

Sähköistämisellä kilpailukykyä Suomeen 14.11.2025

10:00–10:05	Tervetuloa	Jero Ahola, LUT-yliopisto
10:05–10:35	Energiamurros ja Suomen kilpailukyky	Ville Niinistö, Euroopan parlamentti
10:35–11:05	EU:n ilmastolaki ja keskeiset ajurit vuoden 2040 -90%:n päästövähennysehdotukselle	Ismo Ulvila, Euroopan komission Suomen edustusto
11:05–11:35	Terästeollisuuden muutos ja fossiilivapaa teräs	Harri Leppänen, Metallinjalostajat ry
11:35–11:45	Tauko	
11:45–12:00	Erilaisten energiamurrospolkujen kustannukset	Rasul Satymov, LUT-yliopisto
12:00–12:15	Perusvoimaa datakeskuksille uusiutuvilla	Altti Meriläinen, LUT-yliopisto
12:15–12:30	Metsäteollisuuden mahdollisuudet biogeenisen hiilidioksidin talteenotossa	Janne Jääskeläinen, Helsingin yliopisto
12:30–12:45	Näkökulmia aurinkovoiman maankäytön vaikutusten hallintaan	Tuulia Puustinen, Itä-Suomen yliopisto
12:45–13:00	Kotilatauksen tukien vaikutus sähköautojen yleistymiseen	Anna Sahari, VATT

PHOENIX, (STN 10/2023–9/2026 +3v)

PHOENIX tutkii ja kehittää ratkaisuja, jotka edistävät ja vahvistavat sähköön perustuvan energiajärjestelmän resilienssiä ja oikeudenmukaisuutta, samalla varmistaen kustannustehokkaan ja reilun siirtymän kohti puhtaampaa tulevaisuutta.

- Sähkömarkkinat ja kuluttajat
 - Dynaamisten hintojen ja joustokannustimien vaikutus eri tyyppisiin kuluttajiin
 - Sähkömarkkinamallin soveltuvuus uusiutuvaan energiaan pohjautuvassa järjestelmässä
 - Sähköautojen hankintaan vaikuttavat tekijät
- Teollisuuden rooli murroksessa
 - Raskaan liikenteen sähköistymisen tehokkuus ja kustannukset
 - Metsäteollisuuden rooli murroksessa
- Maankäyttö ja maaseutu
 - Uusiutuvan energian maankäyttöön liittyvät jännitteet ja riskit
 - Voimaloiden sijoittumisen vaikutukset asuntojen hintoihin ja verotuloihin
 - Maaseudun energiavarmuus
- Kustannusoptimoidut ja oikeudenmukaiset murrospolut

PHOENIX

- Poliittikasuositukset
 - Miksi Suomen kannattaa panostaa uusiutuvaan energiaan ydinvoiman sijaan (11/2025)
 - Biopohjaisen hiilidioksidin hyödyntäminen on saatava vauhdilla käyntiin (8/2025)
 - Miten varmistetaan sähkön saanti niukkuustilanteissa? (2/2025)
- Nämä ja tietoa projektin julkaisuista, tapahtumista, yms. löydät projektin verkkosivuilta
 - <https://www.lut.fi/fi/phoenix/ajankohtaista>





EU:n ilmastolaki ja keskeiset ajurit vuoden 2040 -90%:n päästövähennysehdotukselle

Phoenix-projekti, 14.11.2025



*Euroopan komission Suomen-edustusto
Ismo ULVILA*

EU:n Ilmastolain vaatimukset

- Voimassaolevaa lainsäädäntöä
- Ilmastoneutraalisuus v. 2050, välitavoite 2040
- Komission esitys välitavoitteesta 6 kk sisällä UNFCCC:n Pariisin sopimuksen art 14 (Global stocktake) päättymisestä CMA 5:ssä => komissio alustava näkemys 2/2024
- Komission ehdotus ilmastolain avaamisesta ja tieteeseen perustuva välitavoite v 2040 kirjaamisesta 2.7.2025
- Määräenemmistön ympäristöneuvoston päätös 5.11.25 (=> -90% by 2040) => *jäsenmaiden kanta* trilogeihin => yhteispäätösmenettely (ei enää sama kuin 2030 tavoitteissa missä EUCO antoi poliittista ohjausta suoraan)
- Joustot
- Eri track: *Yksimielisyyteen* perustuva EU:n NDC CMA 7:ään (66.25-72.5 % by 2035, kaikki sektorit ja kaikki Kioton kaasut)
- => Matkan suunta säilyy, kuoppaisuus lisääntyy

Puhtaan teollisuuden ohjelma myös ilmastolle

- **Mario Draghi**: kolme D:tä (digi, decarbonisation, defense) – vuosittaiset investoinnit tasolle 5 % BKT:stä
- EU:n täytyy löytää innovaatiofokuksensa uudelleen; enemmän murrosteknologioita ja niiden kaupallistamista
- Vähähiilisyys ja kilpailukyky riippuvat toisistaan - ne pitää toteuttaa koherentilla suunnitelmalla. Vähähiilisyyden hyödyt pitää saada nopeasti loppukäyttäjille ja energian hinnat alas => Talouskasvun mahdollisuus
- => poliittisten suuntaviivojen 2024-29 painotus: investoinnit, skaalaaminen, pragmaattisuus, joustavuus, riippuvuuksien vähentäminen, simplifiointi
- De-coupling tapahtuu
- Eurobarometri (6/2025): 81 % EU-kansalaisista tukee 2050-nettonollatavoitetta, 77% uskoo että tekemättä jättäminen maksaa enemmän
- EU tulee saavuttamaan v. 2030 tavoitteensa (Ff55) – vaikka kirittävää on mm. energiatehokkuuden parantamisessa (11.7% by 2030), nieluissa (vaje 45-60 MtCO₂) ja sopeutumisessa => EUCRA:n numerot uhkakuvista selkeitä

Mistä EU:n 2040 tavoite (-90%) koostuu ?

- Komission ehdotuksen poliittinen ohjaus EUCO 23.10.25 ja ENVI Council 5.11.25
- EUCO: vihreä ja puhdas kehitys yhdessä kilpailukyvyn, teollisuuspolitiikan ja osaamisen kanssa. Reilu siirtymä, kansallisen erityispiirteet, teknologianeutraalisuus
- Joustot: – *enabling conditions*: Pariisin art 6 käyttö 3% - (neuvosto 5%), kansallinen vapaaehtoinen hiilensidonta mukaan EU ETS:ään, sektoreiden väliset joustot, raskaan teollisuuden tuki ja dialogit, ETS 2 voimaan vasta 2028, välitarkastelu (neuvosto), ajoneuvojen päästörajat, kansalliset erityispiirteet (neuvosto)
- Arkkitehtuuri muutos: ei enää vain kansallisia toimia (kuten Ff55)
- “up to 5%” kv hiilikrediittejä (Pariisin Art 6): mutta miksi, mistä, ja millaisia ja kuka? Pilot-ohjelma 2031-35, ostot 2036-40 – mihin hintaan ?
- Kv yksiköt ja EU ETS compliance ?
- EU ETS:n ilmaisjaon päättymisen – muuttuuko LRF 2028 jälkeen ? (neuvosto)
- Komission välitarkastelut 2 vuoden välein ja mahdolliset lisäehdotukset
- 2030-tavoitteet toimeenpanossa, NECP-sykli yms
- Syksy 2026: EU ETS post 2030 komission ehdotus

Tulevia merkkipaaluja

- (EU Global climate and energy vision JOIN 2025 25 – 16.10.25)
- => Industrial dealin ulkoinen osa; arvoketjut, cleantech vienti, riippuvuuksien hallinta, kauppasopimukset, kestävät kummapnuudet
- 10.12.25:
- Puhtaan teollisuuden ohjelman paketin toimeenpano (investointistrategia, investointien kiihdyttämisen asetusehdotus, CBAM vahvistaminen,)
- Eurooppalaiset verkot ja integraatio
- Autoteollisuuden paketti: CO2 standardit, akkuboosting, simplifiointi...
- 12.2.26: kilpailukyvyn komission sisäinen keskustelu
- Osaamisunioni, ml insinööritieteiden strateginen suunnitelma
- Työohjelma 2026:
- Q1: kiertotalous, kriittisten raaka-aineiden keskus, sähköistäminen, energiaturvallisuus, energia-unionin paketti ml uusiutuvat ja energiatehokkuus (Q3), EU ETS ml merenkulku, lentoliikenne Q3

Puhtaan teollisuuden ohjelma COM(2025) 85

- Vähähiilisyys, kilpailukyky, **ennustettavuus**, 2050-nettonollan raameissa.
- Energia-intensiivisen teollisuuden **sähköistäminen**, reilu kv kilpailu
- **Industrial decarbonization accelerator act**
- Keskeiset **markkinat** cleantechille ja niiden tuotteille – työntöä innovaatioon ja investointeihin, esim. tuulivoima ja energian varastointi;
- **Kriittiset raaka-aineet ja kiertotalous**: materiaalien kestävä käyttö ja kiertotalouden syventäminen, ml. sisämarkkinoiden tasolla;
- **Julkiset hankinnat**: Kestävyys ja buy European strategisilla sektoreilla, labelling;
- **Taloudellinen turvallisuus**: riippuvuuksien vähentäminen, talouden resilienssin kehittäminen, fossiilisesta energiasta irtautuminen;
- **Kohtuuhintaisen energian** ohjelma ml energiatehokkuus;
- **Rahoitus**: paukkuja Innovaatorahastolle, Horizon Europelle jne (vivutus=> 100 mrd)
- **Osaaminen**: puhtaan teknologian, digimaailman ja yritystoiminnan taidot. Osaamispulan lieventäminen.

Kiitos

Ismo ULVILA

Euroopan komission Suomen-edustusto

Ismo.ulvila@ec.europa.eu

Puh. 050.54.11.122.



Finnish Steel and Metal Producers



Terästeollisuuden muutos ja fossiilivapaa teräs

Harri Leppänen /
Metallinjalostajat ry
14.11.2025

Muutos on välttämätön

- **Terästeollisuuden ilmastovaikutus:** Vastaa noin 7-9 % maailman globaaleista hiilidioksidipäästöistä
- **Regulaatio:**
 - Globaalit ilmastotavoitteet (Pariisin sopimus) edellyttävät teollisuuden päästövähennyksiä
 - EU 2040 ilmastotavoite -90% verrattuna vuoden 1990 päästötasoon
 - Suomi 2035 ilmastoneutraali, Ruotsi 2040
 - Päästökauppa tekee CO₂-päästöistä kalliita Euroopassa
- **Asiakkaat** haluavat vähäpäästöisiä ratkaisuja pienentääkseen omaa hiilijalanjälkeään

