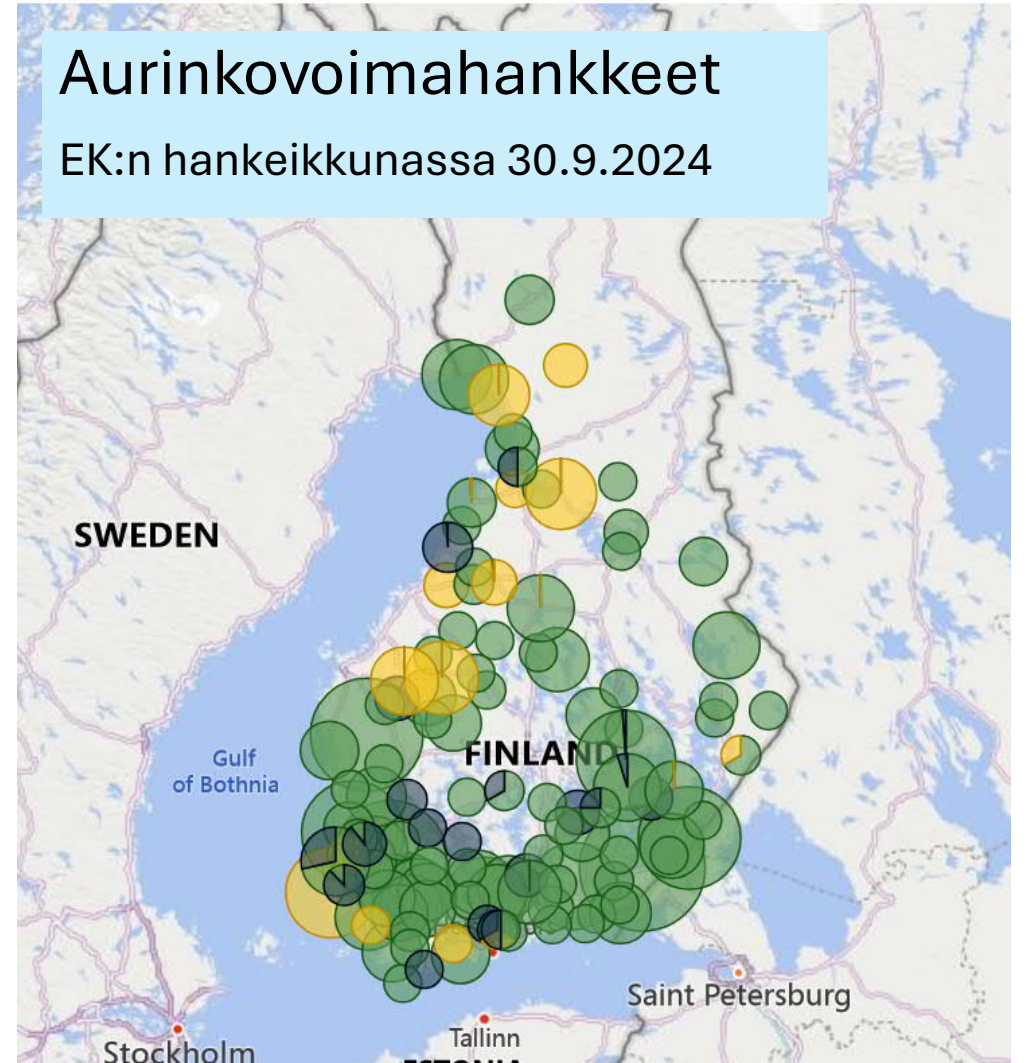
# Uusiutuvan energian maankäyttö



0. Esiselvitys 1. Suunnittelu 2. Investointipäätös 3. Käynnistys

## Aurinkovoimahankkeet

EK:n hankeikkunassa 30.9.2024





UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



PUBLICATIONS OF  
THE UNIVERSITY OF EASTERN FINLAND

Reports and Studies  
in Social Sciences and  
Business Studies



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND

LASSE PELTONEN, JAKOB DONNER-AMNELL  
JA SAARA NOKELAINEN

**Tuulivoiman  
hyväksyttävyyden  
nykytila ja näkymät  
Suomessa**

ETUSIVU > AJANKOHTAISTA > TUULIVOIMAN PAIKALLINEN HYVÄKSYTTÄVYYS ON SUOMESSA KOETUKSELLA

# Tuulivoiman paikallinen hyväksyttävyys on Suomessa koetuksella

10.4.2024 | [YMPÄRISTÖ JA LUONNONVARAT](#) [TALOUS JA YHTEISKUNTA](#)

