

The VTT logo consists of the letters 'VTT' in a bold, white, sans-serif font, centered within an orange square.

Energiäteollisuus

28.1.2025

**Energia-alan tutkimusseminaari:
Sähköistyvän lämmöntuotannon
vaikutukset pohjoismaiseen
energiajärjestelmään**

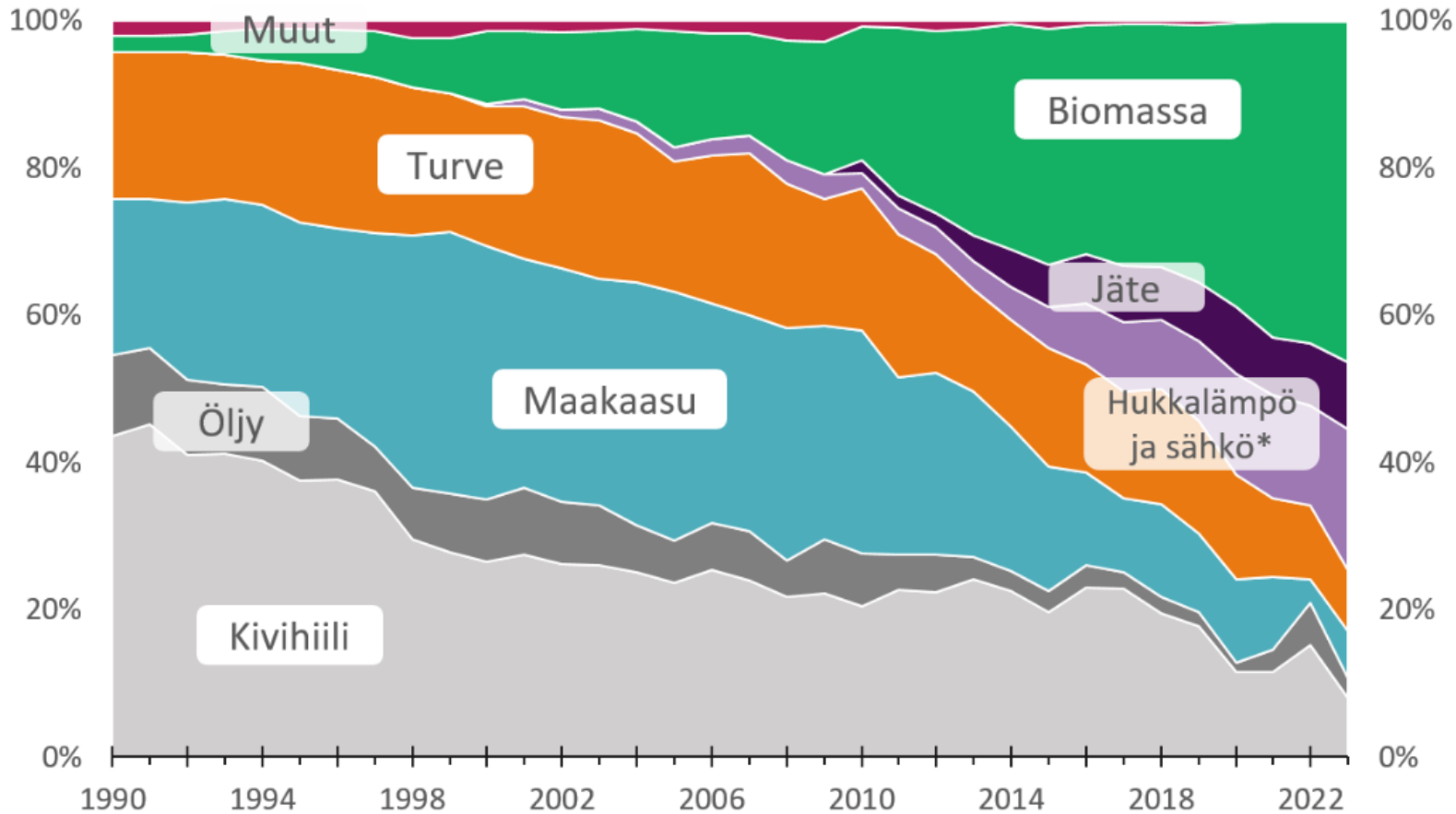
Pauli Hiltunen, pauli.hiltunen@vtt.fi

23/01/2025 VTT – beyond the obvious



**Euroopan unionin
rahoittama**

NextGenerationEU



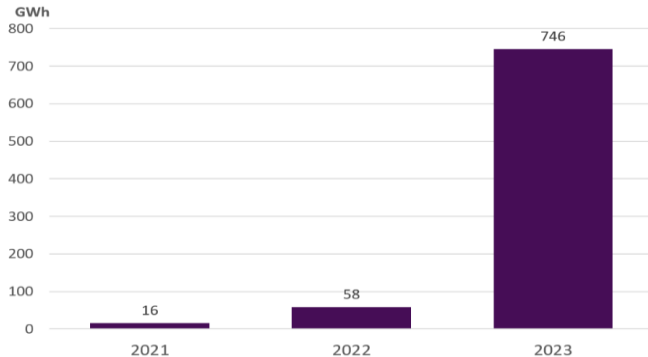
Kuva lähteestä: Energiateollisuus Ry. Kaukolämpötilasto – Kaukolämpö 2023 graafeina. 2024.

URL: <https://energia.fi/tilastot/kaukolampotilasto/>

Lämpöpumput ja sähkökattilat

- Lämpöpumpuilla voidaan hyödyntää hukkalämpöjä ja ympäristön lämpöä kaukolämmön tuotannossa
 - Esim. Datakeskusten ja jäteveden hukkalämpö sekä ulkoilma
 - Tehokerroin (COP) yleensä välillä 3 – 5
- Sähkökattilat muuttavat kulutetun sähkön suoraan lämmöksi (COP≈1)
 - Etuna halvempi investointi ja joustavampi tuotanto

Sähkökattiloiden tuottama lämpö (GWh)



Kuva lähteestä: Energiateollisuus Ry. Kaukolämpö 2023 graafeina.
URL: <https://energia.fi/tilastot/kaukolampotilasto/>

Päätettyjä sähkökattilainvestointeja Suomen kaukolämpöverkkoihin

Helsinki	220 MW
