

Hiilineutraali-webinaari, tiistaina 21.1. klo 15-16

Kaukolämmön sähköistyminen

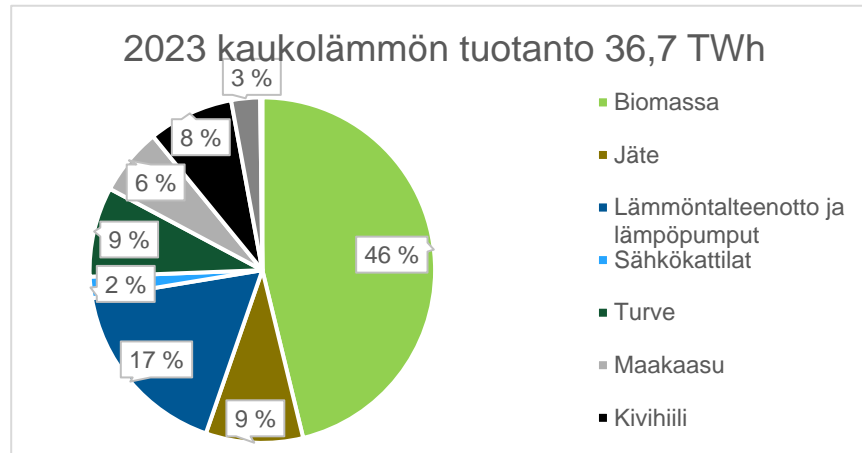
Pauli Hiltunen, pauli.hiltunen@vtt.fi

#REPowerCEST
@hiilineutraali

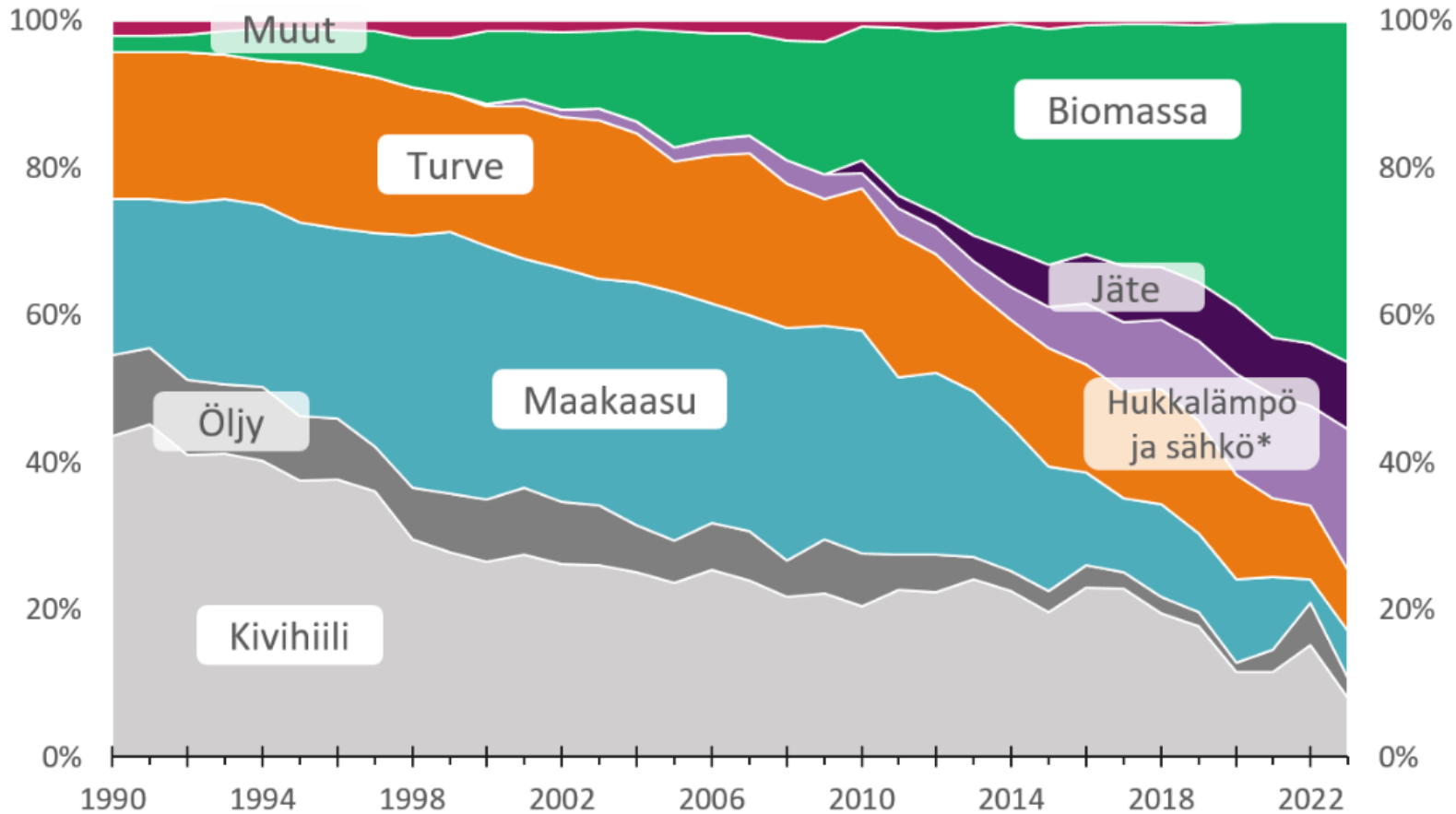


Kaukolämmön tuotanto Suomessa

- Vuonna 2023 biomassa oli merkittävin lämmön lähde kaukolämmön tuotannossa.
- Biomassan käyttö on kasvanut samaan aikaan, kun fossiilisten polttoaineiden käyttö on vähentynyt.
- Myös hukkalämpöjen, lämpöpumppujen, ja sähkökattiloiden osuus tuotannosta on kasvanut



Lähde: Energiateollisuus Ry. Kaukolämpötilastot. URL: <https://energia.fi/tilastot/kaukolampotilasto/>



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

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

Lämpöpumput kaukolämmön tuotannossa

- Lämpöpumppujen käyttö kaukolämmön tuotannossa on kasvanut viime vuosina.
 - Vuonna 2019 lämpöpumput kuluttivat 318 GWh sähköä kaukolämmön tuotantoon.