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-61-4931-8>



Itä-Suomen yliopistossa tehdyn selvityksen mukaan tuulivoimarakentamisen vauhti ja volyyymi asettavat tuulivoiman paikallisen hyväksyttävyyden koetukselle lähivuosina. Tuulivoimarakentamisen jatkuessa

# ”Vihreän energiainfran” dilemma

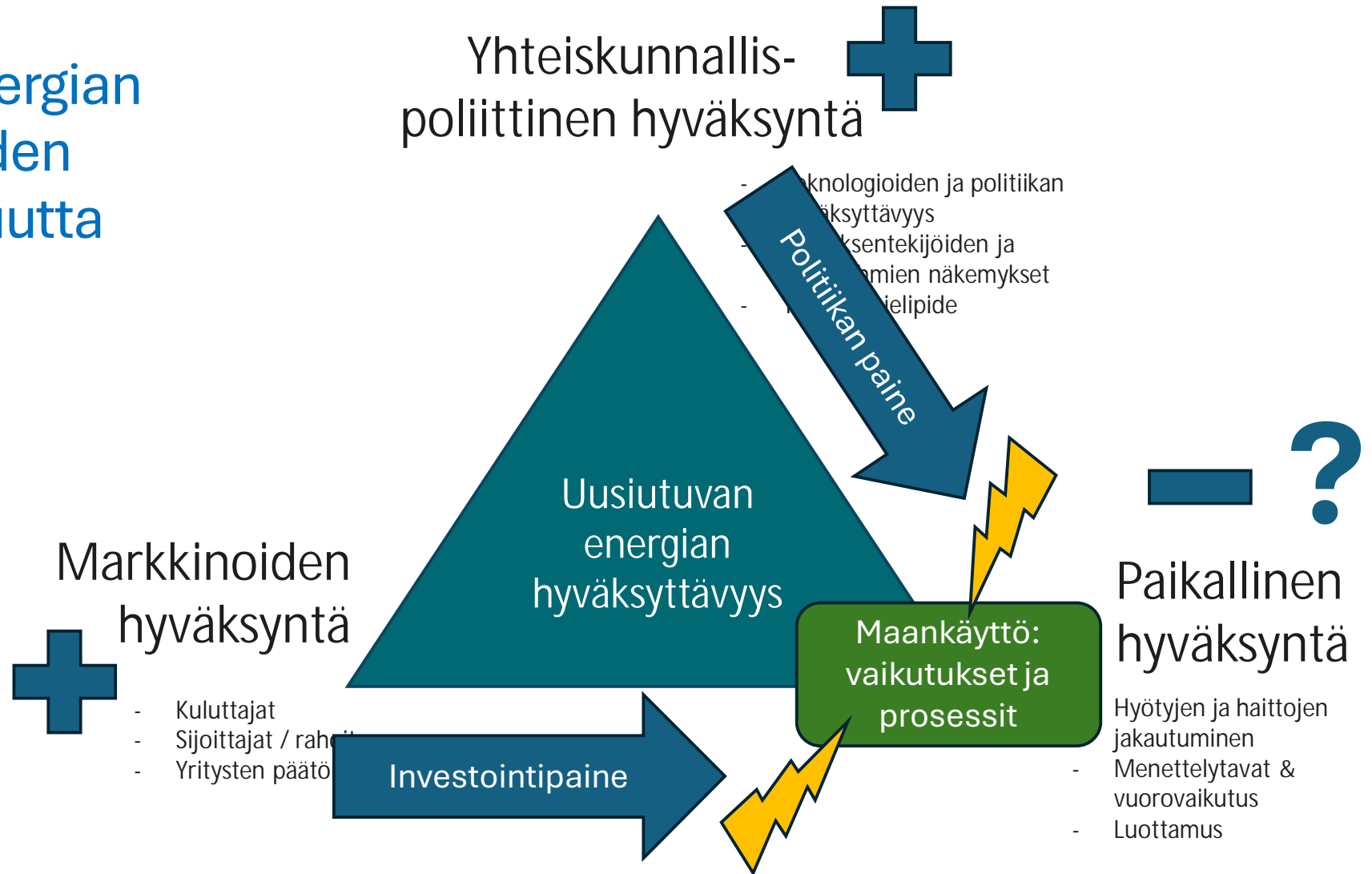
- ”Ympäristön ja kestävyyskannalta tärkeän infrastruktuurin tarve ja sen rakentaminen kuvataan usein ongelmattomana ja laajaan yhteisymmärrykseen perustuvana ilmiönä, vaikka todellisuudessa tällaista yhteisymmärrystä ei ole.”