Espoo	150 MW
Vantaa	180 MW
Tampere	160 MW
Jyväskylä	120 MW
Muu Suomi	630 MW
Yhteensä	1 460 MW

Lähde: Elinkeinoelämän keskusliitto. Suomen vihreät investoinnit.
URL: <https://ek.fi/tutkittua-tietoa/vihreat-investoinnit/>

Kaukolämmön sähköistämisen hyödyt

- Sähköistämisellä voidaan vähentää sekä fossiilisten polttoaineiden että biomassan kulutusta kaukolämmön tuotannossa
- Kaukolämmön tuotannon aiheuttamia päästöjä voidaan vähentää sähköistämisellä
 - Vaikka kaukolämmön tuotannon päästöt ovat laskeneet, ovat ne vielä selvästi korkeammat kuin sähköllä Suomessa

Kaukolämmön päästökerroin 2023 ¹	85 kg _{CO2} /MWh
---	---------------------------

Sähkön päästökerroin 2023 ²	36 kg _{CO2} /MWh
--	---------------------------

- Sähkökattiloita ja lämpöpumppuja voidaan ajaa silloin, kun sähkö on halpaa ja uusiutuvan energian (tuuli- ja aurinkovoima) tuotanto suurta
 - Sähkökattilat useimmiten sijoitetaan lämpövarastojen yhteyteen, mikä lisää joustavuutta
- Lämpöpumpuilla yleensä tuotetaan pohjatehoa, ja niiden vuotuinen käyttöaika on suuri
- Sähkökattiloilla vuotuinen käyttöaika on yleensä lyhyempi

Lähteet: 1. Energiateollisuus Ry. Kaukolämpötilastot. <https://energia.fi/tilastot/kaukolampotilasto/>

