

KULUTUSJOUSTO

Lappeenrannan kokemuksia
virtuaalivoimalasta

Jotain Lappeenrannasta

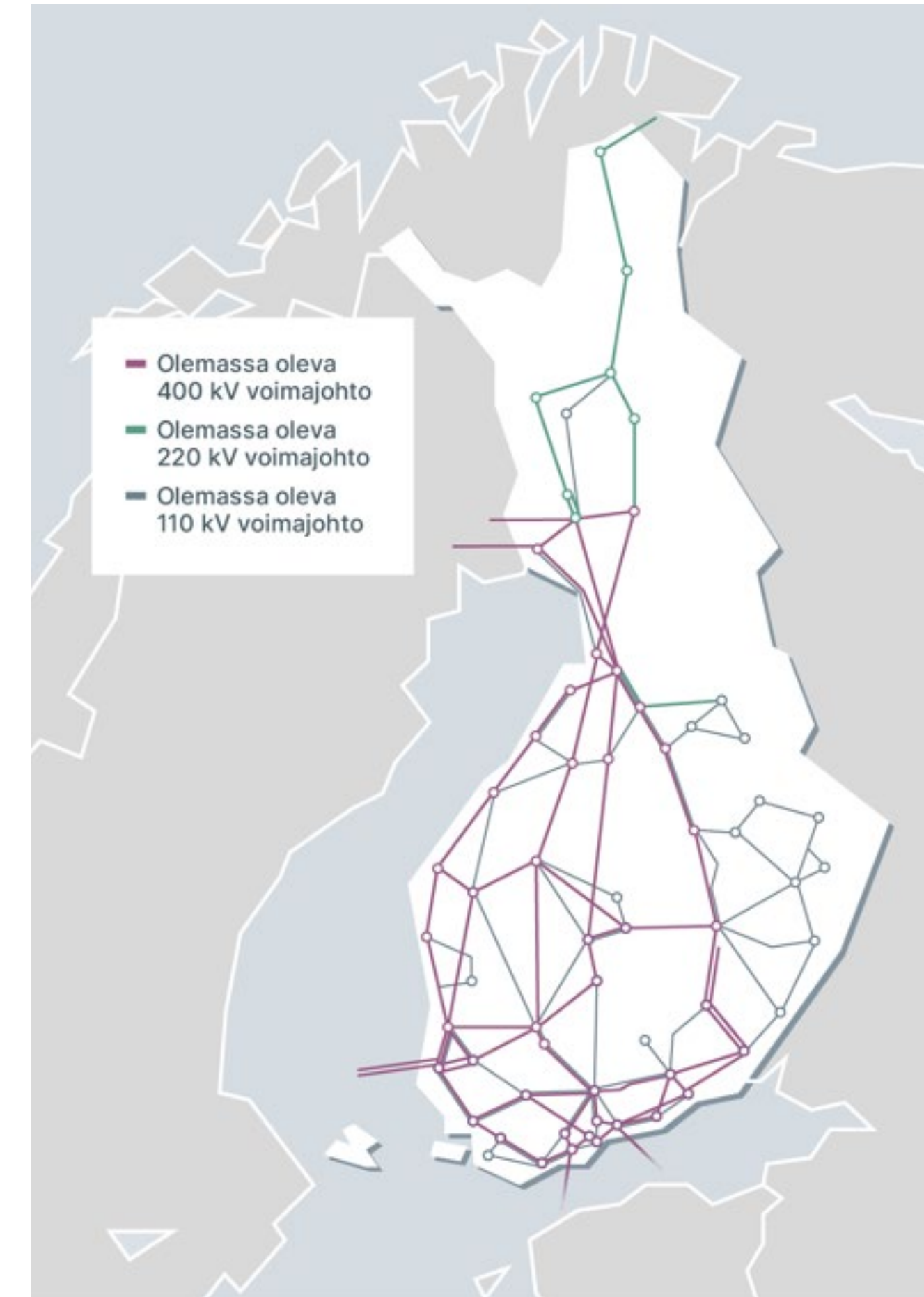
Lappeenranta, on yksi vihreimmistä kaupungeista Euroopassa.