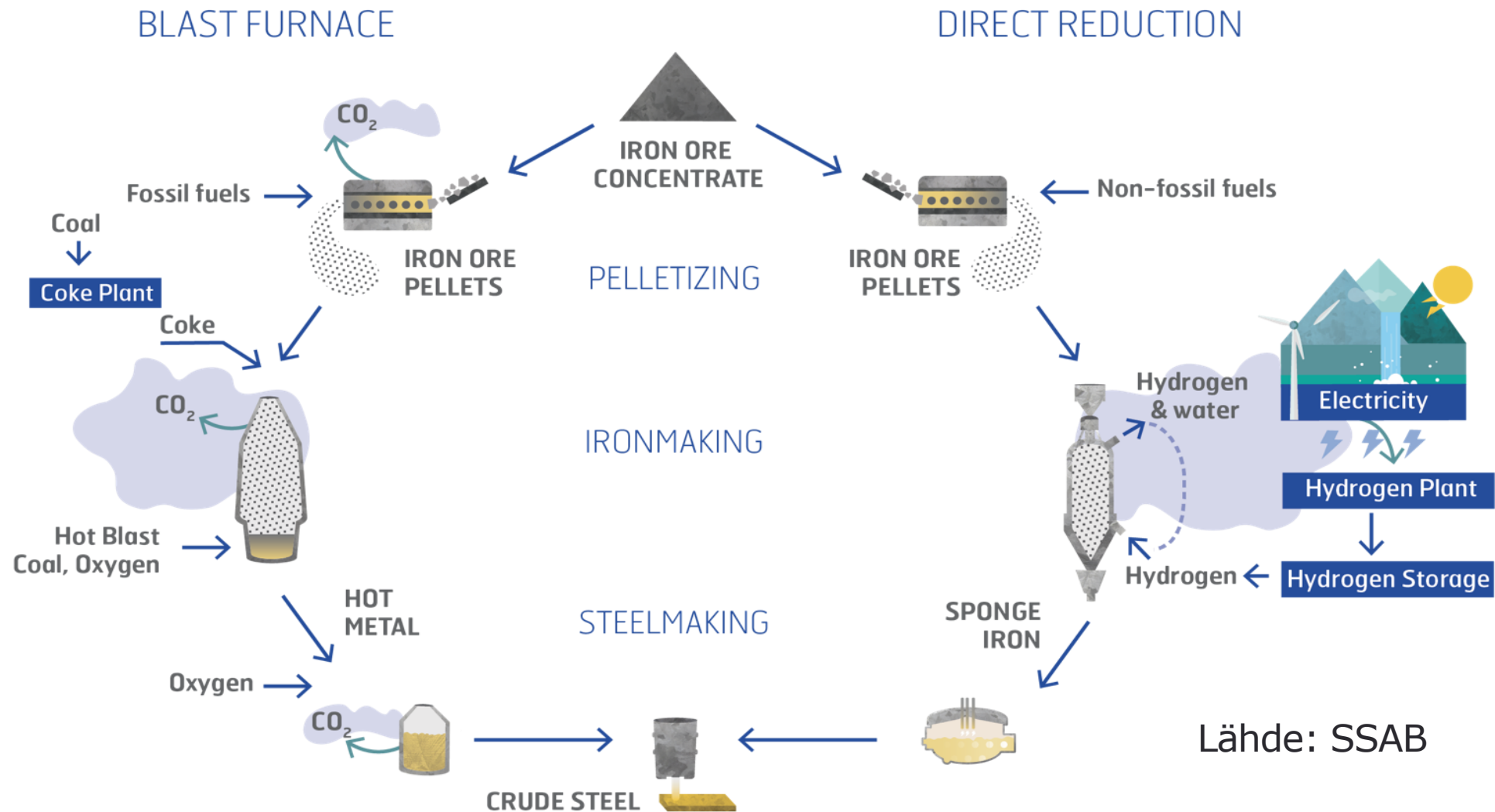


Avainteknologiat fossiilivapaaseen teräkseen

- **Fossiilivapaa teräs:** Tarkoittaa teräksen tuotantoa, jossa fossiilisia polttoaineita ja pelkistimiä ei käytetä tai niiden käyttö minimoidaan.
- **Kierrätysteräkseen pohjautuva valokaariuuni tuotanto (EAF):**
 - Sulatetaan kierrätettyä teräsromua uusiutuvalla sähköllä.
 - Keskeinen osa monia uusia hankkeita
- **Vetypohjainen suorapelkistys (H2-DRI):**
 - Yleisin lähestymistapa.
 - Käyttää vihreää tai pinkkiä vetyä pelkistämään rautamalmia.
 - Sivutuotteena syntyy vettä (H_2O) hiilidioksidin sijaan.
- **Sulaoksidielektrolyysi (MOE):**
 - Kehitteillä oleva teknologia
 - Käyttää sähköä suoraan sulan rautamalmin prosessointiin, ei tarvitse vetyä



Perinteinen masuunireitti vs vetypelkistys



Lähde: SSAB

Merkittäviä hankkeita

- **HYBRIT (SSAB, LKAB, Vattenfall JV) (Ruotsi / Suomi):**

- H2-DRI hanke. Pilottihanke onnistunut; ensimmäinen teollisen mittakaavan laitos 2026.
- Täysin fossiilivapaan teräksen tavoite noin 2035.

- **Blastr Green Steel (Suomi):**

- Suunniteltu H2-DRI tehdas Inkooseen.
- Integroitu vihreän vedyn tuotanto osaksi terästehdasta.

- **Stegra (Ruotsi):**

- Suuri kaupallinen H2-DRI laitos Bodeniin.
- Tavoitteena tuotanto 2030
- Käyttää vihreää vetyä ja uusiutuvaa sähköä.

- **Boston Metal (USA):**

- Kehittää MOE-elektrolyysiteknologiaa



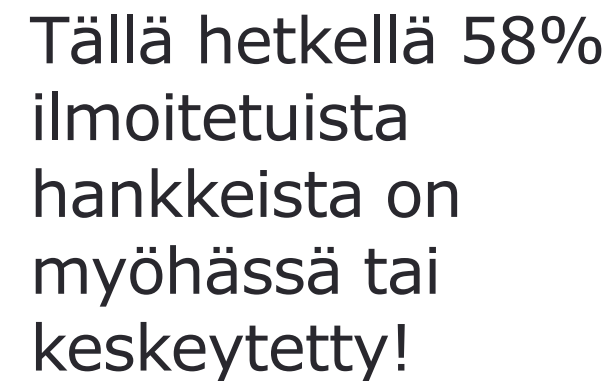


Globaalitilanne terästeollisuuden siirtymässä



Eurooppa on muutoksen veturi, mutta globaalistikin tapahtuu.

Lähde: [Green Steel Tracker - Leadership Group for Industry Transition](#)



17.11.2025

Teräksen ylituotanto-ongelma

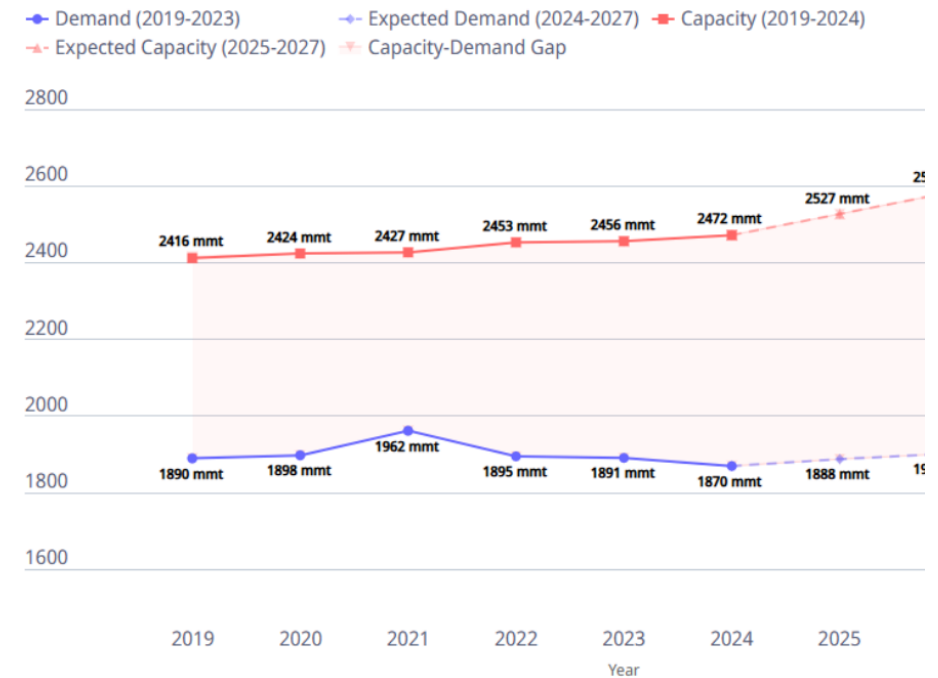
Figure 1.4. Steel subsidisation rates in China, OECD countries and other countries, 2006-22

As a percentage of firm revenues



Figure 1.3. Recent (2019-24) and forecasted (2025-27) global steel excess capacity

In mmt





Mahdollisuudet

- **Kestävä kilpailuetu:** Yritykset, jotka siirtyvät ajoissa, saavat etulyöntiaseman vastuullisuutta arvostavilla markkinoilla
- **Toimitusketjun muutos:** Autovalmistajat, rakennusala ja muut suuret ostajat vaativat jo vähäpäästöistä terästä
- **Pohjoismailla** on erinomaiset edellytykset (uusiutuva hinnaltaan kilpailukykyinen energia, rautamalmi) tulla vihreän teräksen edelläkävijöiksi
- **Lisää** eurooppalaisen terästeollisuuden resilienssiä



Kuva ET Manufacturing

Vaikutus ja tulevaisuuden näkymät

Haasteet

- **Kustannukset:** Vihreä teräs on tällä hetkellä kalliimpaa kuin perinteinen teräs
- **Markkinan** epävarmuus – onko vihreä preemio realisoitavissa?
- **Suurten investointien** keskinäisriippuvuus ja riskien hallinta
- **Energian saatavuus:** Vaatii valtavia määriä fossiilivapaata energiaa. Uusien energiahankkeiden hyväksyttävyys?
- **Regulaatio ja tuki:** Hallitusten tuet ja tiukempi ilmastopolitiikka nopeuttavat siirtymää, samoin toimet markkinoiden synnyttämiseksi





Yhteenveto

- **Keskeistä:** Vihreä teräs on välttämätöntä ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi. Teknologia on olemassa ja hankkeet etenevät
- **Tulevaisuus:** Siirtymä vaatii investointeja, mutta tarjoaa merkittäviä mahdollisuuksia
- **Regulaatio** päästöjen suitsimiseksi ja markkinoiden luomiseksi vähähiilisille ratkaisuille on murroksen aikaansaamiseksi välttämätöntä



KIITOS!

Kysymyksiä?

Harri Leppänen
harri.leppanen@teknologiateollisuus.fi



LAND OF THE CURIOUS



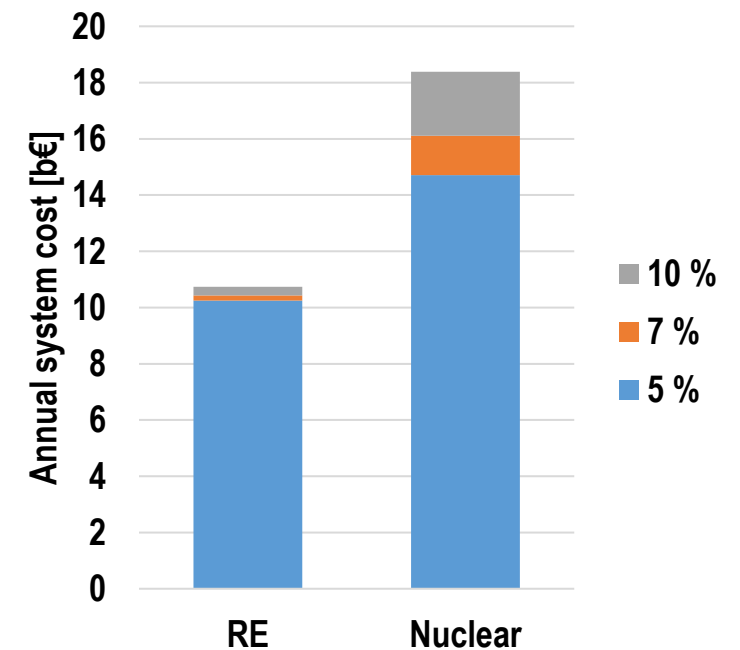
Sähköistämisellä kilpailukykyä suomeen - November 14, 2025

COSTS OF DIFFERENT TRANSITION PATHWAYS

Erilaisten energiamurrospolkujen kustannukset

Rasul Satymov, LUT-yliopisto

S. Ruggiero, B. Steigerwald, J. Weibezahn, N. Duic, J. Ahola, D. Bogdanov, C. Breyer



COST OF ELECTRICITY

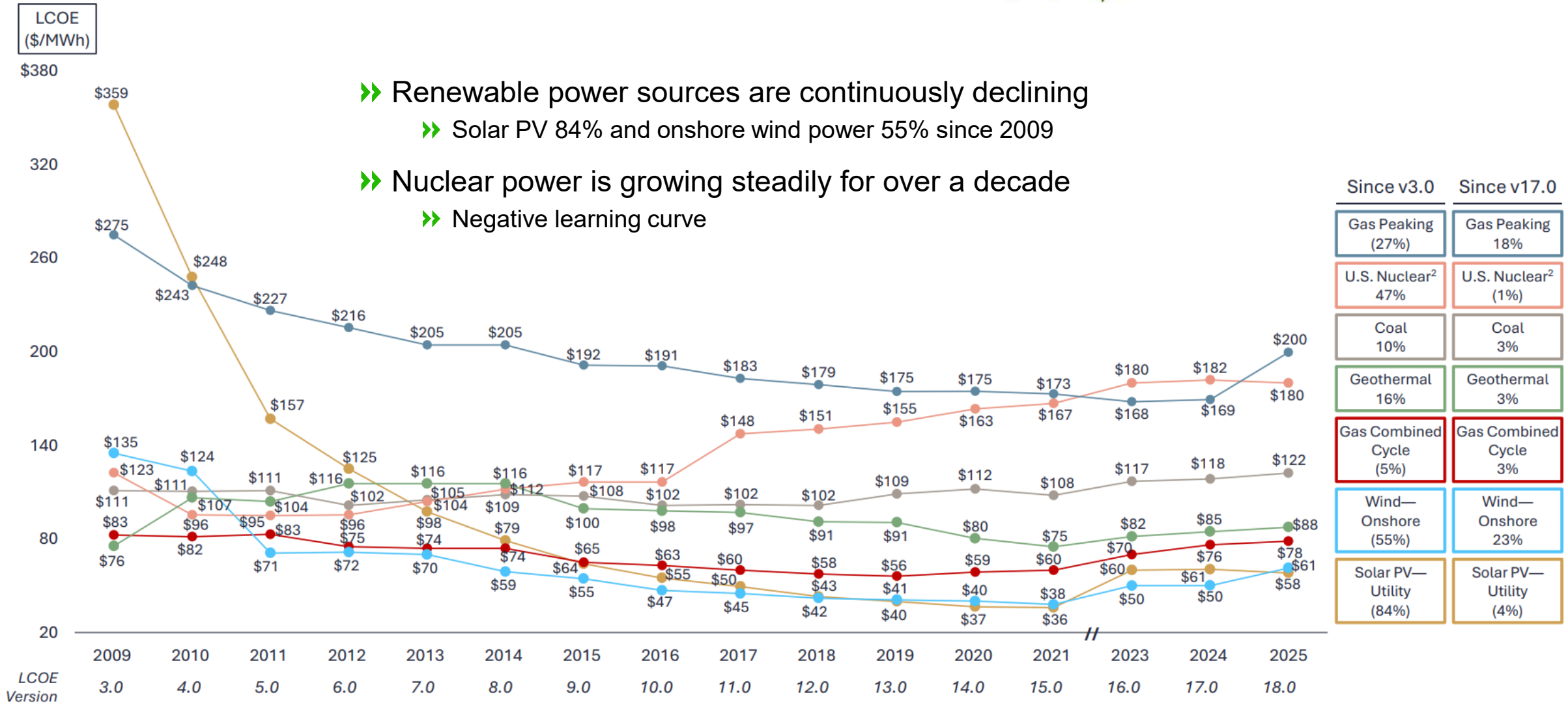
- » We all know about the high costs of nuclear power
- » We all know about the low costs of renewable energy
- » We all know about the cost overruns and construction delays of nuclear power plants, putting aside the problems with uranium sourcing and waste management

Olkiluoto 3 reactor plugged into national grid, 13 years behind schedule

One of the world's most expensive buildings, OL3 is to meet 14 percent of Finland's electricity needs by next summer.