 - Vuonna 2023 vastaava luku oli 413 GWh.
- Lämmönlähteinä lämpöpumpuille toimii esimerkiksi erilaiset hukkalämmöt ja ulkoilma:
 - Katri Valan lämpöpumppulaitos (165 MW) Helsingissä hyödyntää jäteveden hukkalämpöä¹
 - Datakeskuksien hukkalämpöä hyödyntävät lämpöpumput Helsingissä (Telia, ~25 MW) ja Espoossa (Microsoft, ~100 MW, ei vielä toiminnassa)^{2,3}
 - Ilmalämpöpumppu Espoon Vermossa (11 MW)⁴
 - Esplanadin lämpöpumppulaitos Helsingissä hyödyntää hukkalämpöä kaukojäähdytysverkon paluuedestä (22 MW)⁵

Lähteet: 1. Helen Oy. <https://www.helen.fi/tietoa-meista/energia/voimalaitokset/katri-vala>

2. Telia. <https://www.telia.fi/yrityksille/artikkelit/artikkeli/telian-datakeskuksen-hukkalampo-lamittaa-helsinkilaiskoteja>

3. Fortum. <https://www.fortum.fi/datakeskushanke>

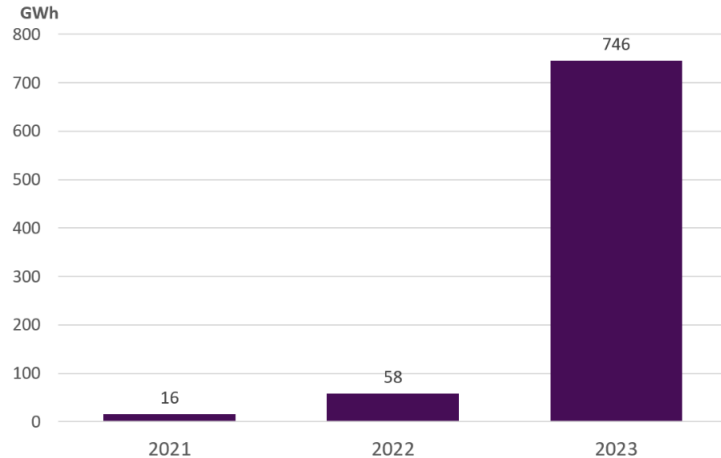
4. Fortum. <https://www.fortum.fi/yrityksille-ja-yhteisoiille/lammitys-ja-jaahdytys/kaukolampo/espoo-clean-heat/vermo>