2. Fingrid. Sähköntuotannon ja -kulutuksen CO₂-päästöarviot. <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/co2>

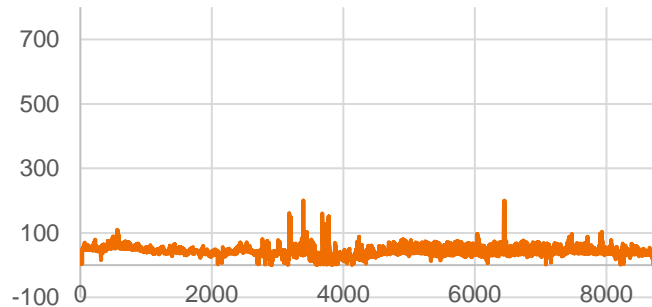
Backbone modelling framework

- VTT:n kehittämä
- Open access: <https://gitlab.vtt.fi/backbone/backbone/>
- North European energy system model
(https://github.com/vttresearch/north_european_model)
 - 14 Pohjois- ja Länsi-Euroopan maan sähköjärjestelmät
 - Viiden maan ja Suomen seitsemän suurimman kaupungin kaukolämpöjärjestelmät
 - Sähkönsiirrot maiden ja alueiden välillä
- Helsinki region DHC model
(<https://gitlab.vtt.fi/backbone/models/helsinki-dhc-model>)
 - Mallinnettu pääkaupunkiseudun (Helsinki, Espoo, Vantaa) kaukolämpöverkot

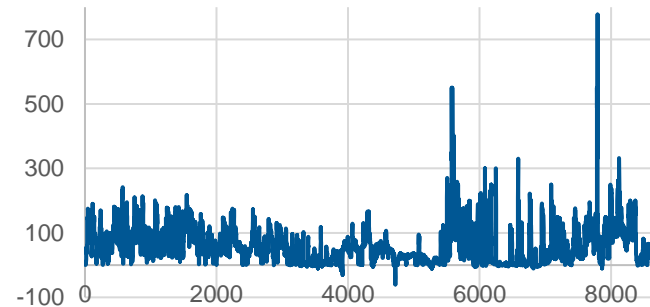
Sähköistetty kaukolämpö osana sähkömarkkinoita

- Tuulivoiman lisääntyminen on lisännyt sähkönhinnan vaihtelevuutta
- Sähköistetyllä kaukolämmön tuotannolla voidaan tasata sähkönhinnan vaihteluja kuluttamalla ”ylimääräistä” uusiutuvaa sähköä
- Uusiutuvaa sähköä voidaan myös varastoida lämpönä kaukolämpöverkkoihin ja –varastoihin.

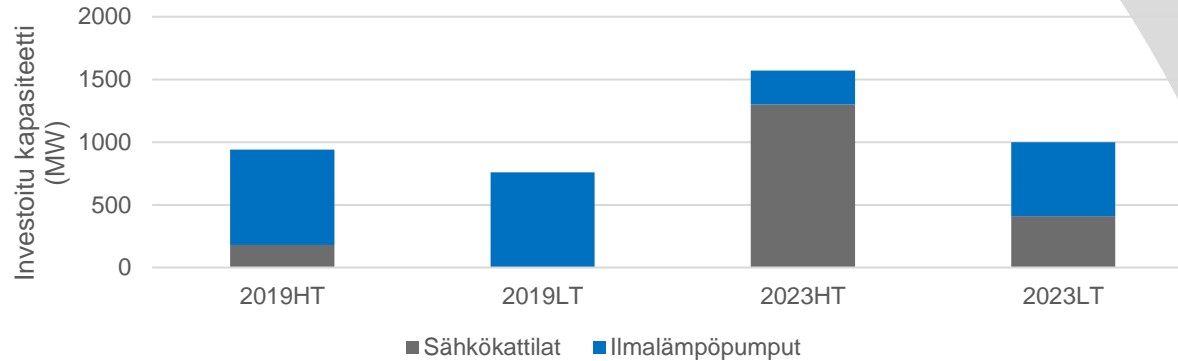
Electricity price 2019 (€/MWh)



Electricity price 2023 (€/MWh)