- Green Leaf voittaja 2021
- 2022 EU Ilmastomission jäsen. Mission Label 2024
- 2025 EU Covenant of Mayors Award 2025
- Puhtaan ja vihreän siirtymän osaamiskeskus
 - LUT Yliopisto on Suomen paras energiayliopisto
- Jokaisella asukkaalla enintään 100 metriä viheralueeseen
- Saimaa alkaa Lappeenrannasta
- Kaakkois-Suomen elinvoimaisin kaupunki
- 73.500 asukasta + 70.000 alueella
- 2 tuntia junalla Helsingistä



Suomen sähköjärjestelmä

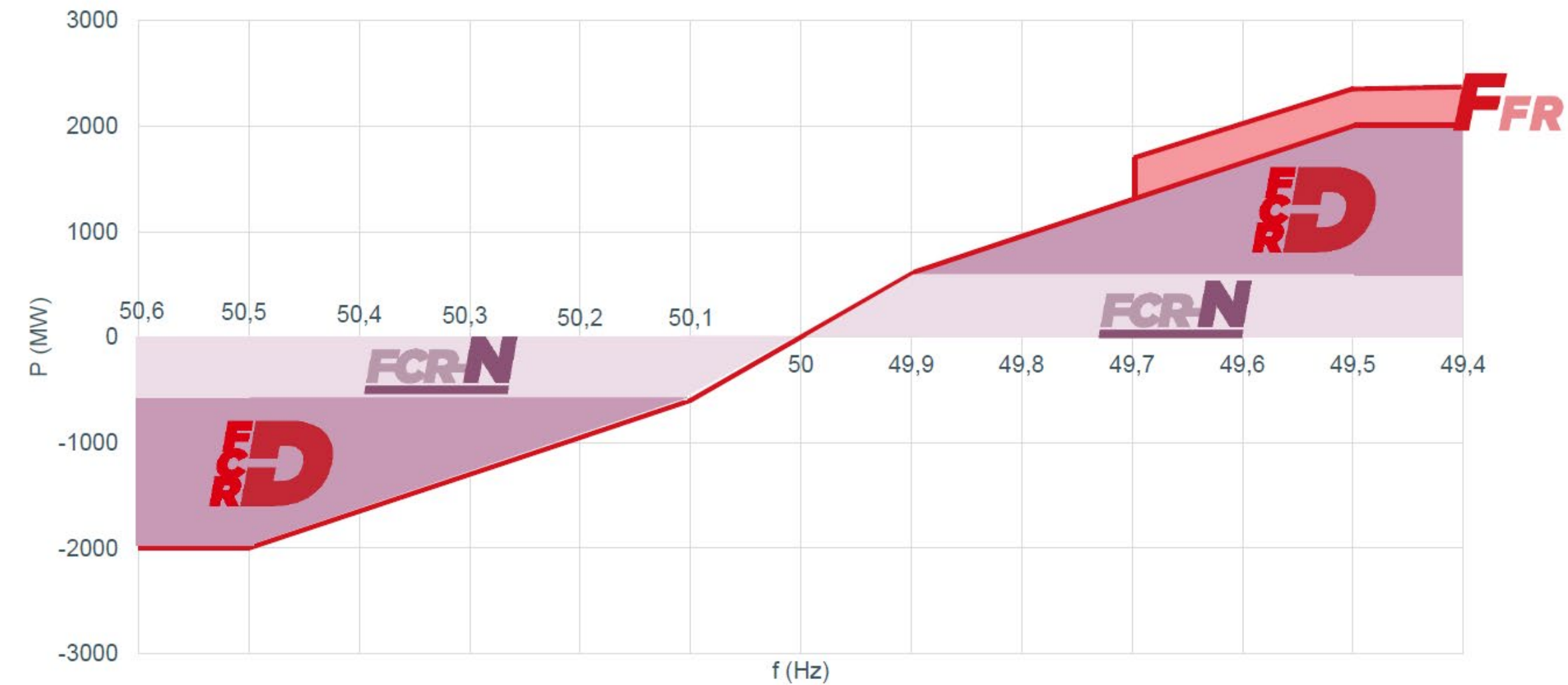
- Fingridin vastuulle kuuluu Suomen kantaverkon ylläpitäminen
 - Kantaverkkoon kuuluu noin 14 500 km voimajohtoa (2023) ja 121 sähköasemaa (2023). Kantaverkon kautta siirretään noin 75 % kaikesta Suomessa siirretystä sähköstä.
- Jakeluverkot liittyvät kantaverkkoon tyypillisesti 110 kilovoltin verkon kautta ja siirtävät sähköä alueellisesti 110 kilovoltin johdoilla.