5. Helen Oy. <https://www.helen.fi/tietoa-meista/energia/voimalaitokset/esplanadin-l%C3%A4mp%C3%B6pumppulaitos>

Sähkökattilat

- Sähkökattilat muuttavat sähkön suoraan kaukolämmöksi (hyötysuhde ~100%)
 - Samalla sähkönkulutuksella lämpöpumput tuottavat n. 3-5 kertaa enemmän lämpöä
- Toisaalta sähkökattiloiden investointikustannukset ovat murto-osa lämpöpumppujen kustannuksista
 - ⇒ Vuotuinen käyttöaika voi olla paljon lyhyempi
- Ennen vuotta 2023 sähkökattiloita ei käytetty kaukolämmön tuotannossa juuri lainkaan
 - Parin seuraavan vuoden aikana sähkökattiloita tulee valtava määrä Suomen kaukolämpöjärjestelmiin
- Useimmiten sähkökattilat rakennetaan lämpövarastojen yhteyteen
 - ⇒ Tämä lisää tuotannon joustavuutta

Sähkökattiloiden tuottama lämpö (GWh)



Kuva lähteestä: Energiategollisuus 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
Turku	50 MW
Oulu	40 MW
Jyväskylä	120 MW
Muu Suomi	540 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 2023¹

85 kg_{CO2}/MWh

Sähkön päästökerroin 2023²

36 kg_{CO2}/MWh

- Sähkökattiloita ja lämpöpumppuja voidaan ajaa vain silloin, kun sähkö on halpaa ja uusiutuvan energian (tuuli- ja aurinkovoima) tuotanto suurta
- Lämpöpumpuilla yleensä tuotetaan pohjatehoa, ja niiden vuotuinen käyttöaika on suuri
- Sähkökattiloilla vuotuinen käyttöaika on yleensä lyhyempi

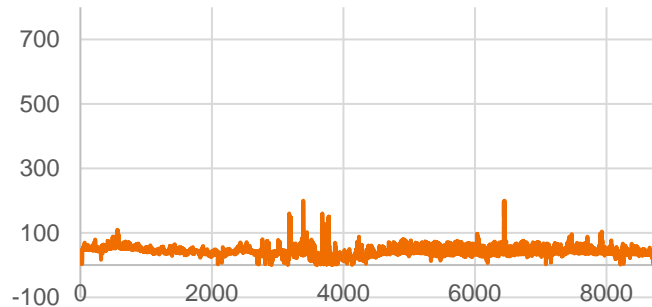
Lähteet: 1. Energiateollisuus Ry. Kaukolämpötilastot. <https://energia.fi/tilastot/kaukolampotilasto/>

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

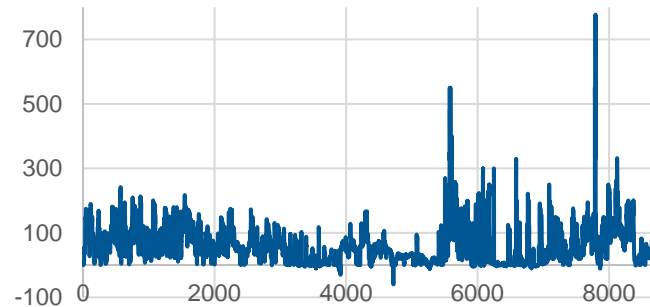
Sähköistetty kaukolämpö osana sähkömarkkinoita

- 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.

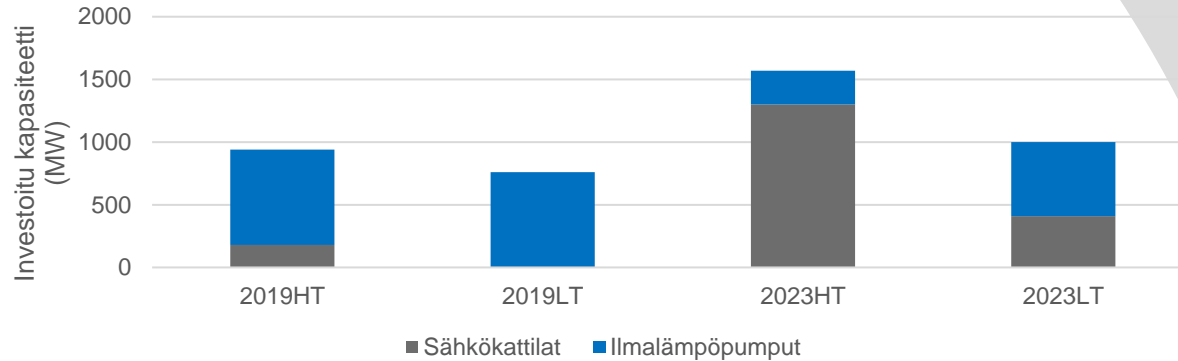
Electricity price 2019 (€/MWh)



Electricity price 2023 (€/MWh)