→ kaksi haastetta:

- 1) Hankkeiden hyväksyttävyyden haaste → paikallinen vastustus
- 2) ”Green on green” ristiriidat – energiainfran luonto- ja ympäristövaikutukset

Wolsink, M. (2010). "Contested environmental policy infrastructure: Socio-political acceptance of renewable energy, water, and waste facilities." Environmental Impact Assessment Review 30(5): 302-311.

# Uusiutuvan energian hyväksyttävyyden kolme ulottuvuutta

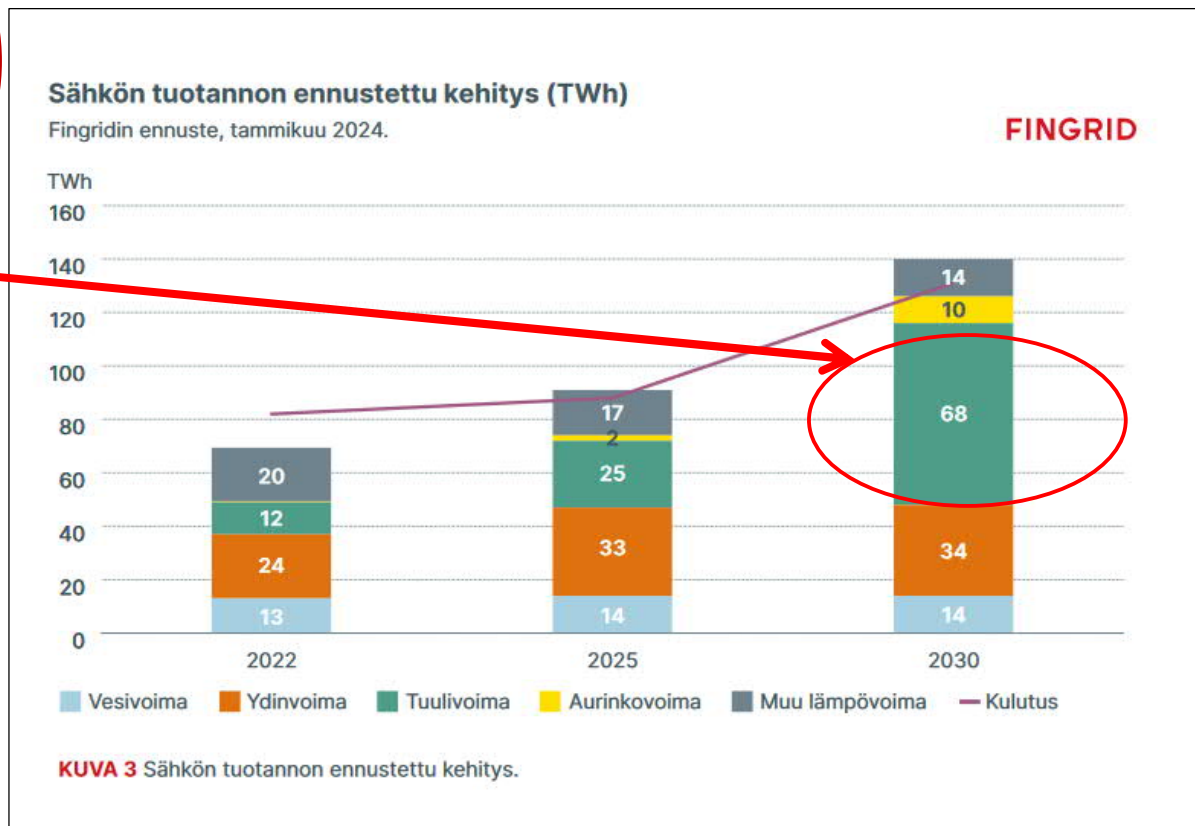


Wüstenhagen, R., et al. (2007). "Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept." *Energy Policy* 35(5): 2683-2691.

Taulukko 90. Uuden tuulivoimakapasiteetin (MW) valtakunnallinen toteuma kasvu- ja riskiskenaarioissa

Alue	Kasvu	Riski
Maa-alueet	25 770	12 500
Aluevedet	5 658	1 680
Talousvyöhyke	2 008	0
<b>Yhteensä</b>	<b>33 436</b>	<b>13 970</b>

Paikallinen hyväksyttävyys yksi riskitekijä tuulivoiman kasvulle monien muiden tekijöiden ohessa – skenaarioissa monia epävarmuuksia