Kantaverkon voimajohdot vuonna 2024. (Fingrid)

Sähköverkon tasapaino

- Sähkömarkkinaosapuolet suunnittelevat sähkön tuotannon /kulutuksensa etukäteen tasapainoon
- Sähköä pitää tuottaa joka hetki sama määrä kuin sitä kulutetaan
 - Tasapainotilanteessa verkon taajuus on 50,0 Hz
- Fingrid tasapainottaa käyttötunnin aikaiset poikkeamat käyttämällä apunaan sekä automaattisia että operaattorin aktivoimia reservejä.
 - Fingrid hankkii reservejä sähkömarkkinaosapuolilta
 - Puhutaan reservimarkkinoista



Today

Day:

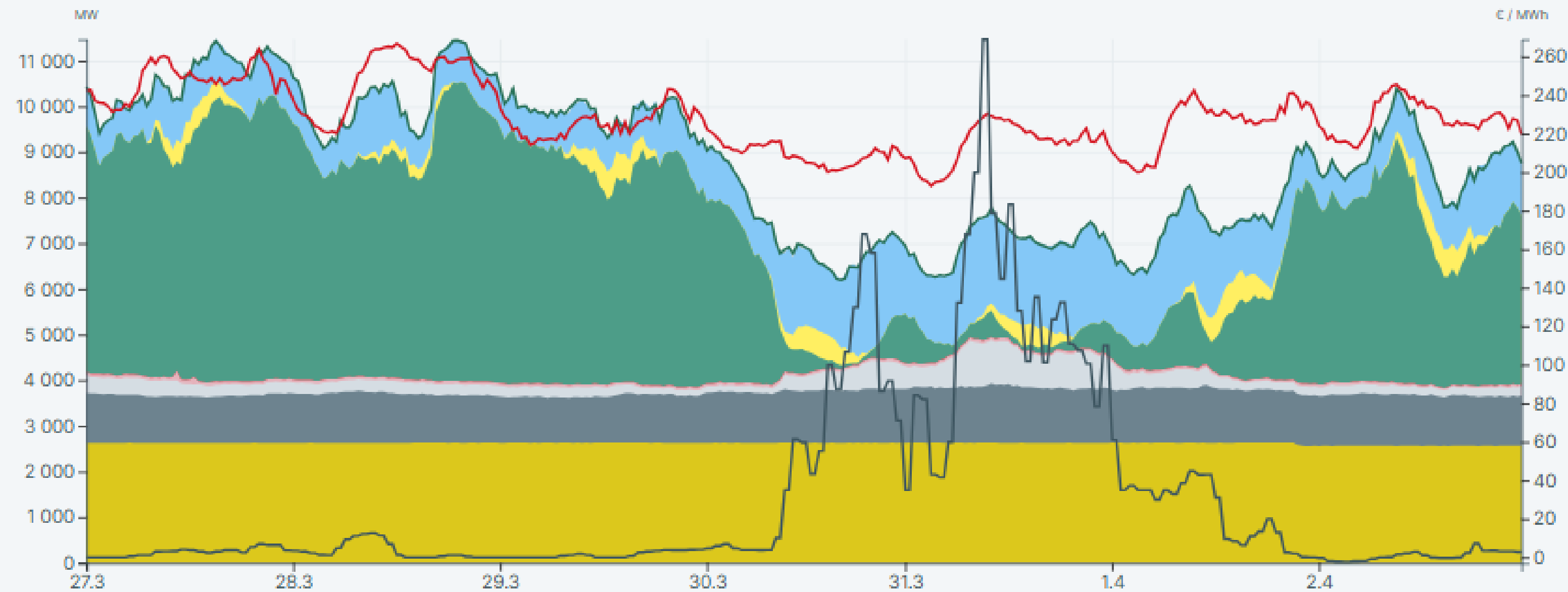
02.04.2025

Period:

Day

Week

Month



Production

8 764 MW

Nuclear power

2 565 MW

Cogeneration industry

1 098 MW

Cogeneration district heating

202 MW

Other production

60 MW

Peak load power

0 MW

Wind power

3 688 MW

Solar power

0 MW

Hydro power

1 149 MW

Production forecast

0 MW

Consumption

9 389 MW

Electricity price in Finland

2,8 € / MWhProduction CO₂-emission estimate**22** g/kWhConsumption CO₂-emission estimate**21** g/kWh

Consumption forecast

0 MW

Total consumption
Hydropower
Solarpower
Wind
Cogeneration Industry
Cogeneration CHP
Nuclear

Price of electricity
(black line)

CO₂ emission coefficient

Reservituotteet Suomessa

					
	Nopea taajuus-reservi, Suomi 18 %, Pohjoismaissa yht. 0-300 MW (arvio)	Taajuusohjattu häiriöreservi, Suomi ~300 MW, Pohjoismaissa yht. 1 450 MW (ylös) ja 1400 MW (alas)	Taajuusohjattu käyttöreservi, Suomi ~120 MW, Pohjoismaissa yht. 600 MW	Automaattinen taajuuden palautusreservi, Suomi 60-80 MW Pohjoismaissa yht. 300-400 MW	Säätösähkö- ja säätökapasiteetti-markkinat, Mitoittava vika + tasevastaavien tasevirhe
Aktivointi	Suurissa taajuuspoikkeamissa, hankitaan pienen inertian tilanteissa	Suuremmissa taajuuspoikkeamissa, erikseen ylössäätö ja alassäätö	Käytössä jatkuvasti	Käytössä kohdistetuilla tunneilla	Tarvittaessa
Nopeus	Sekunnissa	Sekunneissa	Kolmessa minuutissa	Viidessä minuutissa	Vartissa (12,5 min)
					