HS:
cata

The screenshot shows a news article from HS.fi. The top navigation bar includes links for Newsroom, Research, Regions, About, a search icon, and a Subscribe button. Below the navigation bar, there are tags for Nuclear, China, Finland, France, and UK. The main headline reads "European Pressurized Reactors: Nuclear power's latest costly and delayed disappointments". The date "February 02, 2023" is visible at the bottom of the article snippet.





COP28

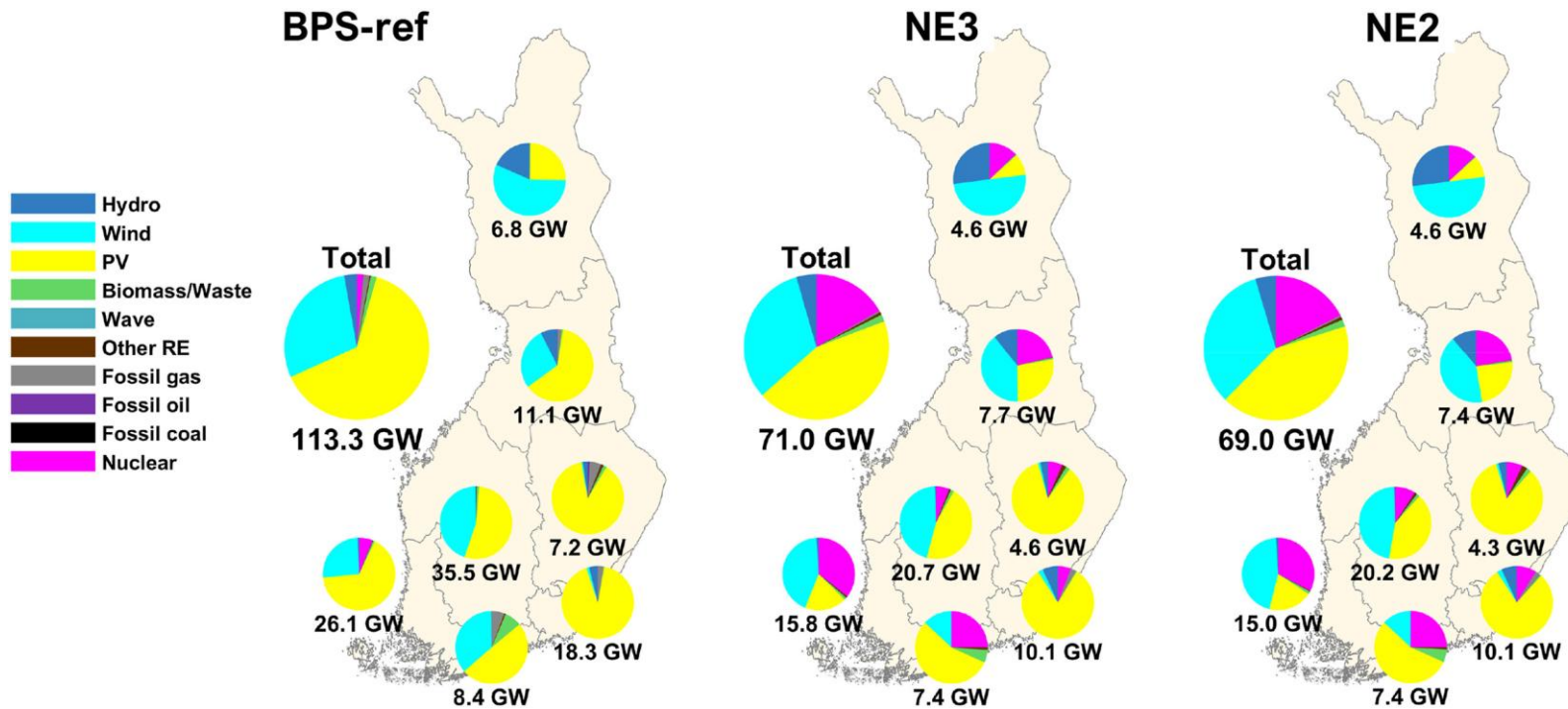
- »» Despite all, Finland, among 25 other countries, endorsed a declaration to **triple** nuclear power capacity by 2050 at the COP28 in Dubai in December 2023
- »» Assuming we start the process today and can build as fast as Olkiluoto 3 (or Flamanville 3, or Hinkley Point C), new nuclear power plants will come online in late 2040s
 - »» TVO filed an application for a decision-in-principle with the Government in November 2000
- »» Small modular reactors (SMR) are advertised to play a role in keeping the costs low and construction times short
 - »» Though there are no commercial SMRs available today
 - »» What is typically not discussed much is the considerable negative economies-of-scale of SMRs



QUANTIFYING THE COST OF TRIPLING NUCLEAR POWER

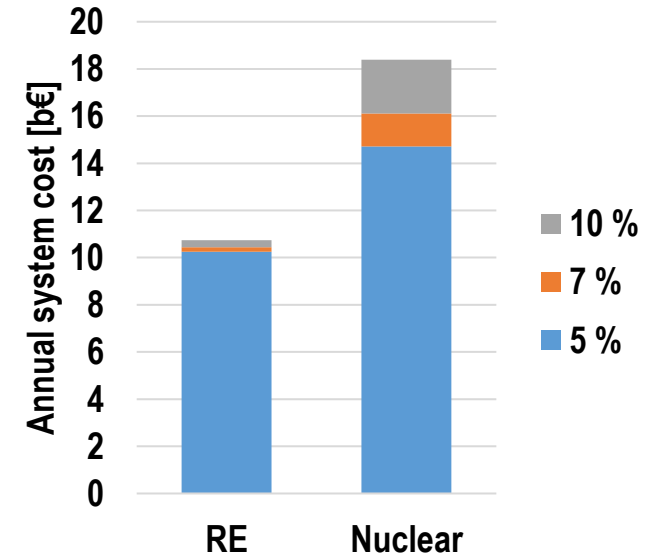
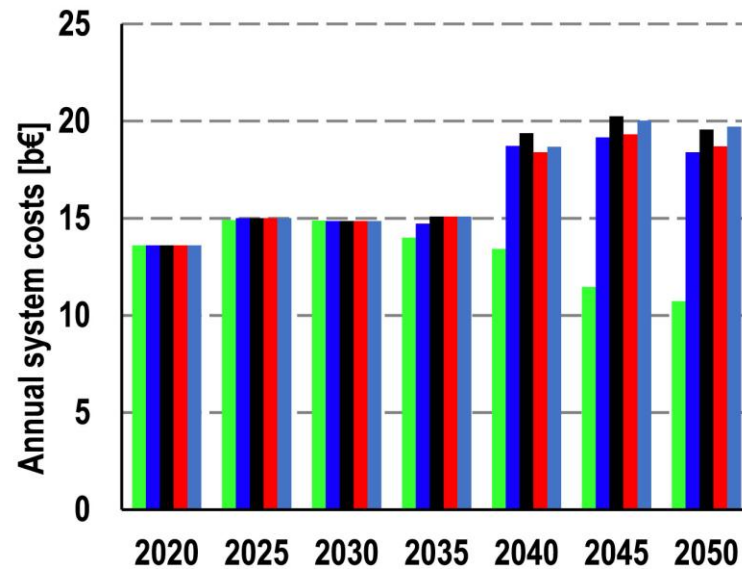
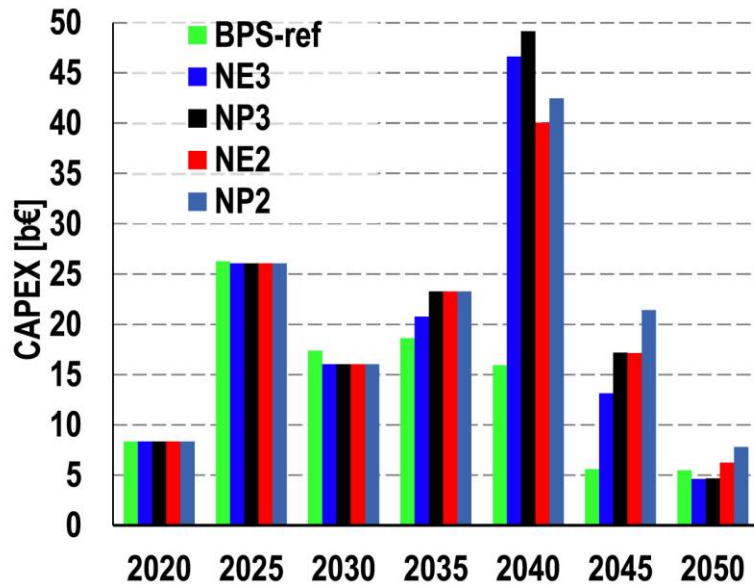
- » We set out to quantify the impact of tripling nuclear power capacity on the cost of the energy system transition in Finland
 - » Tripling the current 4.4 GW of nuclear power capacity would raise it to 13.2 GW by 2050
- » We used a linear optimisation model with cost minimisation function to simulate the transition of an energy system – LUT-ESTM – which finds a least-cost energy system configuration in 5-year timesteps from 2020 to 2050
- » First, we simulate a technology-neutral scenario to serve as a reference
- » Second, we simulate energy transition forcing large-scale nuclear power plants and SMRs (incl. SMR-CHPs) starting from 2035 (generously assuming new plants can come online within 10 years)
- » We assumed 7000 €/kW for large-scale nuclear power plants, and starting 10 500 €/kW for SMRs based on learning curves from scientific literature, assuming a worldwide spurt in SMR manufacturing

RESULTS



- Smaller power and heat generation capacities, electrolyzers, utility-scale batteries and thermal energy storage needed in nuclear scenarios, but grid capacity expansion is similar among all scenarios

RESULTS



- Nuclear scenarios end up 71-84% more costly than the reference scenario in 2050
- Levelised cost of electricity is 99-115% higher than the reference scenario in 2050
- Even with favourable financing conditions with 5% cost of capital, nuclear tripling is 37% more expensive



CONCLUSIONS

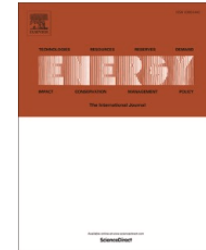
- »» Outline the overarching goal to establish a low-cost, defossilised, resilient, and just energy system, letting market forces determine the energy mix.
- »» Investing in renewables and sector coupling technologies can achieve significant savings.
 - »» The savings could be used to address pressing social challenges in Finland, such as reducing health disparities, improving education, or strengthening social security.
- »» Streamline grid expansion with fast-track permitting and regular national plans.
- »» Promote a more equitable energy system with decentralised renewables, supporting local communities and diverse stakeholders. Wind power and solar PV support decentralised innovation and participation, allowing diverse stakeholders, including local communities, to contribute and benefit from the system.



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Energy

journal homepage: www.elsevier.com/locate/energy



Who will foot the bill? The opportunity cost of prioritising nuclear power over renewable energy for the case of Finland

Rasul Satymov^{a,*} , Salvatore Ruggiero^b , Björn Steigerwald^{c,d} , Jens Weibezahn^e ,
Neven Duić^f , Jero Ahola^a , Dmitrii Bogdanov^a , Christian Breyer^a

Details can be found in a peer-reviewed publication:

<https://doi.org/10.1016/j.energy.2025.138630>.