# Maankäyttöön (ja hyväksyttävyyteen) liittyviä haasteita

- **Hankkeiden suuri määrä ja toimijoiden kirjavat käytännöt/taidot.** Kilpailu, kiire ja osaajapula = tiedotus, selvitykset, vuorovaikutus ja suhde paikallisiin osin puutteellista.
- **Hankkeiden yhteisvaikutukset** Menettelyt yhteisvaikutusten käsittelyyn heikkoja.
- **Hankekehityksen vauhti** hämmentää toimijoita. Suunnittelu ja sääntely eivät pysy perässä
- **Muun maankäytön ristiriidat** Erityiset elinkeinot esim. poronhoito ja matkailu haastekimppuna. Taustalla luonnon tehokäytön historia ja ”tyhjän tilan illuusio”.
- **Sähkön siirtolinjat (voimajohtokäytävät) eriarvoisuus- ja luontokatokysymyksenä** Maanomistajien kokema eriarvoisuus asemassa/korvauksissa, erilliset/turhat/pitkät siirtolinjavedot.
- **Alueellinen epätasapaino.** Länsi-Itä –jako. Vähentää hyväksyttävyyttä, myös sähkön siirron/tuotannon kannalta ongelmallinen tilanne.

# Reilu siirtymä?

HS Mielipide 28.9.2024

## Vihreässä siirtymässä ei saa sivuuttaa paikallisyhteisöjä

**Lukijan mielipide** | Paikallisyhteisöt ovat yhä kiinnostuneempia siitä, miten vihreän siirtymän hankkeita toteutetaan ja millaisia vaikutuksia niillä on lähiympäristöön.



Nopeammat  
prosessit

Osallisuus ja  
oikeudenmukaisuus

# Kysymykset ryhmäkeskusteluun:

- 1) Mitä työkaluja energiasiirtymän maankäytön hallintaan tarvitaan?
- 2) Mitä eri toimijat voivat tahollaan tehdä – vastuut ja roolit?

# Aurinkovoiman vaikutukset sähköjärjestelmän joustotarpeisiin

Samu Repo ja Nida Riaz

# Aurinkovoiman tasoittuminen

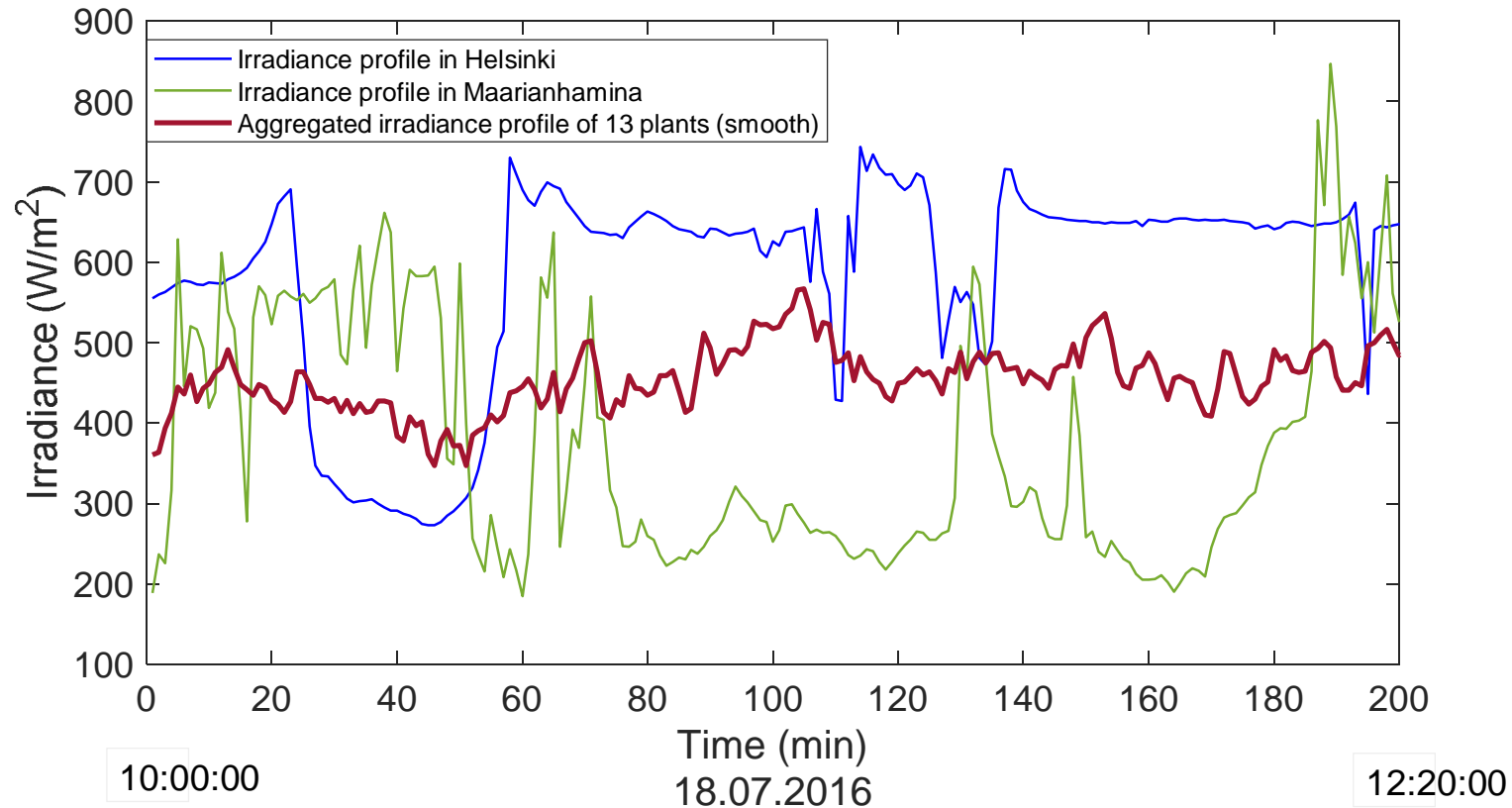
Aurinkosähkön luontainen tasoittuminen on ilmiö, joka johtuu siitä, että yhden aurinkosähkövoimalan yläpuolella olevilla pilvillä on erilaiset ominaisuudet kuin toisen aurinkosähkövoimalan yläpuolella olevilla pilvillä, mikä vähentää aurinkosähkön tehon vaihteluita kokonaisuuden kannalta.