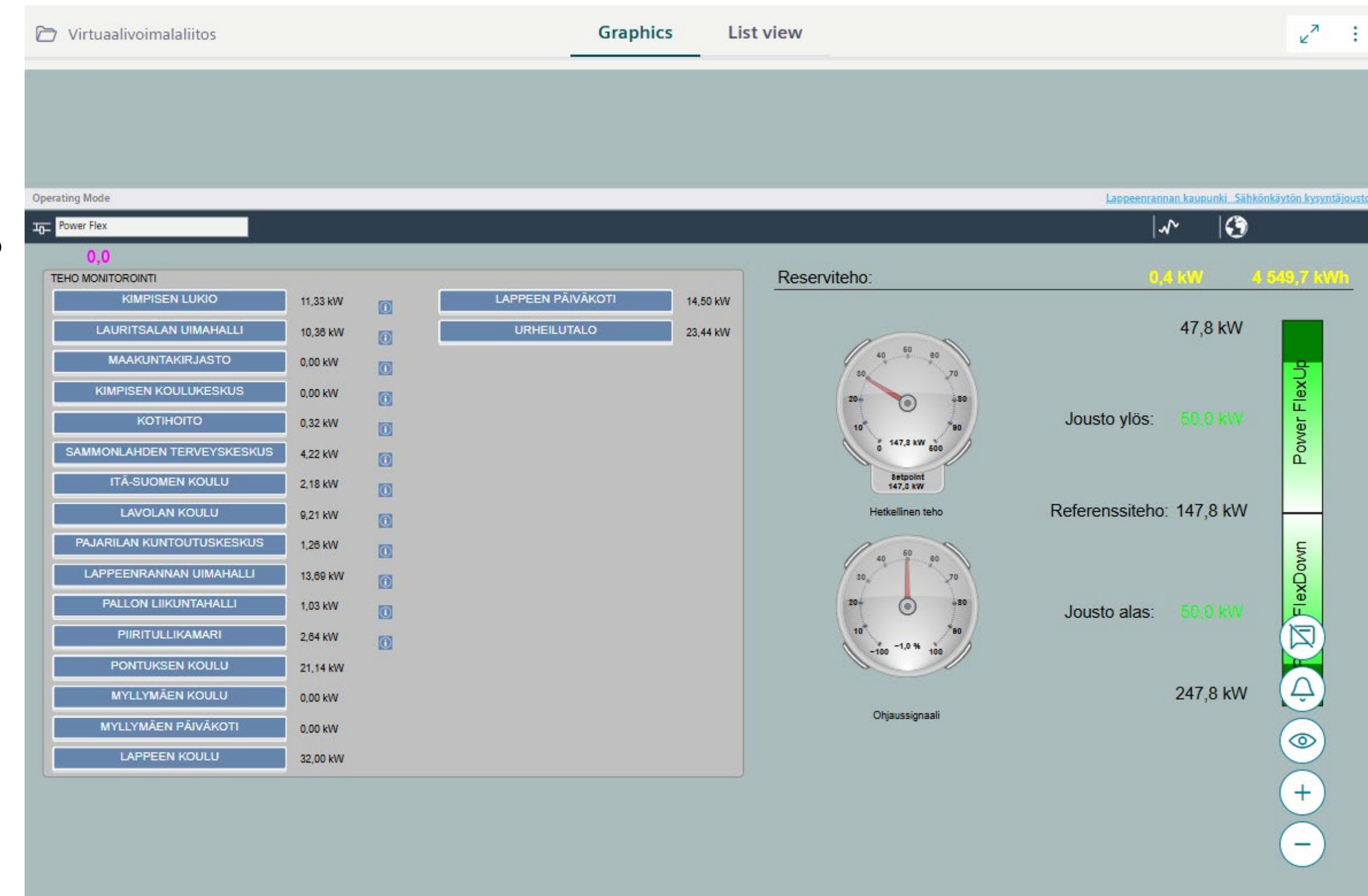
MITÄ ON KULUTUSJOUSTO JA MIKSI SITÄ TARVITAAN?

Kulutusjoustolla tarkoitetaan sähkönkäytön muuttamista hinnan ohjaamana. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi kulutuksen siirtämistä korkean kulutuksen ja hinnan tunneilta edullisempaan ajankohtaan. Kuluttaja voi hyötyä joustostaan myös myymällä sitä sähkömarkkinoille, kuten kantaverkkoyhtiön ylläpitämille reservimarkkinoille.

- Kulutusjoustoja tarvitaan lisää, kun joustamattoman ja sääriippuvaisen tuotannon, kuten ydin-, tuuli- ja aurinkovoiman osuus Suomen sähköntuotannosta kasvaa.
- Sähkön kulutuksen ja tuotannon määrä on pysyttävä joka hetki tasapainossa.
- Kulutusjousto on tärkeässä roolissa tämän tasapainon ylläpitämisessä kustannustehokkaasti. Kulutusjoustoja on aikaisemmin kutsuttu yleisesti kysyntäjoustoksi.