LAND OF THE CURIOUS





14.11.2025 SÄHKÖISTÄMISELLÄ KILPAILUKYKYÄ SUOMEEN

PERUSVOIMAA DATAKESKUKSILLE UUSIUTUVILLA

Altti Meriläinen

Nuorempi tutkija | LUT-yliopisto

altti.merilainen@lut.fi

LinkedIn: [@alttimerilainen](#)



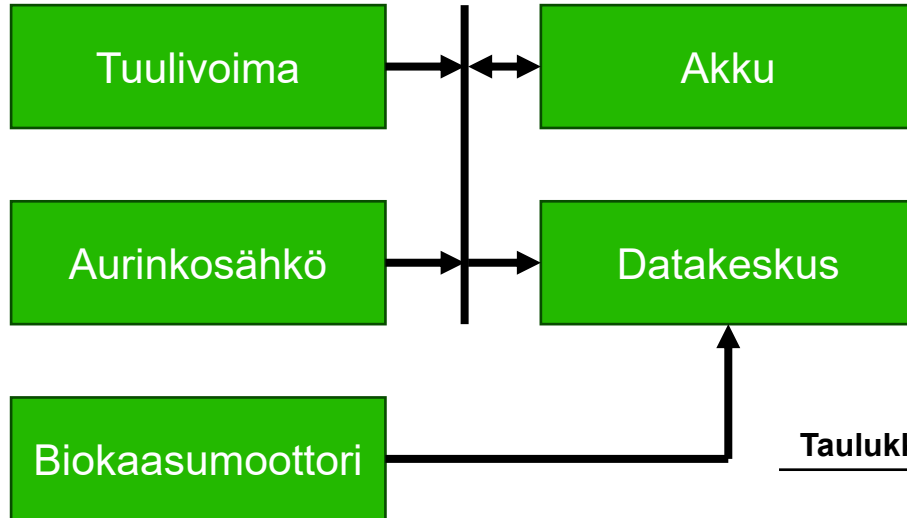
**BUSINESS
FINLAND**

TAUSTAA



- » Sähköistyvä yhteiskunta tarvitsee uutta sähköntuotantoa nopeasti ja kustannustehokkaasti
- » Datakeskushankkeet ja niiden sähköntarve on ollu isossa roolissa julkisessa keskustelussa
- » Ydinvoima nähdään usein ainoana vaihtoehtona tuottaa vähäpäästöistä perusvoimaa
 - » Kallista ja pitkä rakennusaika
- » Tämän työn tavoitteena on analysoida:
 - » Mikä on aurinko- ja tuulisähkään sekä akkuenergiavarastoon pohjautuvan perusvoimatuotannon teknistaloudellinen toteuttettavuus?
 - » Mikä on varavoimalaitoksen (kaasumoottori) rooli järjestelmän tukena?
 - » Mikä on toimitetun perusvoiman tuotantokustannus?

MALLINNUS JA OPTIMOINTI (1/2)



Tavoite: minimoi $LCOE = \frac{CAPEX + \sum_{i=1}^n \frac{OPEX_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{E_{supplied,e,i}}{(1+r)^i}}$

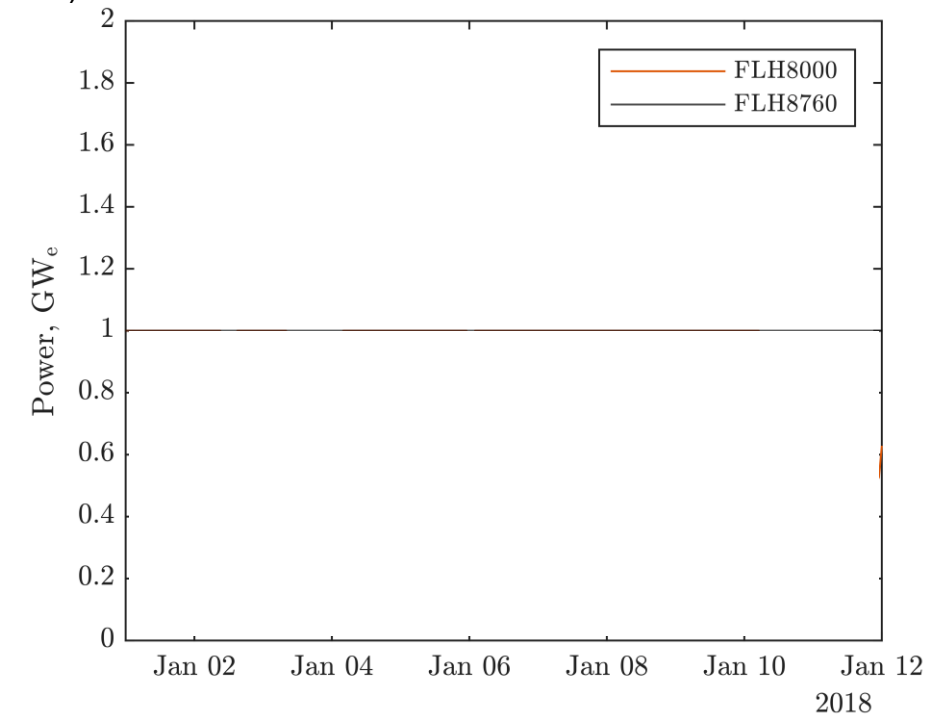
Taulukko. Teknis-taloudelliset oletukset. Järjestelmän elinkaarena 30 vuotta ja laskentakorkona 6%.

	Wind	Solar PV	BESS, pack	BESS, interface	Backup PP (biogas engine)
CAPEX	1060 €/kW _e	466 €/kW _e	100 €/kWh _e	91 €/kW _e	1000 €/kW _e
OPEX_{fix}	21 €/kW _e /a	11.8 €/kW _e /a	5 €/kWh _e /a	-	10 €/kW _e /a
OPEX_{var}	-	-	-	-	120 €/MWh _h
Efficiency	-	-	92%	-	40%
Lifetime	30 a	30 a	20 a	20 a	30 a

MALLINNUS JA OPTIMOINTI (2/2)

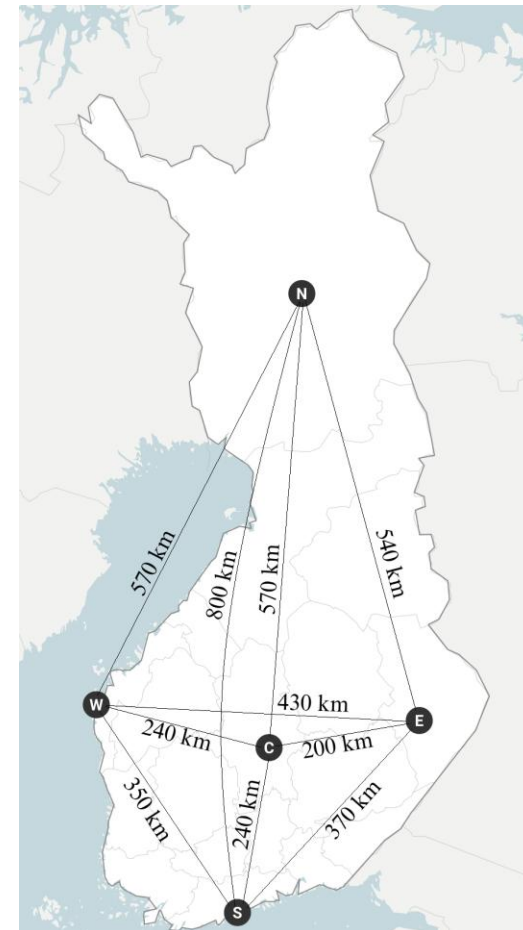
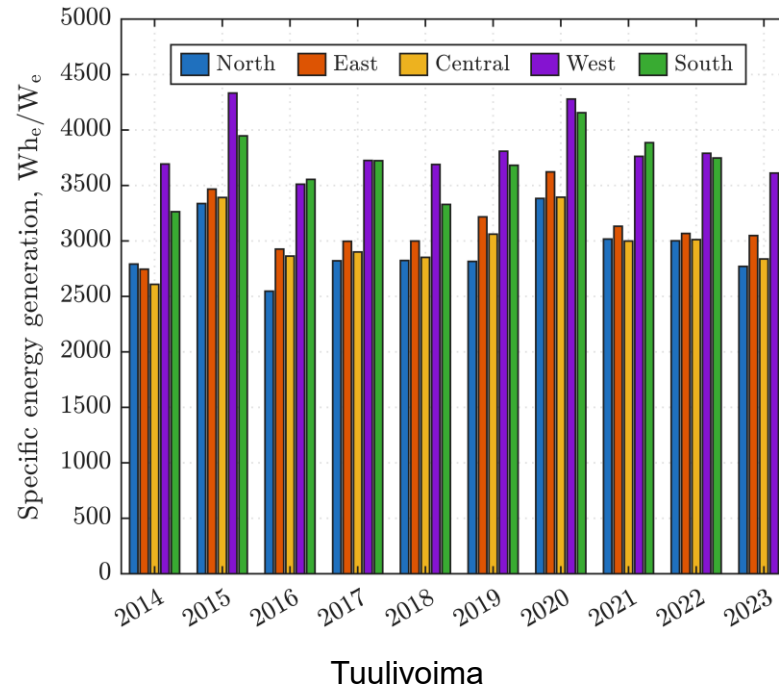
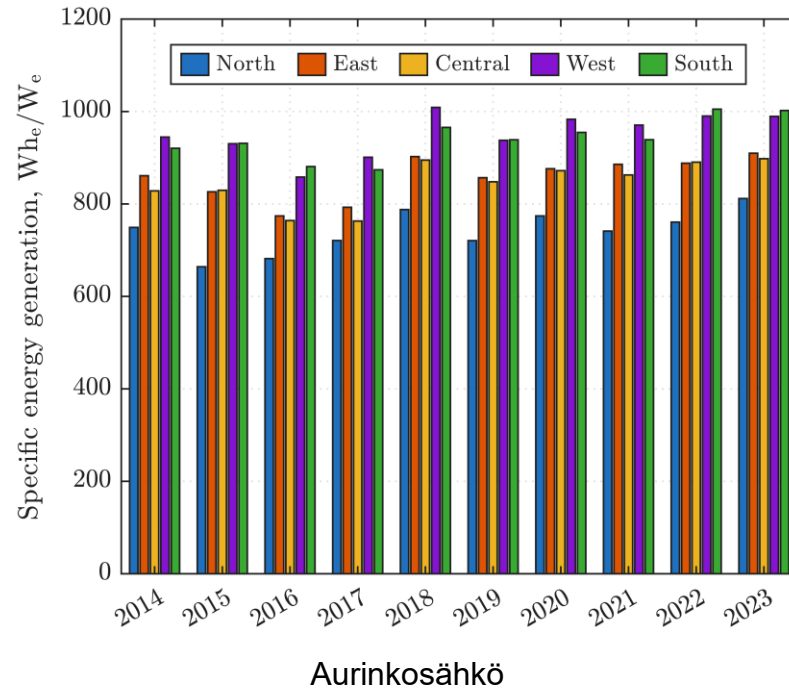
Optimointiskenaariot (1 GW_e perusvoima):

1. Perusvoiman tuotanto: huipunkäyttöaika (FLH) 8760 h
 - 1 GW sähkön toimitus tulee toteutua vuoden jokaisena tuntina
2. Joustava perusvoiman tuotanto: FLH ≥ 8000 h
 - Tyypillinen huipunkäyttöaika ydinvoimalalle Suomessa (~1kk huoltoseisokki)

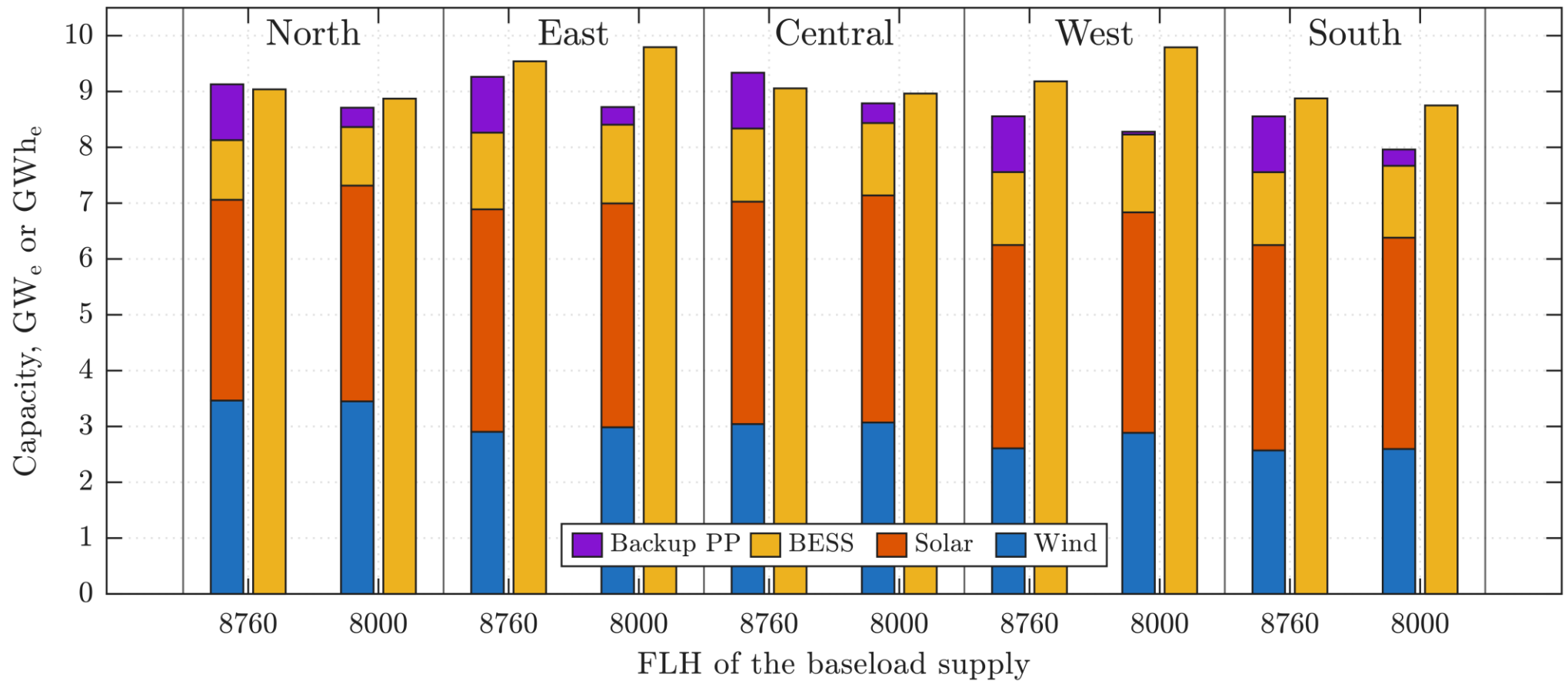


TUULI- JA AURINKOSÄHKÖDATA 10 VUODELLE

- » Tuuli- ja säteilytiedot pohjautuvat ERA5 tietokantaan (2014–2023)
- » Uudelleenanalysoitua dataa pohjautuen säämalleihin ja -havaintoihin vuodesta 1940
- » Viisi paikkaa Suomesta