## Erilaiset tasoittumisilmiöt

Ei tasoittumista	Alueellinen tasoittuminen	Suuntaamisen tasoittuminen	Molemmat
------------------	---------------------------	----------------------------	----------

# Vaihtelevat säteilyprofiilit



*Yksittäisten aurinkosähkövoimalapaikkojen eli Helsingin ja Maarianhaminan säteilyprofiili ja 13 aurinkosähkövoimalapaikan yhteenlaskettu tasoitettu profiili.*

# Aurinkovoiman vaihtelun haasteet

Perinteinen tapa suunnata aurinkopaneelit kohti etelää energiantuoton maksimoimiseksi kasvattaa aurinkovoiman suhteellisen vaihtelun taajuutta ja suuruutta.

Tasoittumispotentiaali ja maksimienergia saadaan eri suunnista.



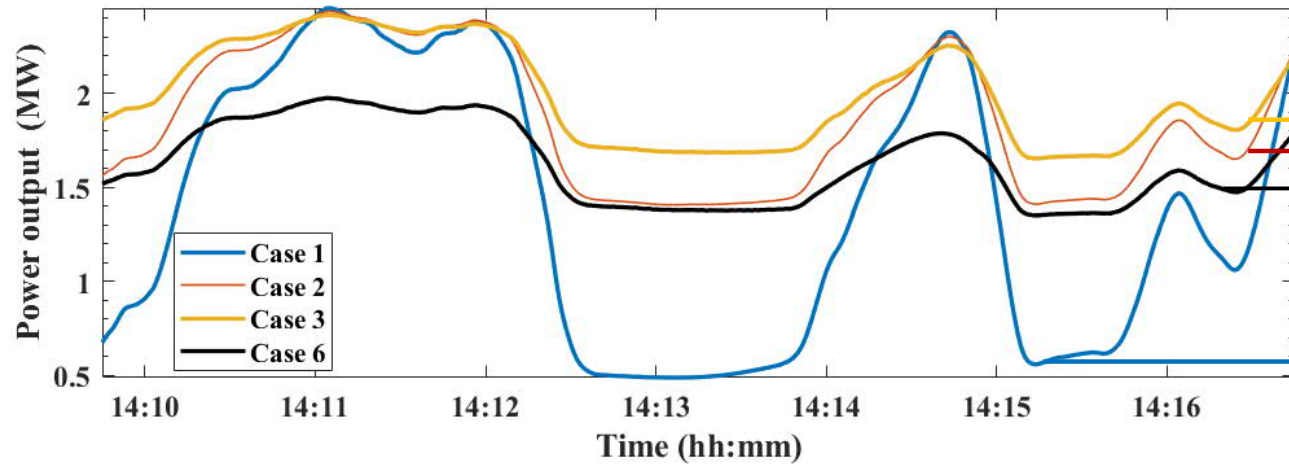
Aurinkovoiman osuuden kasvaessa sähköjärjestelmässä vähentäen järjestelmän inertia ja kasvattaa tuotannon vaihteluita, mikä luo haasteita taajuuden säädölle ja tarpeen nopeammin aktivoituville reserveille esimerkiksi akuille.