Lappeenrannan Virtuaalivoimalaitos

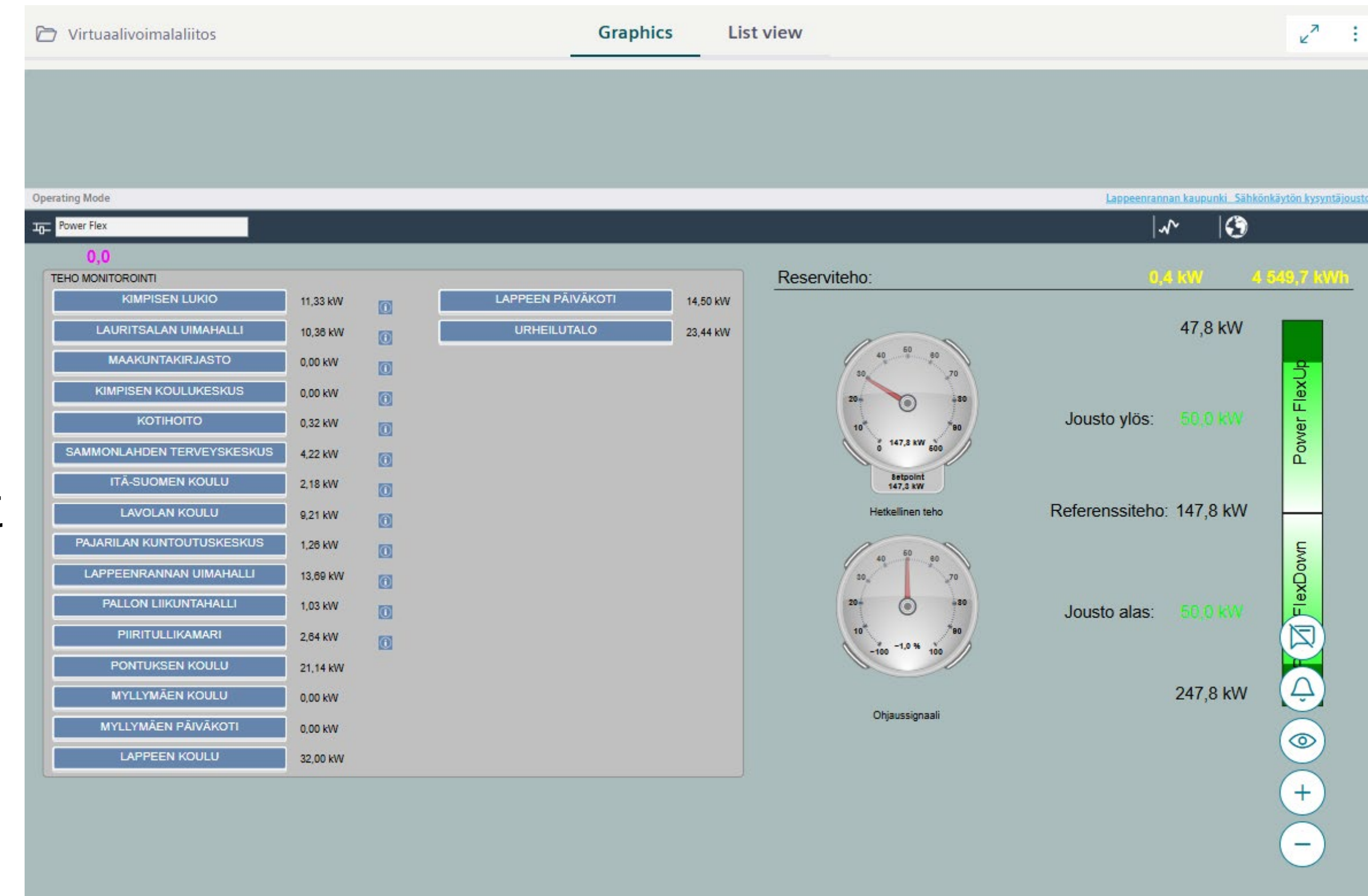
- Järjestelmä otettiin käyttöön maaliskuussa 2020
- Lappeenrannan Toimitilat Oy:n operoimia julkisia rakennuksia kytkettiin ilmanvaihtolaitteistojen osalta 18 kappaletta
 - Voivat yhdessä säädellä tehoa, jos kantaverkon tasapaino sitä vaatii
- Hallinta DesigoCC:ssä (kuvassa), joka on Siemensin tuottama rakennusten hallintajärjestelmä
- Käytännössä se tarkoittaa ilmanvaihtolaitteiden tehon säätöä



Lappeenrannan toimitilojen valvomonäkymä DesigoCC, johon kulutusjouston virtuaalivoimala on koottu.