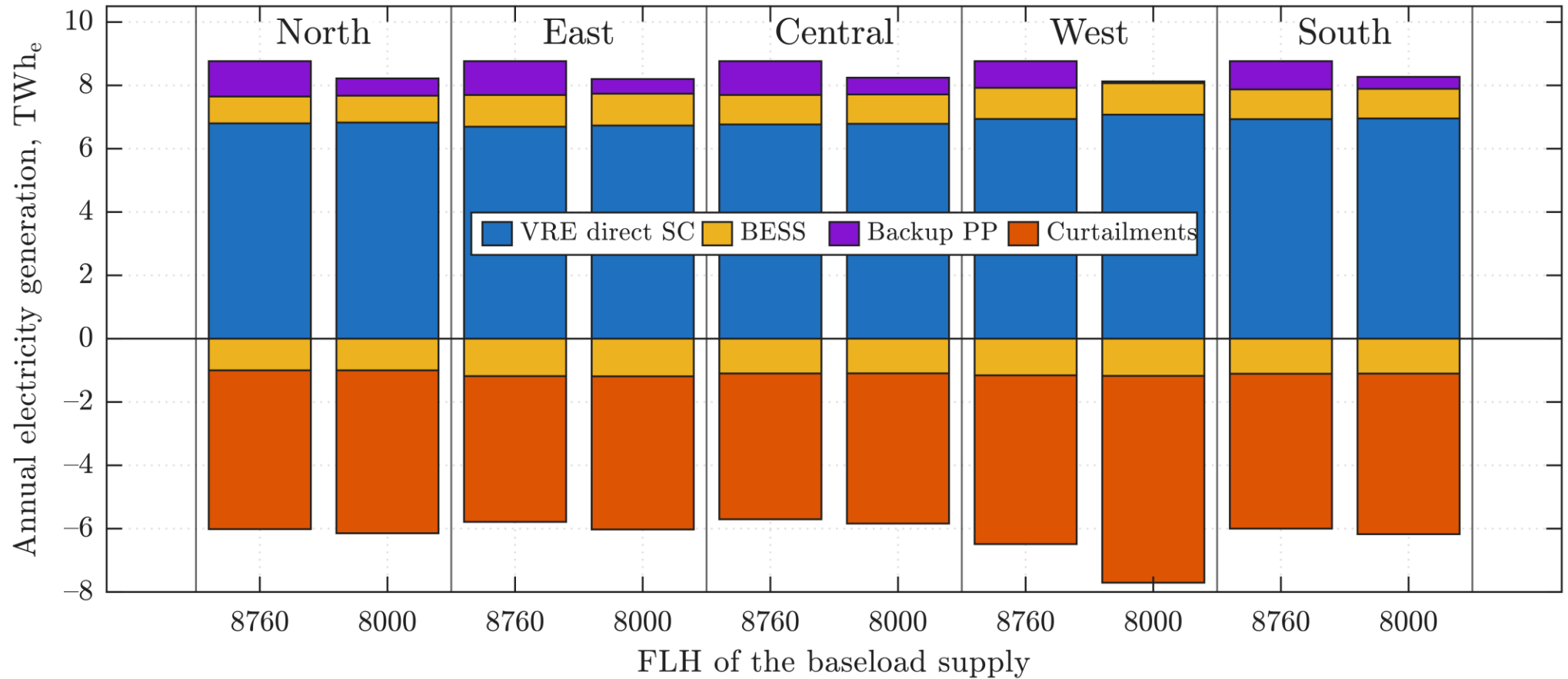


KUSTANNUUSOPTIMAALINEN KAPASITEETTI



Vasen palkki: teho (GW)
Oikea palkki: energia (GWh)

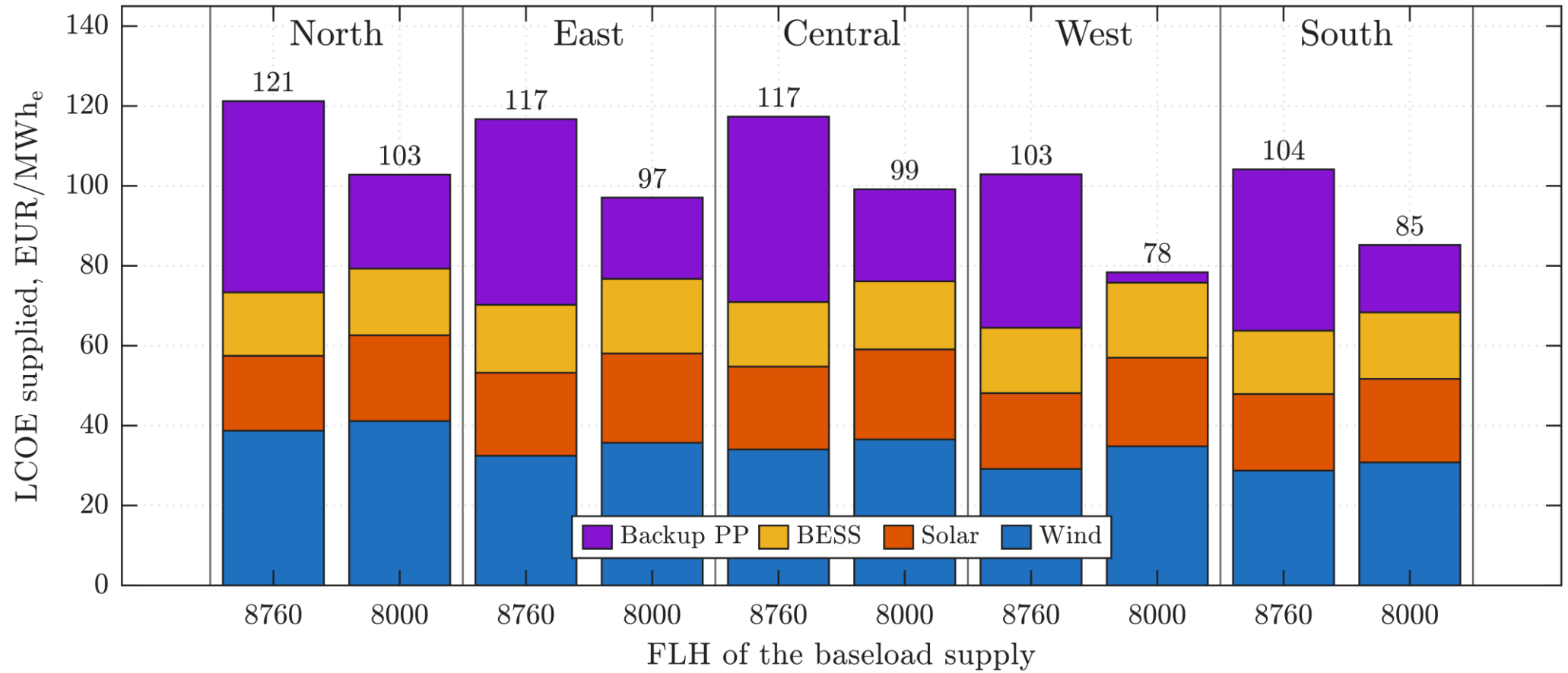
ENERGIANTUOTANTO KESKIMÄÄRÄISENÄ VUONNA



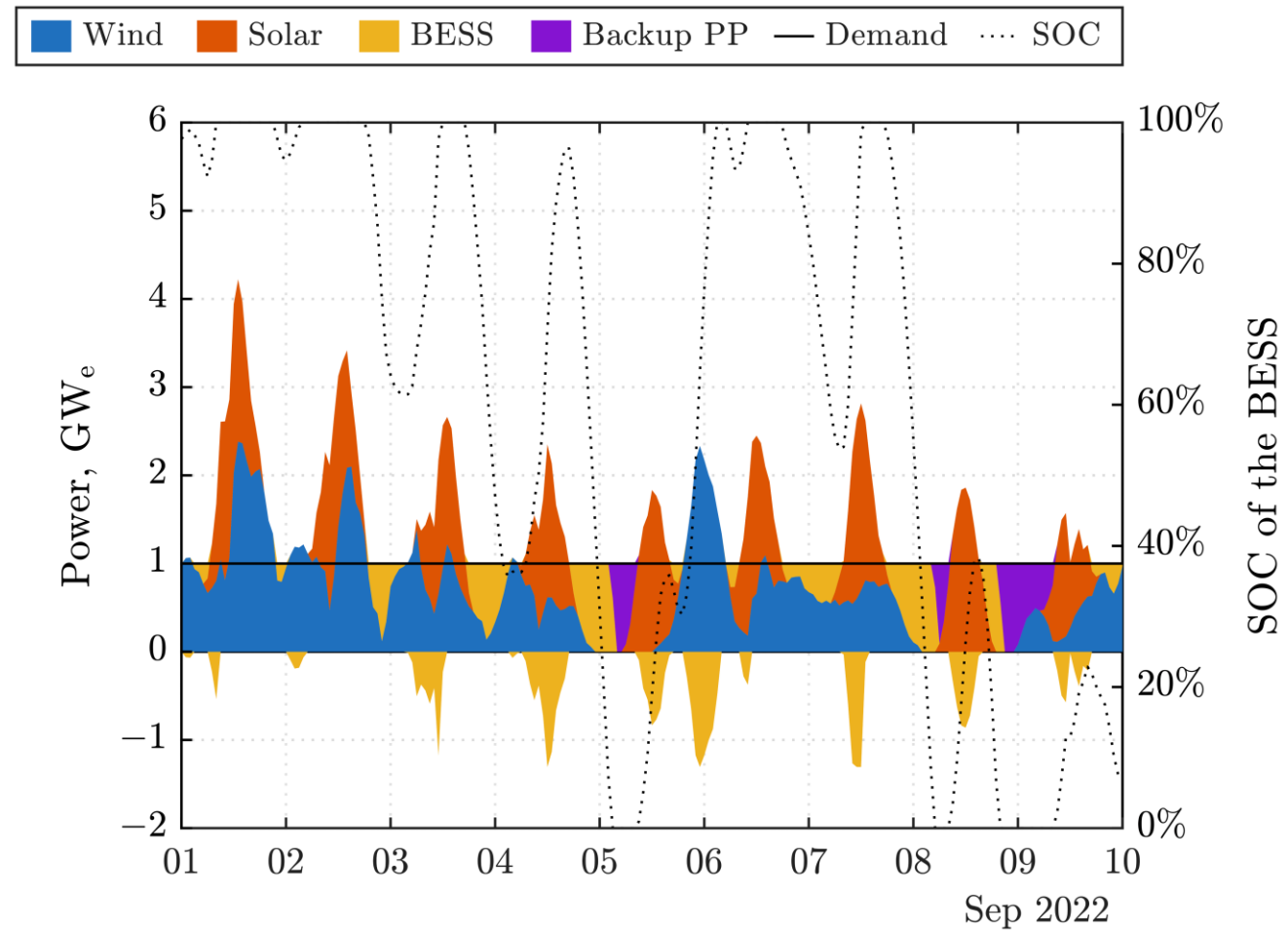
LCOE



LCOE sisältää vain toimitetun sähkön, ei ylijäämää!