# Aurinkovoiman suuntaamisen motivaatio

- Vähentää tuotannon leikkaamista ja ylijänniteongelmia
- Vähennetään jakeluverkon ylikuormitusta
- Parannetaan markkinoiden tehokkuutta ja vähennetään negatiivisia hintatunteja
- Parempi tehotasapainon hallinta
- Lisätään omakulutusta ja parantaa sähkönhankinnan hallintaa aurinkosähkön, sähköautojen, lämpöpumppujen jne. välillä
- Tulojen maksimoinnin kasvattaminen myytäessä aurinkosähköä markkinoille
- Sähkön laadun parantaminen
- Vähennetään sähkötehon vaihtelua ja parantaa taajuuden vakautta
- Parannetaan lyhyen aikavälin aurinkoenergiaennusteita



# Alueellinen tasoittuminen

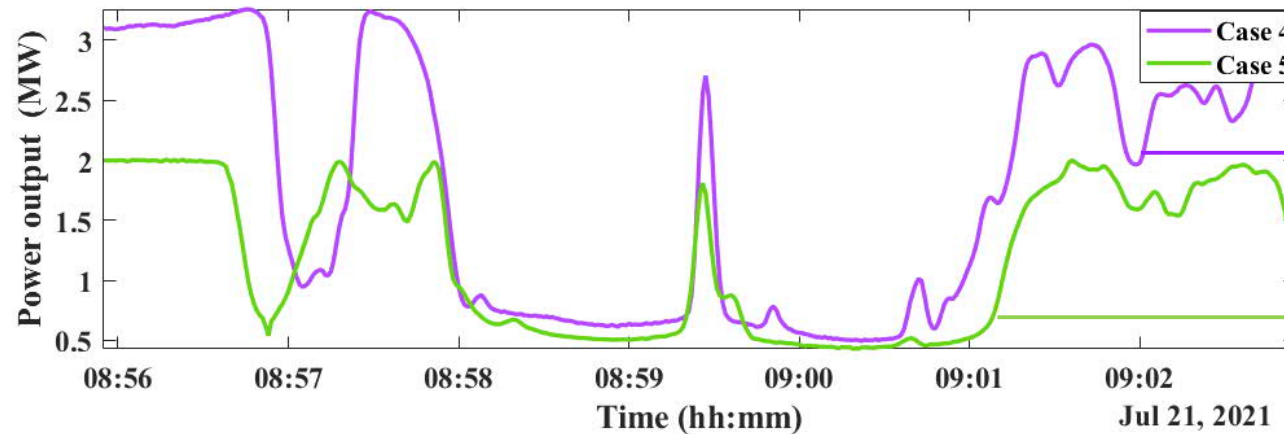


Etäisyydet 3 voimalan välillä 1.8 km ja 10 km

2 voimalan etäisyys 1.8 km

Alueellisen ja suuntaamisen tasoittuminen 3 voimalan välillä

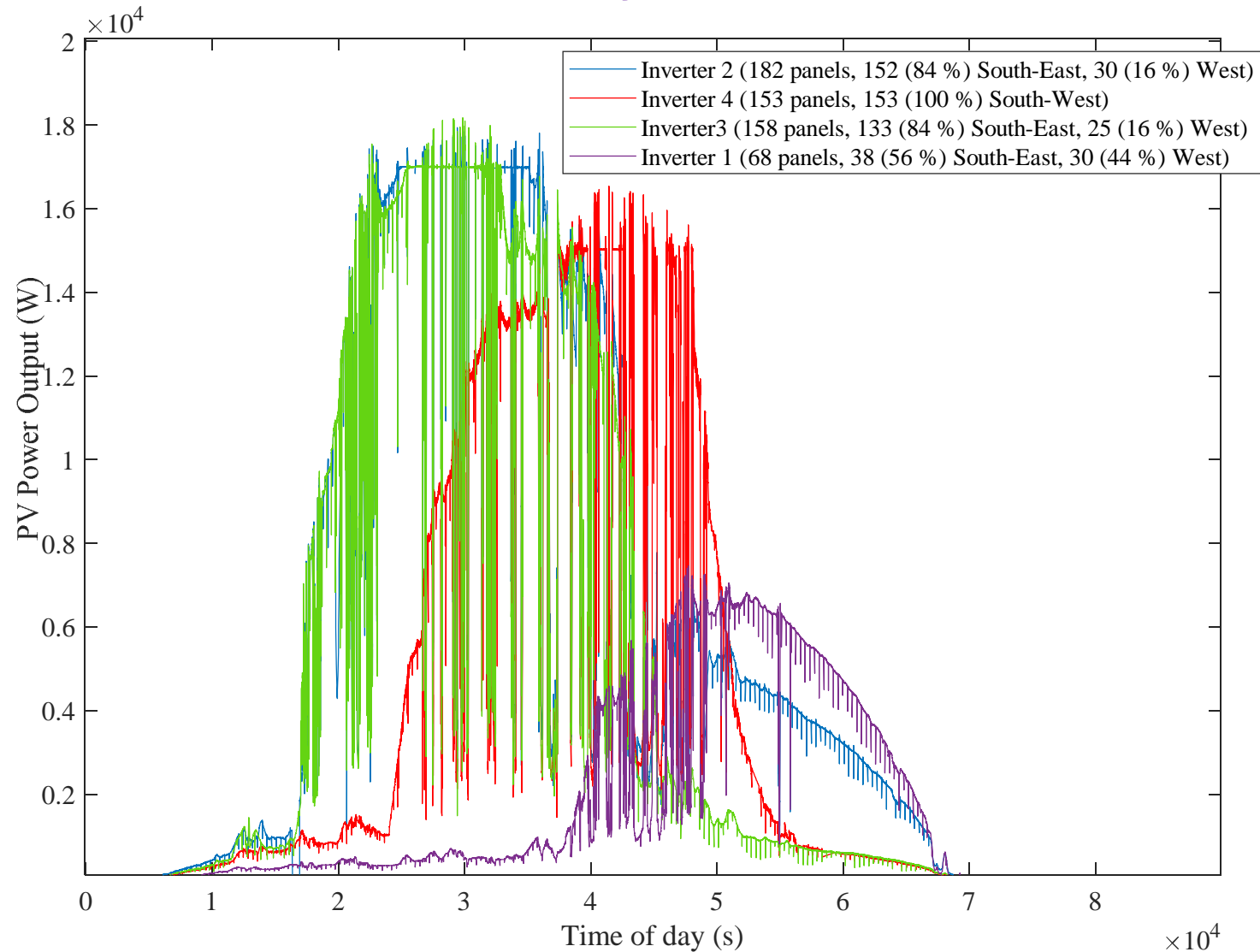
Yksi Paikka / ei tasoittumista



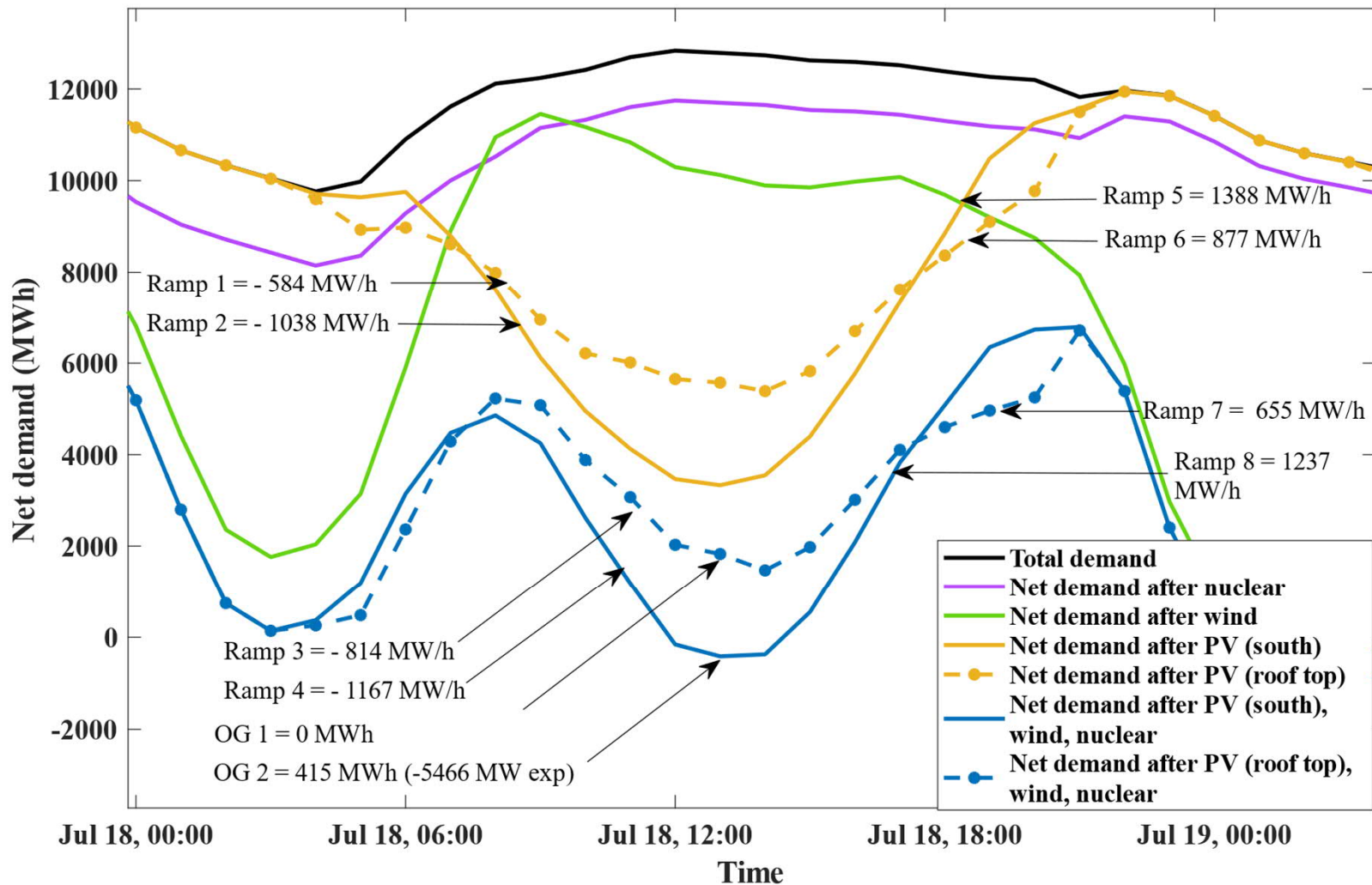
Suuntaus etelään (1 voimala)