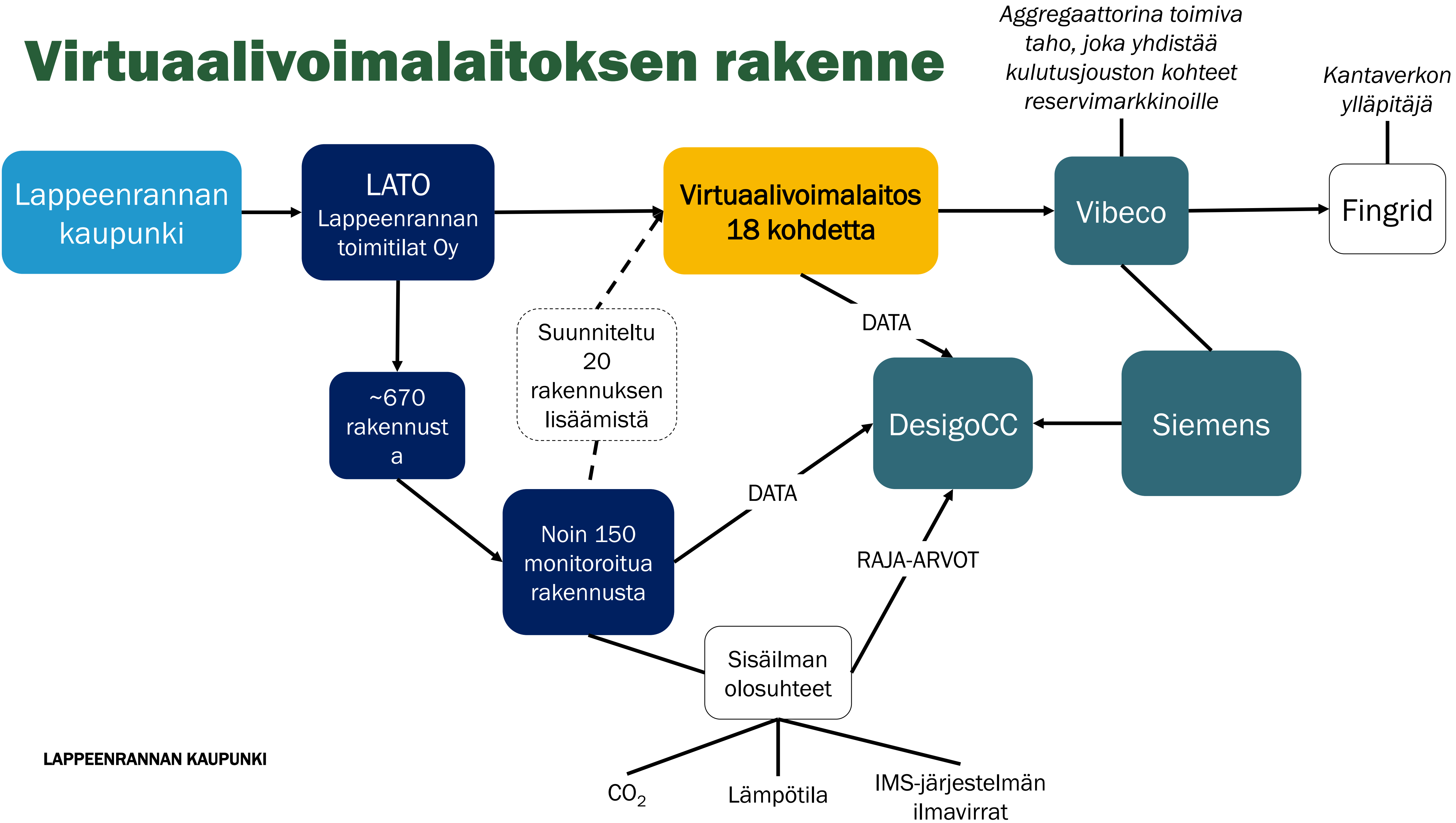
Lappeenrannan Virtuaalivoimalaitos

- Pitkään osana FCR-N taajuusohjattua reservimarkkinaa
 - Fingrid maksaa alas sekä ylösjoustosta korvausta
 - Vibeco Oy toimi aggregaattorina
- Vuoden 2025 alussa FCR-N markkinan vaatimukset muuttuneet
 - Seurauksena tällä hetkellä virtuaalivoimalaitos ei osana reservimarkkinaa
 - Selvitetään siirtymistä toiseen markkinamekanismiin