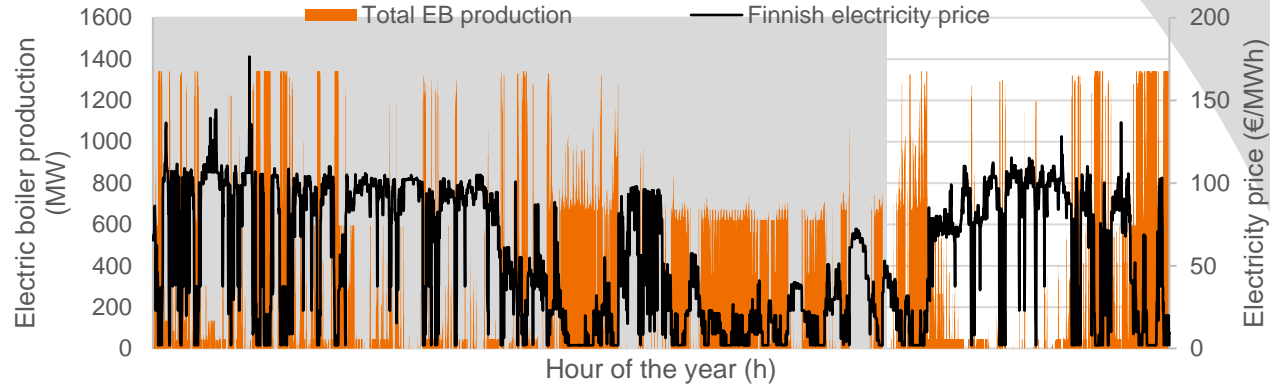


Pääkaupunkiseudun kaukolämpöjärjestelmän mallinnus: Optimaalinen lämpöpumppujen ja sähkökattiloiden kapasiteetti 2019 ja 2023 sähköhinnoilla



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

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



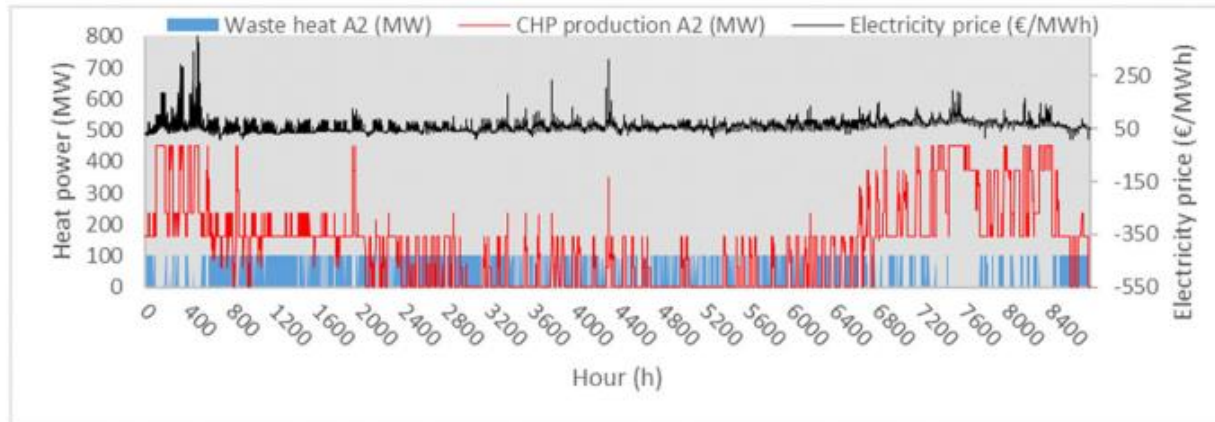
- Sähkökattiloita käytetään pääasiassa, kun sähkön hinta on alhainen, jolloin myös uusiutuvan sähkön tuotanto on yleensä myös suurta
- Sähkökattilat lisäävät täten esim. tuulivoiman tuotantoa
- Mallinnuksen mukaan 1,5 GW sähkökattiloita lisäsi Suomen tuulivoiman tuotantoa 1 000 GWh (5 %)
 - Sähkön keskihinta nousi 7 %
 - Sähkökattilat tuottivat yhteensä n. 3 TWh kaukolämpöä