TEHONTUOTANTOPROFIILI



JOHTOPÄÄTÖKSET



- » Puhdasta perusvoimaa voidaan tuottaa 103–121 €/MWh tuotantokustannuksella
 - » Maantieteellisellä sijainnilla on merkittävä vaikutus tuotantokustannukseen
 - » Varavoima tuottaa vain enintään 13% perusvoimasta, mutta muodostaa jopa 40% tuotantokustannuksesta
 - » FLH8000 pudottaa tuotantokustannusta noin 15–24% → 78–103 €/MWh
 - Kulutusjousto on erittäin arvokasta
- » Järjestelmä tuottaa valtavan määrän ylijäämäsähköä (~40% kokonais tuuli- ja aurinkosähköntuotannosta)
 - » Mikä on ylijäämäsähkön potentiaalinen käyttökohde ja taloudellinen arvo?
- » Järjestelmä on hybridi ja modulaarinen ja mahdollistaa lyhyen rakennusajan
 - » Hajauttaa riskiä

J. Salmi, M. Salmelin, A. Meriläinen, L. Gardemeister, A. Kosonen, S. Honkapuro, J. Lassila, J. Ahola, A. V. Lindfors.
Techno-economic Feasibility of a Renewable Baseload Power Supply for Data Centers. Under review in Energy.





Metsäteollisuuden mahdollisuudet biogeenisen hiilidioksidin talteenottamisessa



PH[©]ENIX



**STN Phoenix ajankohtaistilaisuus
Helsinki, 14.11.2025**

**Janne Jääskeläinen, Jenni Miettinen, Markku Ollikainen, Mirja Mikkilä
Helsingin yliopisto**

Photo: Wikipedia Commons (CC0 1.0 Universal)

**HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI**



KYSYNTÄ METSÄTEOLLISUUDEN HIILIDIOKSIDILLE KASVAA JA LUO UUTTA TULOVIRTAA

- Metsäteollisuudessa syntyy Suomessa vuosittain noin 20 Mt bioperäistä hiilidioksidia.
- Mahdolliset tulevat kannustimet investoida talteenottoon:

Varastointi ja negatiivisten päästöjen myynti (Bio-CCS):

- EU:n päästökauppa
 - Komissio: Bio-CCS yksiköiden myynti mahdolliseksi?
- Valtion tuki
 - Norja, Ruotsi, ja Tanska: Rahoitus bio-CCS -hankkeisiin kansallisten ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi.
- Vapaaehtoiset markkinat
 - Microsoft: Hankkeiden rahoittaminen omien vapaaehtoisten tavoitteiden saavuttamiseksi.

Hyödyntäminen fossiilittomissa tuotteissa Bio-CCU(S):

- Synteettiset polttoaineet
 - Lentoliikenne: Kasvava kiintiö EU:n lentokentillä 2030 alkaen
- Muovit
- Sementti



TUTKIMUSKYSYMYKSIÄ

1. Kannattaako sellutehtaan investoida hiilidioksidin talteenottoon?

2. Vaikuttaako hiilidioksidin talteenotto sellutehtaan tuotantoon?

- Kuitupuun kysyntä
- Energian tuotanto
- Sivuvirtojen käyttäminen biotuotteisiin tai energiaksi



LASKENTAMALLIN RAKENNE

- **Vaihe 1:** Ratkaistaan sellutehtaan optimaalinen tuotanto olettaen, että talteenottoon on investoitu
 - Tehdas valitsee kapasiteetin puitteissa optimaalisen tuotantomäärän ja sivuvirtojen allokaation

$$\begin{aligned} \text{Voitto} = & \text{Tuotto sellusta} - \text{Kustannus puusta ja kemikaaleista} + \text{Tuotto sivuvirroista biotuotteiden raaka-aineena} - \text{Kustannus sivuvirtojen erottamisesta} \\ & + \text{Tuotto / kustannus energiasta} + \text{Tuotto / kustannus hiilidoksidista} - \text{Kiinteä kustannus pääomasta ja työvoimasta} \end{aligned}$$

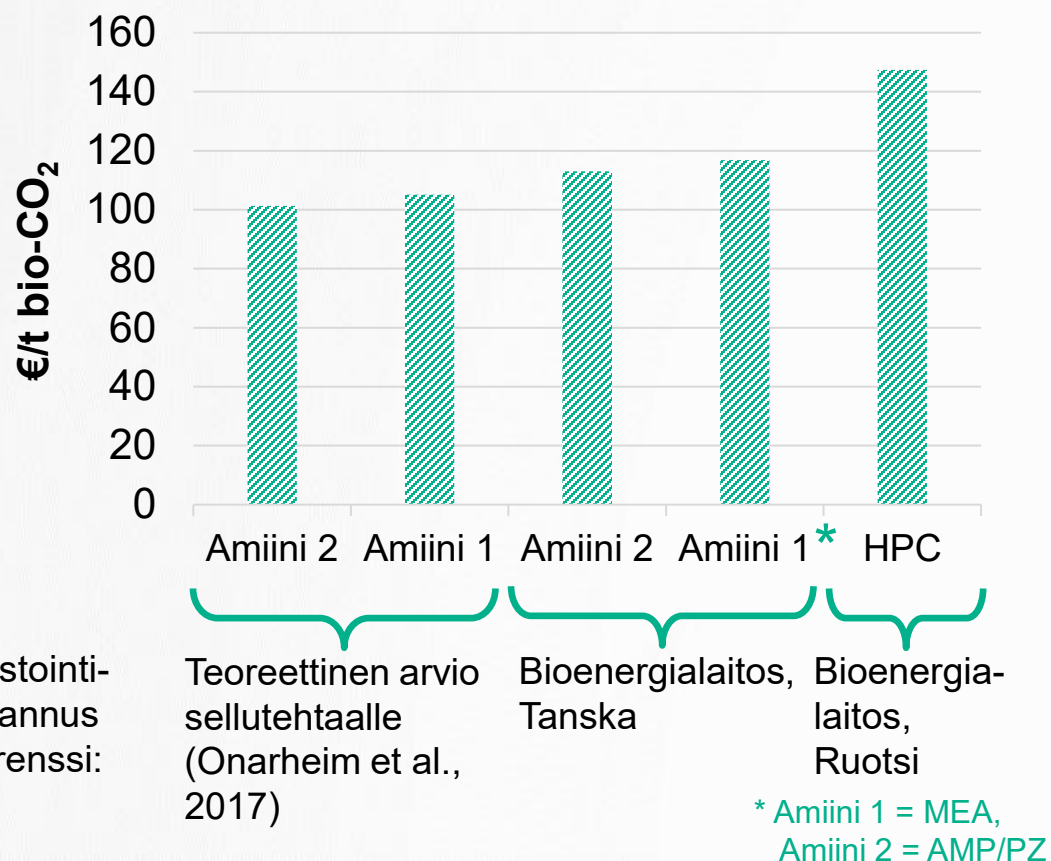
- **Vaihe 2:** Ratkaistaan mikä on minimihinta talteen otetulle hiilioksidille, että investointi kannattaa

$$\text{Voiton nettonykyarvo investoinnin kanssa (uudelleen optimoitu tuotanto)} = \text{Voiton nettonykyarvo ilman investointia} + \text{Investointikustannus}$$



TALOUSTIETEELLISEN MALLINNUKSEN TULOKSIA

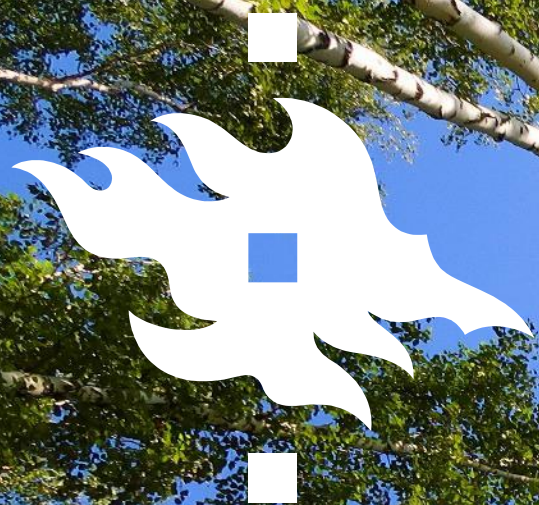
Break-even hinnat “sellutehtaan portilla”



Kannattavan talteenoton vaikutukset tuotantoon:

(maksimitalteenotto suuren sellutehtaan soodakattilasta
2.7 Mt CO₂ /vuosi)

- **Energiatase kääntyy positiivisesta negatiiviseksi**
 - Lisäisen lämpöenergian tarve noin 2 TWh / vuosi
 - Sähkön ylituotanto säilyy noin 1.2 TWh / vuosi
- **Optimaalinen tuotanto kasvaa lievästi**
 - Tuotanto voi laskea vähemmän sellun markkinahinnan ollessa alhainen kannattavan talteenoton oloissa



KIITOS MIELENKIINNOSTA!

Kaikki kysymykset tervetulleita

Lisätietoja:



janne.jaaskelainen[at]helsinki.fi



Janne Jääskeläinen

Tutkimus on osa Suomen Strategisen tutkimuksen neuvoston rahoittamaa hanketta:

”Polku energiakriiseistä muutosjoustavaan, iskunkestävään ja oikeudenmukaiseen energiajärjestelmään (PHOENIX).“



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

Näkökulmia aurinkovoiman maankäytön vaikutusten hallintaan

Yliopistotutkija Tuulia Puustinen, Itä-Suomen yliopisto, 14.11.2025 Phoenix-vuosiseminaari

Tutkimusta rahoittanut Strategisen tutkimuksen neuvosto, **Polku energia-**
kriiseistä muutosjoustavaan, iskunkestävään ja oikeudenmukaiseen energiajärjestelmään (PHOENIX),
projektinnumero: 358974)



ETUSIVU > AJANKOHTAISTA

Kasvavan aurinkovoimarakentamisen maankäyttö edellyttää kestäviä ratkaisuja

18.9.2025 | TALOUS JA YHTEISKUNTA YMPÄRISTÖ JA LUONNONVARAT
TEKNOLOGIA JA INNOVAATIOT

Tutkimusraportti julkaistu syyskuussa:

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-61-5741-2>

TUULIA PUUSTINEN, RAUNO SAIRINEN, SAMU SALONEN

**Uuden äärellä - Näkökulmia
aurinkovoimarakentamisen
maankäyttökysymyksiin
Suomessa**



Aurinkosähkön tuotannon näkymiä Suomessa

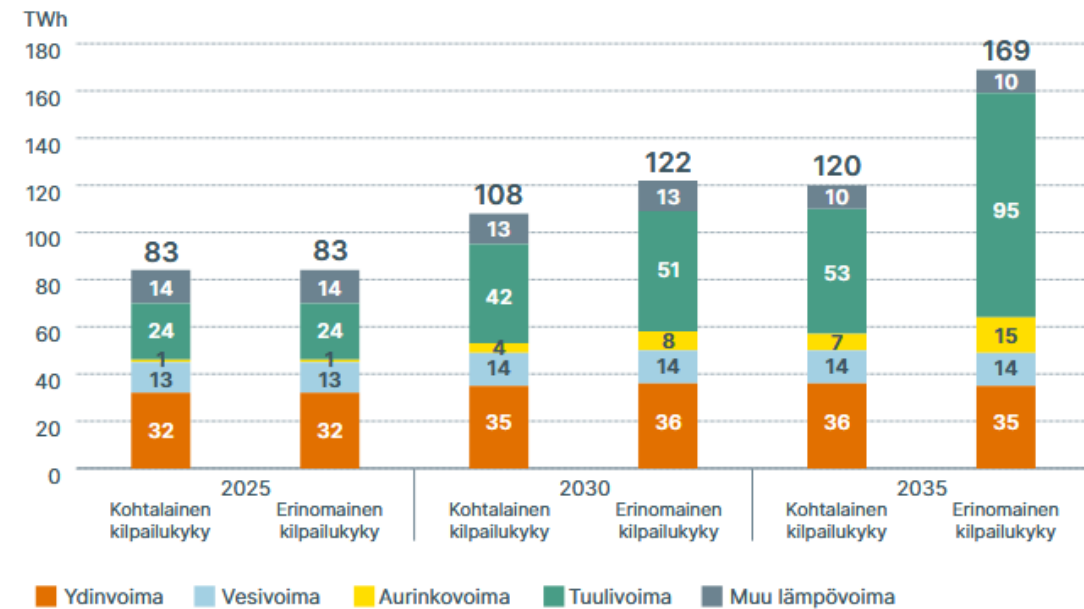
- Laajat maa-asenteiset aurinkosähkön tuotantoalueet, joista sähkö syötetään tyypillisesti verkkoon myytäväksi, uusi ilmiö Suomessa
- Aurinkovoiman osuuden Suomen kokonaissähköntuotannosta ennustetaan kasvavan voimakkaasti lähivuosina, vastaten noin 5-10 % sähköntuotannosta vuoteen 2030 mennessä
- Aurinkosähkön kasvun edellytyksenä on sähkönkysynnän nousu mm. yhteiskunnan sähköistymisen ja teollisuusinvestointien kautta, kilpailukykyinen hinta



Sähkön tuotannon ennustettu kehitys (TWh)

FINGRID

Fingridin ennuste, syyskuu 2025.