Lappeenrannan toimitilojen valvomonäkymä DesigoCC, johon kulutusjouston virtuaalivoimala on koottu.

Virtuaalivoimalaitoksen rakenne



Virtuaalivoimalan hyödyt

- Virtuaalivoimalaitoksen rakentaminen vaatii automaatiojärjestelmään muutoksia sekä operointisopimusta / -sopimuksia
 - Rakentamisesta aiheutuu kustannuksia
 - Operoinnista aiheutuu myös kustannuksia kuukausittain
- Virtuaalivoimala tuottaa sähkömarkkinoiden mukaan kuukausittain 0- 10.000 € Lappeenrannan kokonaisuudessa
- Virtuaalivoimala on Lappeenrannalle rohkeaa edelläkävijäkokeilua osana vihreän siirtymän toimenpiteinä
- Selvitetään sen laajentamista kohteisiin, missä on paljon sähkön käyttöä
- Kysynnänjoustomekanismien vaikutuksista päästövähennyksiin on tekeillä diplomityö (Sampo Yrjölä, LUT Yliopisto). Esimerkkinä Lappeenrannan kaupunki.
- Tällä hetkellä kiinnostaa enemmän tarpeenmukaisen ilmanvaihdon lisääminen
 - Toiminnalla saataisiin huomattavasti suurempia säästöjä ilman haittoja. Säästöt 10-20 kertaa suurempia.

Kaukolämmön kulutusjousto

- Kaukolämmön kulutusjouston tarkoituksena on leikata lämmön kulutuksen tehopiikkejä asiakkaan lämpölaitteiston etäohjauksen avulla ja tuoda siten säästöjä sekä asiakkaalle että energiantuotantoon
 - Kaukolämmön huipputehon leikkaus perustuu oletukseen, että pienet sisälämpötilan muutokset eivät juurikaan heikennä asumismukavuutta
- BeyondEE hankkessa pilotoidaan 14 kiinteistön virtuaalivoimalaitos (ASPA +LOAS)
 - Tuottaa suoria päästövähennyksiä kiinteistöihin asennettavan älykkään lämmityksenohjauksen avulla sekä välillisiä päästövähennyksiä tarjoamalla kaukolämpöjärjestelmälle joustokapasiteettia siten, ettei se tapahdu rakennusten sisäilmaolosuhteiden kustannuksella.

LAPPEENRANNAN KAUPUNKI

BeyondEE

Kaukolämmön kysyntäjousto toteutetaan osana EU rahoitteista BeyondEE hanketta, jossa ovat mukana Lappeenrannan kaupunki ja Lappeenrannan Energia.



Kulutusjouston tulevaisuuden näkymät

- Sähköverkkoon tarvitaan yhä enemmän säätövaraa, koska tuuli- ja aurinkosähköä syntyy epätasaisesti eikä näitä tuotantomuotoja voida säätövaraa
 - Jatkossa sähkön kulutuksen kannattaakin mukautua sähköntuotannon vaihteluihin
- Samalla sähkön käytön ennustetaan lisääntyvän merkittävästi kuluvan vuosikymmenen aikana
 - Teollisuus ja datakeskukset
 - Vedyn tuotanto
 - Rakennusten lämmitys
 - Liikenne
- Kulutusjouston ennustetaan olevan tulevaisuudessa entistä automatisoidumpaa sekä joustavampaa
 - Kotitalouksien ja kuluttajakeskeisyyden rooli lisääntyy

KIITOS

LAPPEENRANTA




LAPPEENRANTA