Itä-länsi suuntaus (1 voimala)

# Ulostulotehot eri suuntiin suunnatuista paneeleista (Tampereen yliopisto Kampusareena)

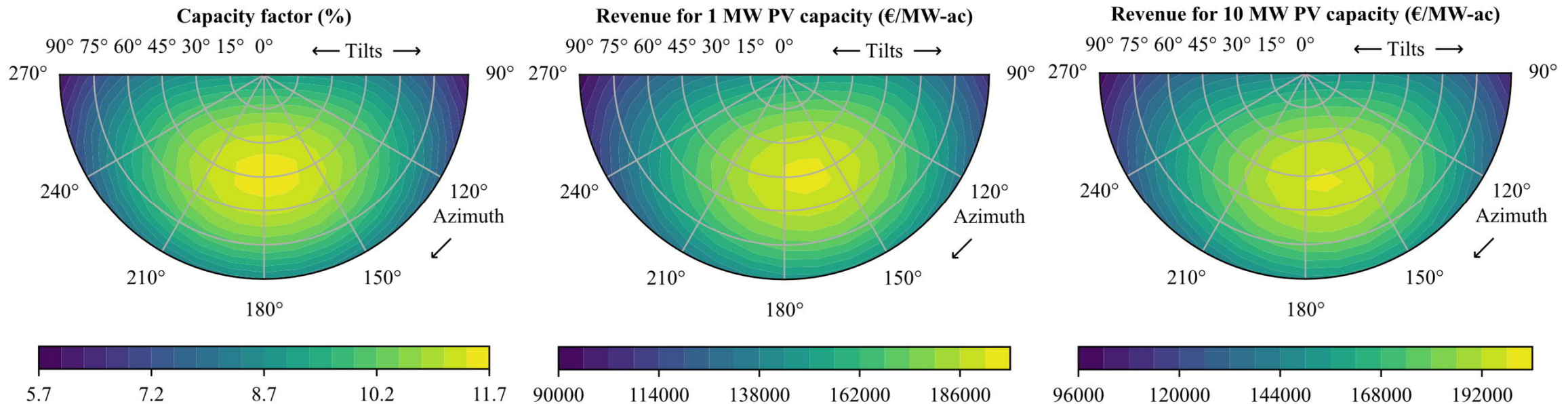


# Sähköjärjestelmän nettokulutusprofiilit



- Tilanne jossa aurinko- ja tuulivoima eivät korreloi → **Tasoittavat toistensa vaihteluita**
- Nettokulutuksen (sininen käyrä) muutokset tapahtuvat muutaman tunnin aikana aamulla ja illalla → **Järjestelmätason muutokset ovat huomattavan hitaita**
- Aurinkovoiman suuntaaminen kattojen lappeiden suuntaan etelän sijaan pienentää hetkellisten tehonmuutosten suuruutta → **Tarvitaan vähemmän ja hitaammin reagoivaa reserviä**

# Aurinkovoimalan suuntaus Suomessa - maksimienergia vai maksimituotto?



Azimuth 180°, Tilt 45°

Azimuth 170°, Tilt 45°

Azimuth 170°, Tilt 45° - 50°

**Suuntaus hieman idän suuntaan etelän sijasta** tuottaa sähkömarkkinoilla paremmin kuin suuntaus etelään johtuen aamun kulutuspiikin suhteellisesti suuremmista hinnoista markkinoilla. Suuntaus länteen ei ole yhtä kannatta illan kulutuspiikin aikaan, koska teho on jo hyvin vähäinen.