Oikeudenmukainen energiasiirtymä ja maankäytön hallinta

- Kyse kestävien ja hyväksyttävien ratkaisujen löytämisestä energiajärjestelmän kokonaismuutoksessa
- **Aurinkovoimalla on vaikutuksia maankäyttöön ja maisemaan, mutta niiden merkittävyys riippuu monista tekijöistä**
- Maankäytön hallinnalla viitataan tässä kansalliseen sääntely- ja muuhun politiikkaohjaukseen, maakuntien ja kuntien kaavoitukseen sekä eri viranomaisten ennakkoneuvontaan, aluekehittämiseen ja maankäytön edistämiseen, sekä yhteistyöhön ja seurantaan

Ympäristö-vaikutukset	Sosiaaliset vaikutukset
Maankäytön muutos (voimala-alue, tieyhteydet, voimalinjat)	Visuaaliset ja esteettiset maisema- ja ympäristövaikutukset
Luontovaikutukset, elinympäristöt ja biodiversiteetti	Alueen käytön toiminnalliset muutokset (esim. estevaikutus)
Elinympäristöjen pirstaloituminen ja estevaikutus	Paikallinen talous, elinkeinot ja työllisyys
Hiilivaikutus	Terveys ja turvallisuus
Vaikutukset vesistöihin	Sosiokulttuuriset vaikutukset alueen luonteessa ja imagossa
Jätteet ja jätehuolto	Muutokset väestössä ja paikallisyhteisössä
Liikenne ja sen vaikutukset	Ihmisoikeudet
Melu ja värinä (erit. rakennusaikainen)	Alkuperäiskansojen oikeudet
Saastuminen (laitteistojen myrkylliset tai haitalliset aineet)	
Maan ja ekosysteemien ennallistaminen käytön jälkeen	
Kumulatiivisten vaikutukset	



Vaikutusten hallinnan keinoja, mm.

- Sijainninohjaus
- Sopeutuva suunnittelu
- Luontolähtöiset lähestymistavat
- Maan kaksois- ja monikäyttö
- Sosiaalisten vaikutusten hallinta
- Seuranta ja palautesilmukat suunnitteluun
- Elinkaariajattelu

**Ohjauskeinojen
valinta ja käyttö
poliittinen
kysymys**

**Eri toimijoiden
yhteistyön
tarve
tunnistettu**



Tilannekuvaa

- Aurinkoenergiahankeiden rakentamiseen sovelletaan samoja kaavoitusta ja rakentamisen lupia koskevia säännöksiä kuin muuhunkin rakentamiseen alueidenkäyttölain (132/1999) ja rakentamislain (751/2023) mukaisesti (Ympäristöministeriö 2025)
- Lainsäädäntöuudistus ollut pitkään käynnissä, kansallista aurinkovoimaopasta odotettu

Olemassa olevaa sääntelyä ja politiikkaohjausta testataan ja sen kehittämistarpeita ja -vaihtoehtoja arvioidaan uuden energiantuotantomuodon maankäytön ohjauksen suhteen

Eri toimijat (hankekehittäjät, edunvalvojat ja järjestöt; ELY-keskukset, kunnat, maakunnat) laatineet omia toimintamallejaan ja/tai kestävyyskriteerejään, joilla voi olla pitkäkestoisia, mutta samalla tulkintoja ja päätöksiä sekoittavia vaikutuksia



Tutkimuskysymykset

1. Millaisia ovat laajojen aurinkovoiman tuotantoalueiden maankäytön ohjauksen nykykäytännöt ja millaisia haasteita käytännöissä tunnistetaan?

2. Mitkä teemat nousevat keskusteluun kansallisen ja seudullisen aurinkovoiman maankäytön hallinnan näkökulmasta, ja miksi? Millaisia tarpeita nämä asiat luovat politiikkaan ja alueidenkäytön suunnittelulle?



Aineisto ja menetelmät

- **24 tutkimushaastattelua**
- Haastateltavina energia/maankäyttörajapinnassa työskentelevät **asiantuntijat/suunnittelijat/virkahenkilöt viidessä maakuntaliitossa & ELY-keskuksessa, ELYjen ilmastoerikoistumisessa YM:n hallinnonalalla ja ympäristöministeriössä**
 - Toteutus lokakuu 2024 - tammikuu 2025
- Menetelmänä laadullinen sisällönanalyysi





Debatteja ja keskusteluja

▪ Sijaintikysymys & sosioekologiset vaikutukset

- Entiset turvetuotantoalueet, metsät, pellot keskustelun kohteena
- Erilaiset kompromissit: biodiversiteetti & hiilinielut, hiili- ja vesistövaikutus turvetuotantoalueilla ja niiden ohjaaminen, peltoja koskevat maisemavaikutukset, joilla kulttuurinen ulottuvuus maaseudun roolin muutoksessa, huoltovarmuuskysymykset, asutuksen läheisyys jne.

▪ Markkinoihin ja investointeihin liittyvät epävarmuudet

- Toteutuvatko hankkeet? Saadaanko investointeja? Missä järjestyksessä sen pitäisi tapahtua?

▪ Erilaiset seudulliset edellytykset/näkökulmat

- Missä tuotettua sähköä tullaan käyttämään, ja paikallisesti huolia päätyvätkö alueet lopulta aurinkovoiman ”banaanimaakunniksi”?
- Kantaverkon kapasiteetti ja laajuus, metsäisten seutujen tilanne

▪ Sosiaalinen hyväksyttävyys

- Vasta vähän tietoa, nousee keskeisemmäksi kysymykseksi hankkeiden lisääntyessä



Maankäytön hallinnan nykykäytännöt

- **Hankkeiden määrä kasvanut** muutamassa vuodessa huomattavasti
- **Kuntien** ohjauskäytännöt vaihtelevat luvista kaavoitukseen
- **Maakuntaliitot** pohtivat maakuntakaavan roolia aurinkoenergian ohjauksessa, kansallista ohjeistusta odotetaan
 - Tehty selvityksiä aurinkoenergiapotentiaalista, annettu suunnittelumääräyksiä, joissa otettu kantaa mm. maanviljelykseen, metsiin
- **ELY-keskuksilla** keskeinen rooli vaikutusten tunnistamisessa, selvitysten neuvomisessa ja vaatimisessa sekä hanketoimijoiden ja kuntien neuvomisessa ja ohjaamisessa
 - YVAa ei automaattisesti edellytetä; epäselvyyttä YVA:n tarveharkinnan rajasta
 - Tulkinnoissa vaihtelua, keskustelu pyörii 200 ha puuston poistamisen ympärillä

Valitulla instrumentilla on vaikutusta mm. prosessin raskauteen, kustannuksiin ja keston, vaikutusten arviointiin, ELY-keskusten rooliin, osallistamiskäytäntöihin sekä kunnanvaltuuston rooliin hankkeeseen liittyvässä päätöksenteossa

ELY:illä ja maakuntaliitoilta on "kaksihattuinen" tehtävä:
1) Edistävät vihreää siirtymää ja uusiutuvaa energiaa, ja
2) Hallinnoivat hankkeiden negatiivisia vaikutuksia.
Kunnilla lisäksi myös vahva taloudellinen intressi



Tunnistettuja haasteita ja tarpeita

- **Tietotarve suuri:** vaikutuksista eri konteksteissa vain vähän tietoa, ei juurikaan seurantamekanismeja; esillä myös huolta siitä, että vaikutuksiin ja niiden arviointitarpeeseen ylireagoidaan
- **YVA-tarpeen määrittämisen kriteerit**
- **Ohjauskäytännöt vaihtelevat kunnissa, maakunnissa ja ELYissä: kansallinen ohjaus ja ohjeistukset koetaan riittämättömäksi**
- **Kokemuksen ja resurssien puute**



Lopuksi

- Keskeisiä vielä osittain avoimia kysymyksiä:
 - **Millä tavoin ja missä laajuudessa aurinkoenergiahankkeiden vaatimaa maankäyttöä ja vaikutuksia on tarve ohjata?**
 - **Millä kriteereillä (esim. pinta-ala, ympäristövaikutukset) tiukemman ohjauksen, kaavoituksen tai ympäristövaikutusten arvioinnin tarve määritellään?**
 - **Millä tasolla (kansallinen, maakunnallinen, paikallinen) maankäytön ohjaaminen olisi mielekkäintä, miten ja miksi?**
- Lainsäädäntöuudistuksessa ehdotetaan säädöksiä, jotka yhdenmukaistavat käytäntöjä, mutta jotka ovat osin herättäneet paljon vastustusta
- Nopeakin kasvu voi olla mahdollinen, haasteina toisaalta kannattavuushaasteet, maankäytön hallinnan epäselvyydet ja hankkeiden keskittymisen kautta kumulatiiviset vaikutukset
- Tässä tarkasteltiin vain viranomaisnäkökulmaa, hankekehittäjien näkökulmaa avataan pian julkaistavassa tutkimusraportissa



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

Kiitos!

PH@ENIX

uef.fi





VALTION TALOUDELLINEN
TUTKIMUSKESKUS

Kotilatauksen tukien vaikutus sähköautojen yleistymiseen

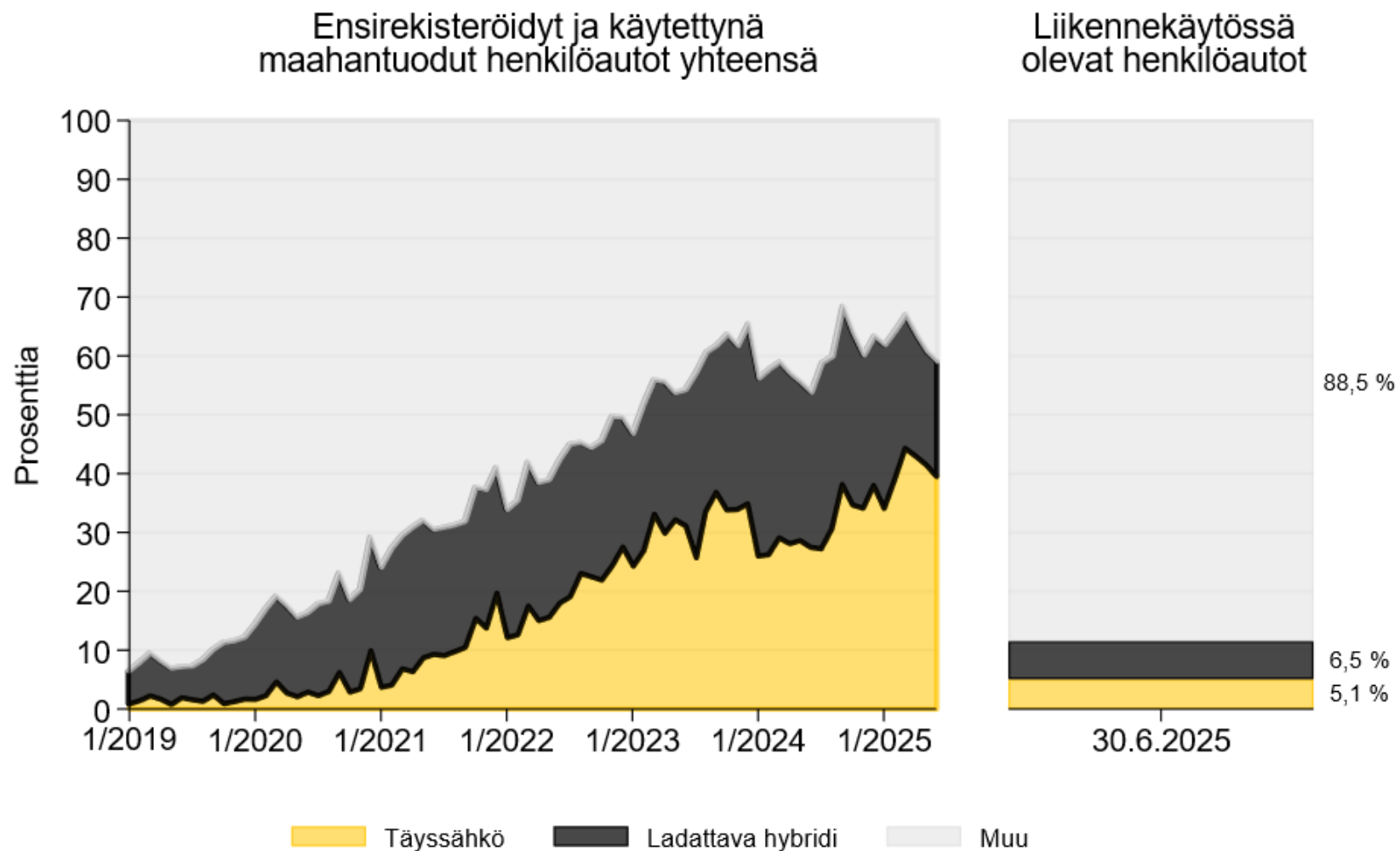
Erikoistutkijat Kimmo Palanne, Anna Sahari (VATT)

Tutkimuksessa mukana erikoistutkija Eija Ferreira ja tutkija Jouni Räihä
(SYKE)

Lataustuilla tavoitellaan liikenteen päästövähennyksiä

- Sitova tavoite: taakanjakosektorin päästöt -50 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasosta,
 - liikenne on taakanjakosektorin suurin päästölähde.
- Sähköautojen osuus henkilöautokannasta on kasvanut nopeasti, mutta päästövähennystavoitteiden saavuttaminen edellyttää nopeampaa autokannan sähköistymistä.
- Tutkimuskirjallisuus: latausinfrastruktuurin sekä sähköautojen hankinnan tukeminen voi olla perusteltua etenkin markkinakehityksen alkuvaiheessa.