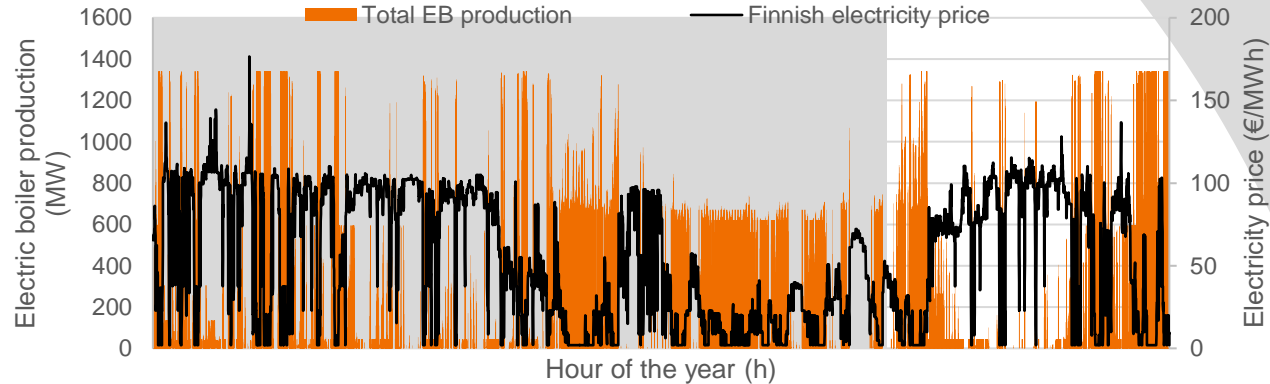


Pääkaupunkiseudun kaukolämpöjärjestelmän mallinnus: Optimaalinen lämpöpumppujen ja sähkökattiloiden kapasiteetti 2019 ja 2023 sähköhinnoilla



- Sähkön hinnan vaihtelevuuden lisääntyminen lisää sähkökattiloiden kannattavuutta suhteessa lämpöpumppuihin
- Alentamalla kaukolämmön siirtolämpötilaa lämpöpumppujen kannattavuutta voidaan lisätä

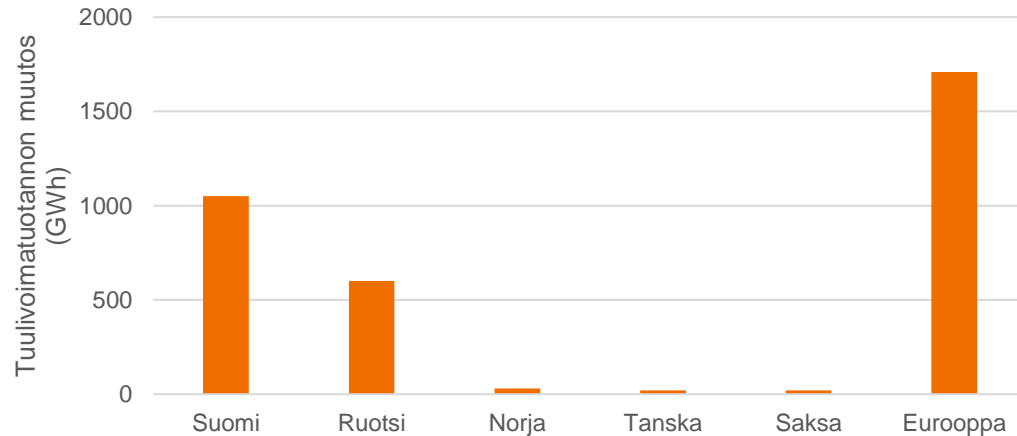
Pohjois-Euroopan energiajärjestelmän mallinnus (Backbone, North European energy system model)



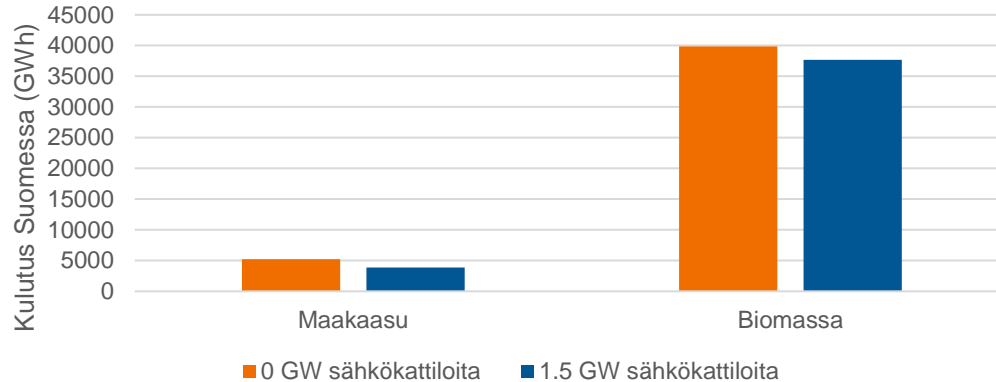
- Mallia ajettiin ilman sähkökattiloita ja sijoittamalla n. 1,5 GW sähkökattiloita Suomen kaukolämpöverkkoihin
- Sähkökattilat nostivat sähkön keskihintaa Suomessa n. 7%
- Myös naapurimaissa sähkön keskihinta nousi
 - Ruotsi: 3 – 5%
 - Tanska ~1%
 - Norja <1%