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

- Sähkökattilat Suomalaisissa kaukolämpöjärjestelmissä vähentävät fossiilisten polttoaineiden käyttöä kaukolämmön tuotannossa ja lisäävät uusiutuvan sähkön tuotantoa
- Myös biomassan käyttö kaukolämmön tuotannossa väheni
- Toisaalta lisääntynyt sähkön kulutus lisäsi kaukolämmön ja sähkön yhteistuotantoa (CHP) biomassasta
- Vaikka sähkökattilat vähentävät fossiilisten polttoaineiden käyttöä Suomen kaukolämpöjärjestelmissä, on niillä myös vaikutusta naapurimaiden energiajärjestelmiin
 - Mallinnuksen mukaan Pohjois- ja Länsi-Euroopan kokonaispäästöt eivät vähentyneet
 - Mallinnuksen mukaan sähkökattilat Suomessa voivat lisätä fossiilisten polttoaineiden käyttöä naapurimaiden sähköntuotannossa

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

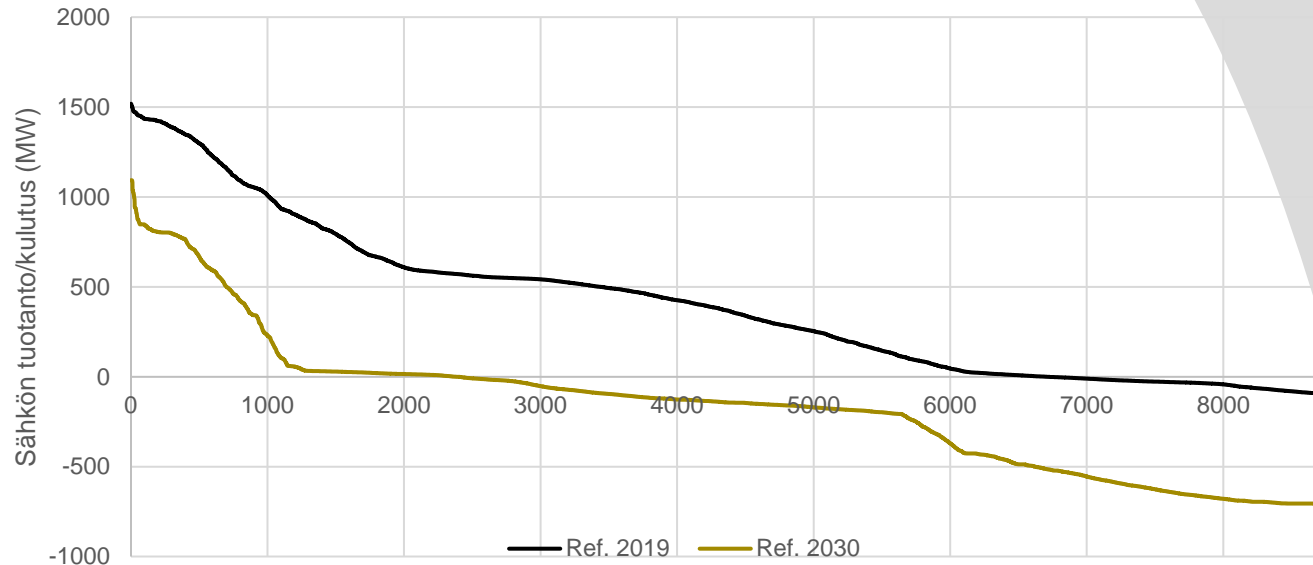


Kuva lähteestä: Hiltunen, P.; Syri, S. Low-temperature waste heat enabling abandoning coal in Espoo district heating system. 2021. Energy. Vol. 231. 120916. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120916>

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
 - Vuonna 2019 Helsingin yhteistuotantolaitokset tuottivat sähköä 4 106 GWh.
 - Vuonna 2023 sähköä tuotettiin vain 1 081 GWh.
(Lähde: <https://energia.fi/tilastot/kaukolampotilasto/>)

Pääkaupunkiseudun mallinnus: Sähkön nettotuotannon pysyvyyskäyrä 2019 vs 2030



Johtopäätöksiä

- Tuotannon sähköistämiseksi voidaan vähentää fossiilisten polttoaineiden ja biomassan käyttöä kaukolämpöjärjestelmissä
- Sähköisellä tuotannolla voidaan tasapainottaa vaihtelevaa uusituvan energian tuotantoa sähköjärjestelmässä
- Lämpövarastoihin voidaan varastoida ylimääräistä tuuli- ja aurinkoenergiaa
- Siirtyminen matalampiin siirtolämpötiloihin tukee kaukolämmön sähköistymistä, erityisesti lämpöpumppujen käyttöä
- Sähköistäminen nostaa sähkön keskihintaa
- Suomen kaukolämpöverkkojen sähköistämällä on vaikutusta myös muihin maihin, ja on mahdollista, että päästöjä siirtyy naapurimaihin
- Sähköistäminen lisää kaukolämpöjärjestelmien sähkön kulutusta, mikä voi aiheuttaa haasteita sähköjärjestelmälle

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.