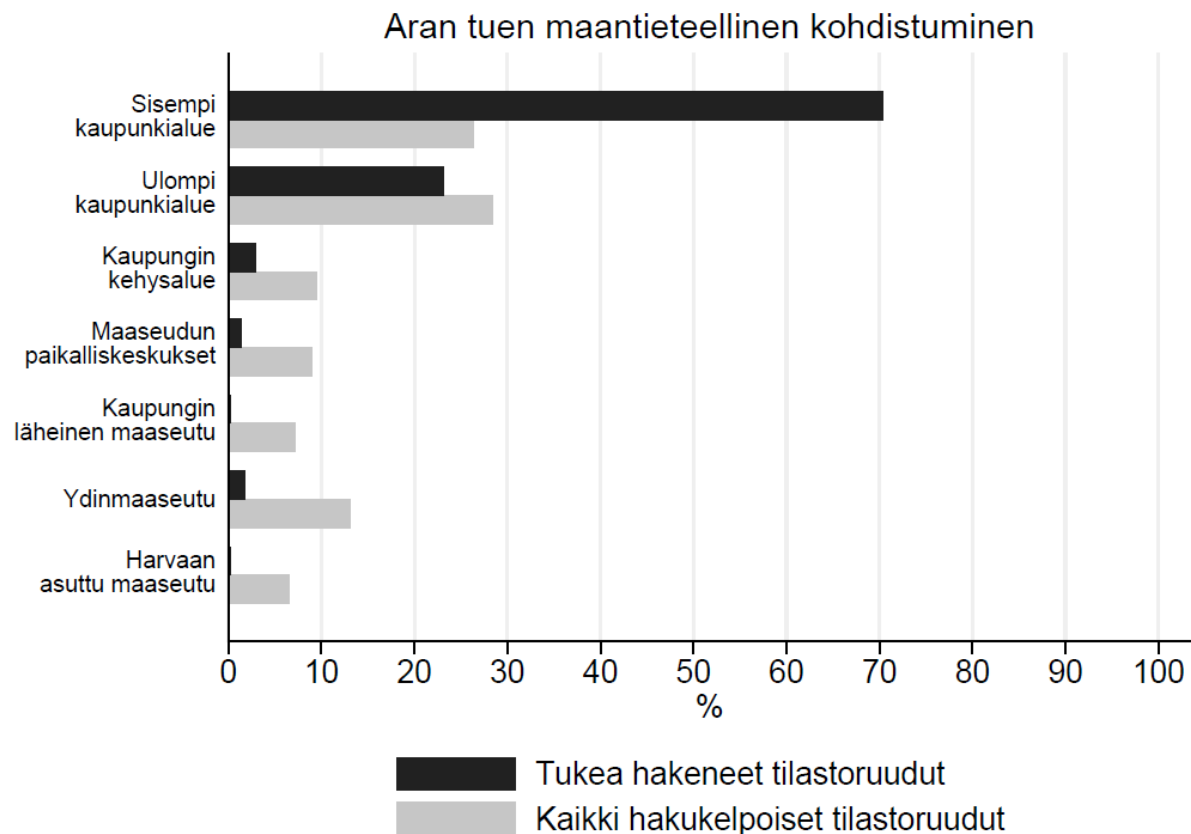
Sähköautojen osuus henkilöautojen ensirekisteröinneistä sekä koko autokannasta



Yksityistä latausinfrastruktuuria on tuettu noin 60 miljoonalla eurolla

- ARA myönsi tukea asuinrakennuksiin asennettavalle latausinfrastruktuurille vuosina 2018-2023.
- Tukea sai sekä latausvalmiuksien rakentamiseen että itse laitteisiin, jos laitteet jäivät tuen hakijan omistukseen.
- Tuen suuruus oli pääsääntöisesti 35 % latausvalmiuksien toteuttamisen kustannuksista.

Tuki kohdistui voimakkaasti sisemmille kaupunkialueille



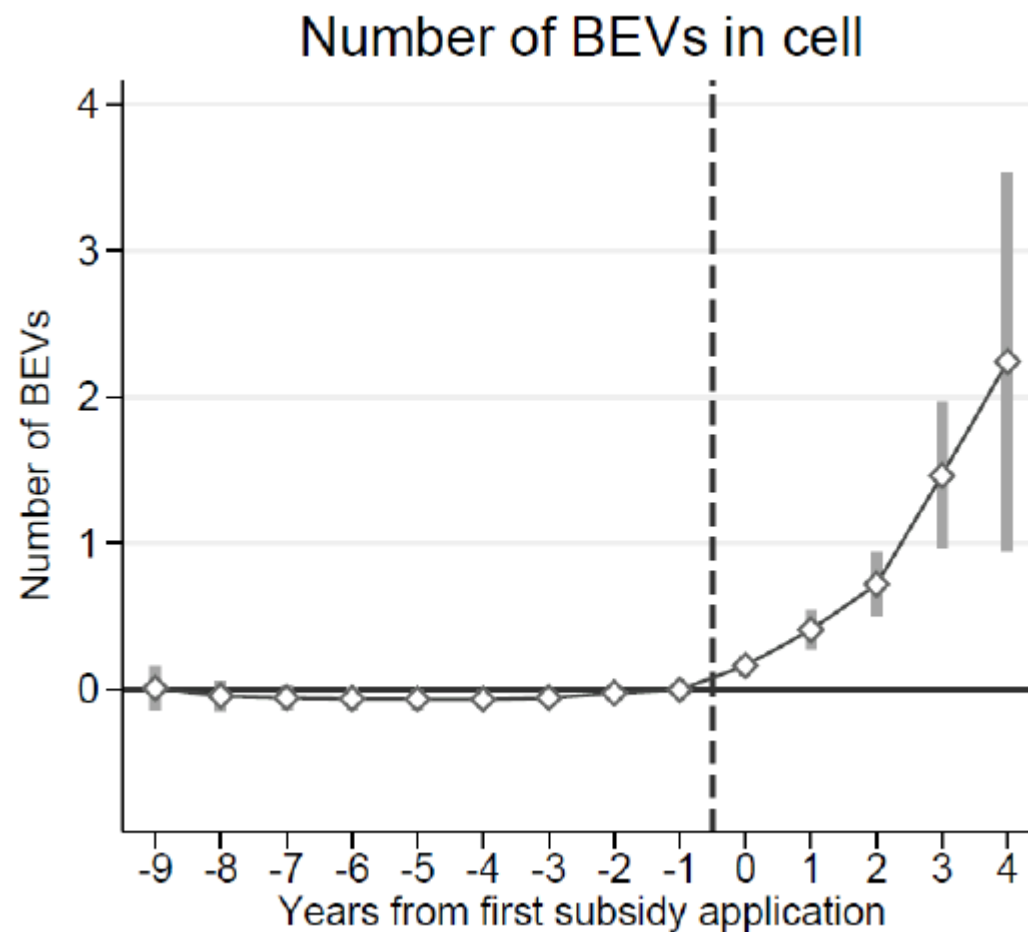
Tukea hyödyntävät asuinalueet olivat keskimäärin korkeampituloisia ja koulutetumpia

	Tukea hakeneet tilastoruudut	Kaikki hakukelpoiset tilastoruudut
Kotitalouden käytettävissä olevat tulot	47 276 €	39 498 €
Ylempi korkeakoulututkinto	21,9 %	13,2 %
Omistusasujat	50,5 %	50,0 %
Tilastoruutujen määrä	2 111	29 243

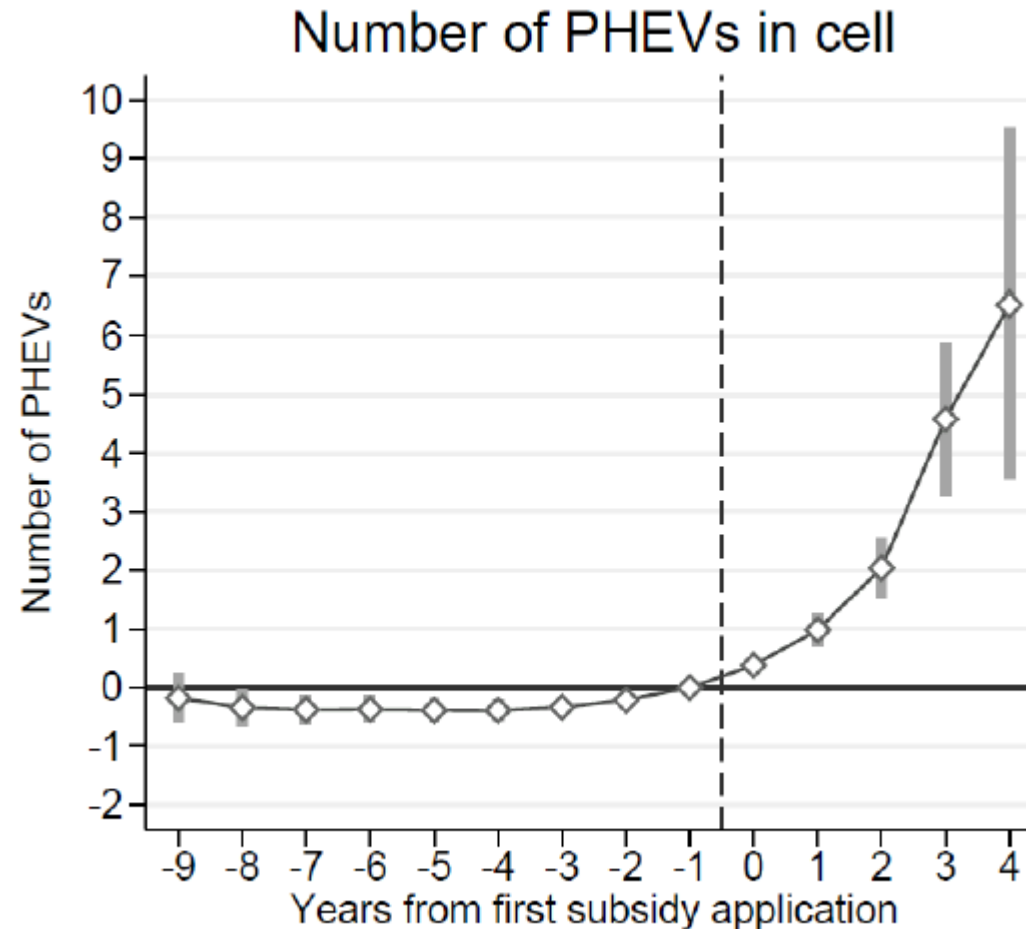
Tuottiko yksityisen latausinfraan tuki lisäyksiä sähköautokantaan sekä päästövähennyksiä?

- Tutkimuksessa analysoidaan vuoden vuosina 2018—2022 haettuja tukia.
 - Tilastollinen analyysi: hyödyntää rekisteritietoja koko ajoneuvokannasta, kaikista Suomen kotitalouksista sekä näiden sijainneista 250 m x 250 m tilastoruututasolla.
 - Kyselytutkimus tukea hakeneille
- Tutkimusmenetelmä: verrataan ajoneuvokannan kehitystä niissä tilastoruuduissa, jotka saivat tukea sellaisiin tilastoruutuihin, jotka ovat havaittavilta ominaisuuksiltaan muuten mahdollisimman samankaltaisia, mutta jotka eivät hakeneet tukea.
 - Huomio: analyysin kannalta haasteellista on, että kaikki tukea hakeneet myös saivat tuen. Tukea hakenut joukko on siis itse valikoitunut tuen saajaksi, jolloin tuloksia tulee tulkita vaikutuksen ylärajana.

Yksityisen latausinfran tuen vaikutus täyssähköautojen määrään tilastoruuutasolla



Yksityisen latausinfraan tuen vaikutus lataushybridien määrään tilastoruuutasolla



Tuen ansiosta CO₂-päästöt vähenevät noin 60—90 t

- Analyysin kohteena oleviin tukiin käytettiin julkista rahaa 32,5 miljoonaa euroa, jolloin päästövähennyksen hinnaksi tulee 370—450 €/tCO₂ekv
- Päästöarvio perustuu oletuksiin
 - tuen vaikutuksen kestosta,
 - tuen ansiosta korvatun polttomoottoriauton polttoaineesta,
 - muista ilmastopolitiikan toimista (jakeluvelvoitteen taso).
- Päästövaikutukset on laskettu käyttäen SYKE:n alueellista päästölaskentatyökalua, joka huomioi ajoneuvokannan koostumuksen ja ajokilometrit kuntatasolla.