Sähkötölktilöiden vaikutus tuulivoiman tuotantoon (Backbone, North European energy system model)

- Sähkötölktilat tuottivat vuoden aikana 3,3 TWh kaukolämpöä (9% Suomen kaukolämmön kulutuksesta)
- Tuulivoiman tuotanto kasvoi mallinnetulla alueella n. 1.7 TWh

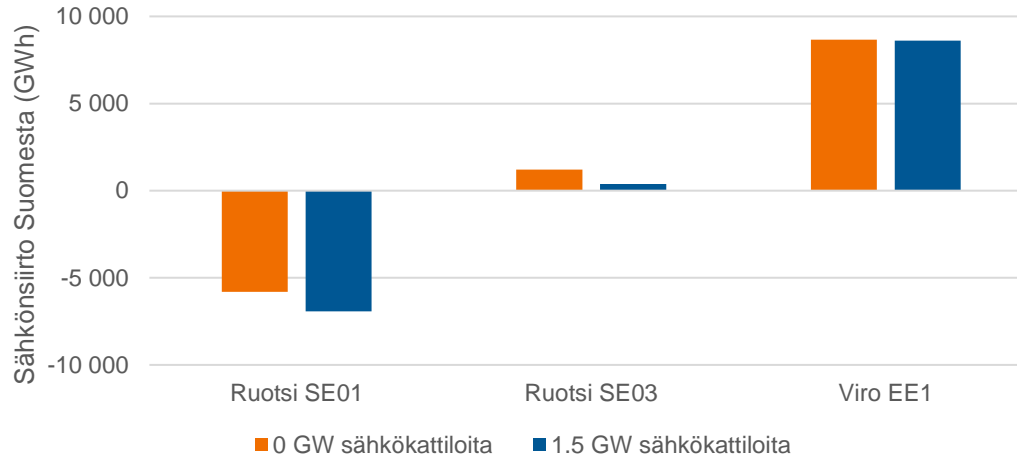


Sähkökattiloiden vaikutus polttoaineisiin (Backbone, North European energy system model)



- Sähkökattilat vähensivät sekä maakaasun (-26%) että biomassan kulutusta Suomessa (-6%)
- Toisaalta yhteistuotantosähkön tuotanto biomassasta kasvoi Suomessa 0,8%

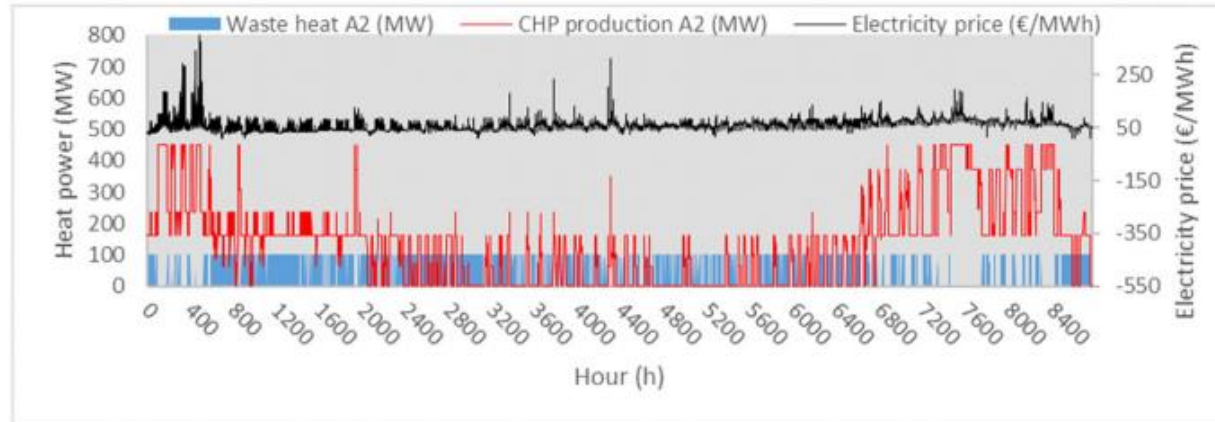
Vaikutus sähkönsiirtoihin



- Sähkökattiloilla oli vaikutusta myös sähkön vientiin ja tuontiin
 - Sähkön vienti pieneni ja tuonti kasvoi
- Muutokset sähkön viennissä ja tuonnissa lisäsivät fossiilisten polttoaineiden ja biomassan kulutusta naapurimaissa
 - ⇒ Kokonaispäästöt eivät vähentyneet

Yhteistuotantolaitokset ja sähköistetty kaukolämpö

- Sähköistetty kaukolämmön tuotanto on altis sähkön hinnan vaihteluille
 - Kaukolämmön ja sähkön yhteistuotantolaitokset voivat tasapainottaa kaukolämmön tuotantokustannuksia yhdessä lämpöpumppujen ja sähkökattiloiden kanssa

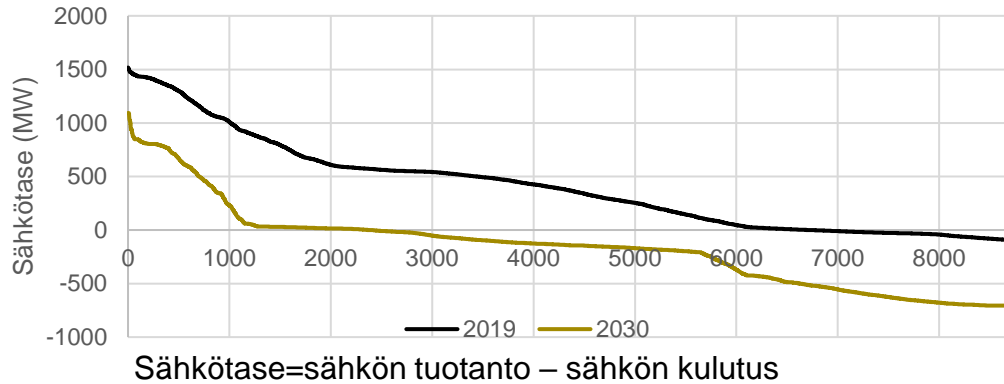


Kuva lähteestä: Hiltunen, P.; Syri, S. Low-temperature waste heat enabling abandoning coal in Espoo district heating system. 2021. Energy. Vol. 231. 120916. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120916>

Kaupunkien sähkötase

- Kaukolämpöä tuottavat yhteistuotantolaitokset ovat olleet tärkeä sähkön lähde Suomessa
- Kallistuvien polttoaineiden hintojen, Suomen ilmastotavoitteiden, ja vaihtoehtoisten tuotantotapojen takia monia vanhoja yhteistuotantolaitoksia on suljettu ilman, että korvaavaa kapasiteettia on rakennettu tilalle
- Sulkeutuvien yhteistuotantolaitosten ja sähköistyvän tuotannon takia kaukolämpöjärjestelmät muuttuvat sähkön tuottajista sähkön kuluttajiksi

Pääkaupunkiseudun mallinnus: Sähkön nettotuotannon pysyvyyskäyrä 2019 vs 2030



”Sähkönkulutuksen liitettävyyys kantaverkkoon väliaikaisesti tiukilla eteläisessä Suomessa”

- Fingrid 21.1.2025

URL: <https://www.fingrid.fi/ajankohtaista/tiedotteet/2025/sahkonkulutuksen-liitettavyys-kantaverkkoon-valiaikaisesti-tiukilla-etelaisessa-suomessa/>

Lue lisää REPower-CEST - hankkeesta verkkosivuiltamme



**Tavoitteena
puhdas
energia-
järjestelmä!**



**Euroopan unionin
rahoittama**

NextGenerationEU



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute



Euroopan unionin rahoittama – NextGenerationEU. Esitetyt näkemykset ja mielipiteet ovat ainoastaan tämä tekstin laatijoiden näkemyksiä eivätkä välttämättä vastaa Euroopan unionin tai komission kantaa. Euroopan unioni ja komissio eivät ole vastuussa niistä.