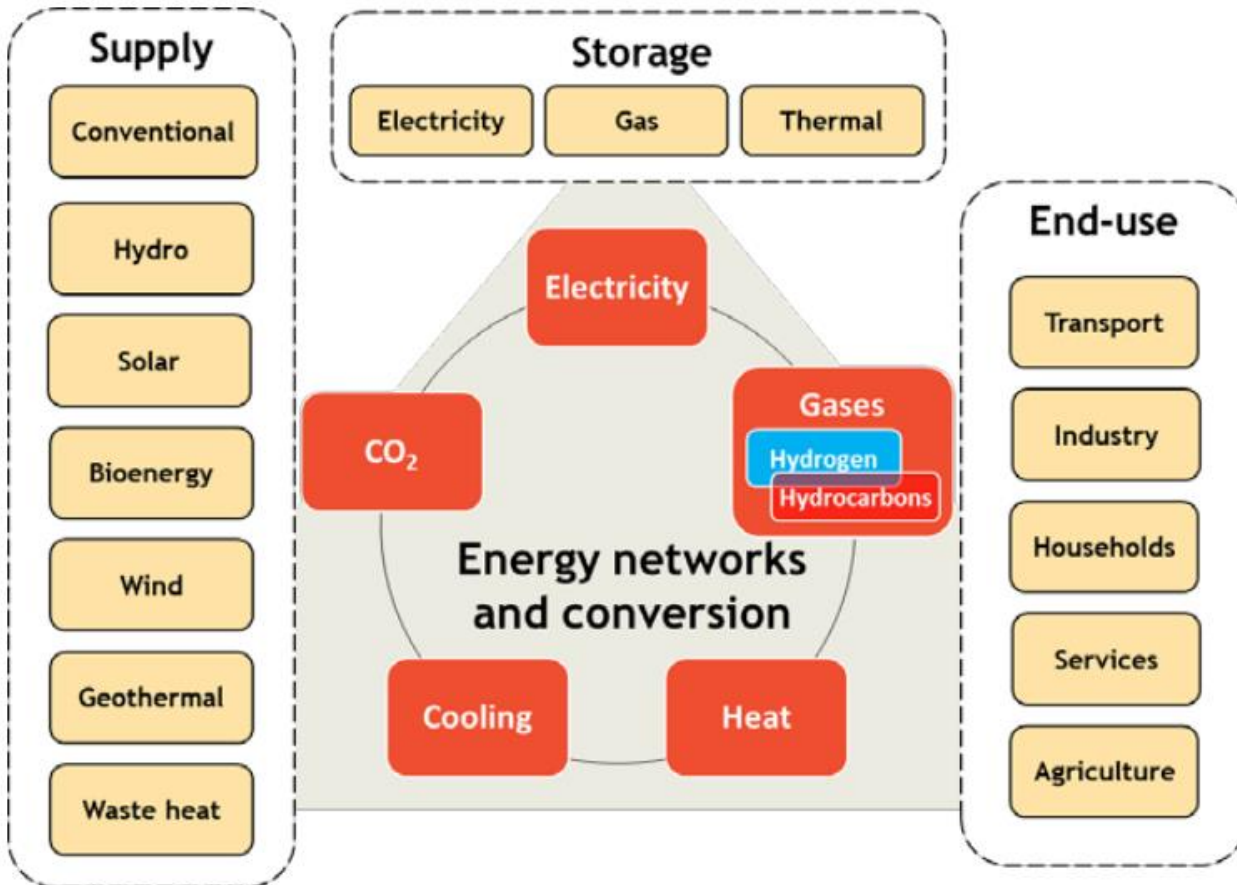
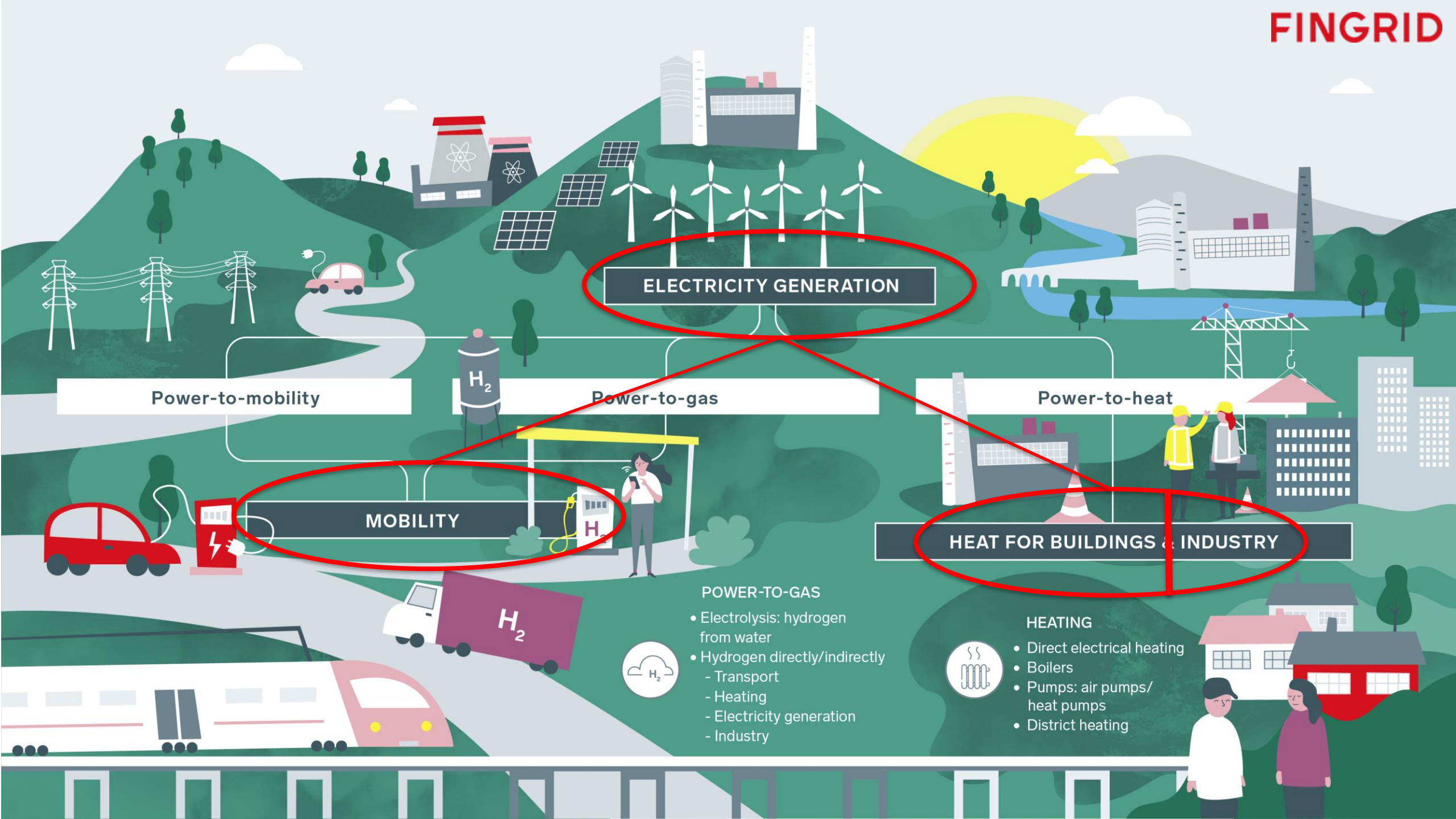




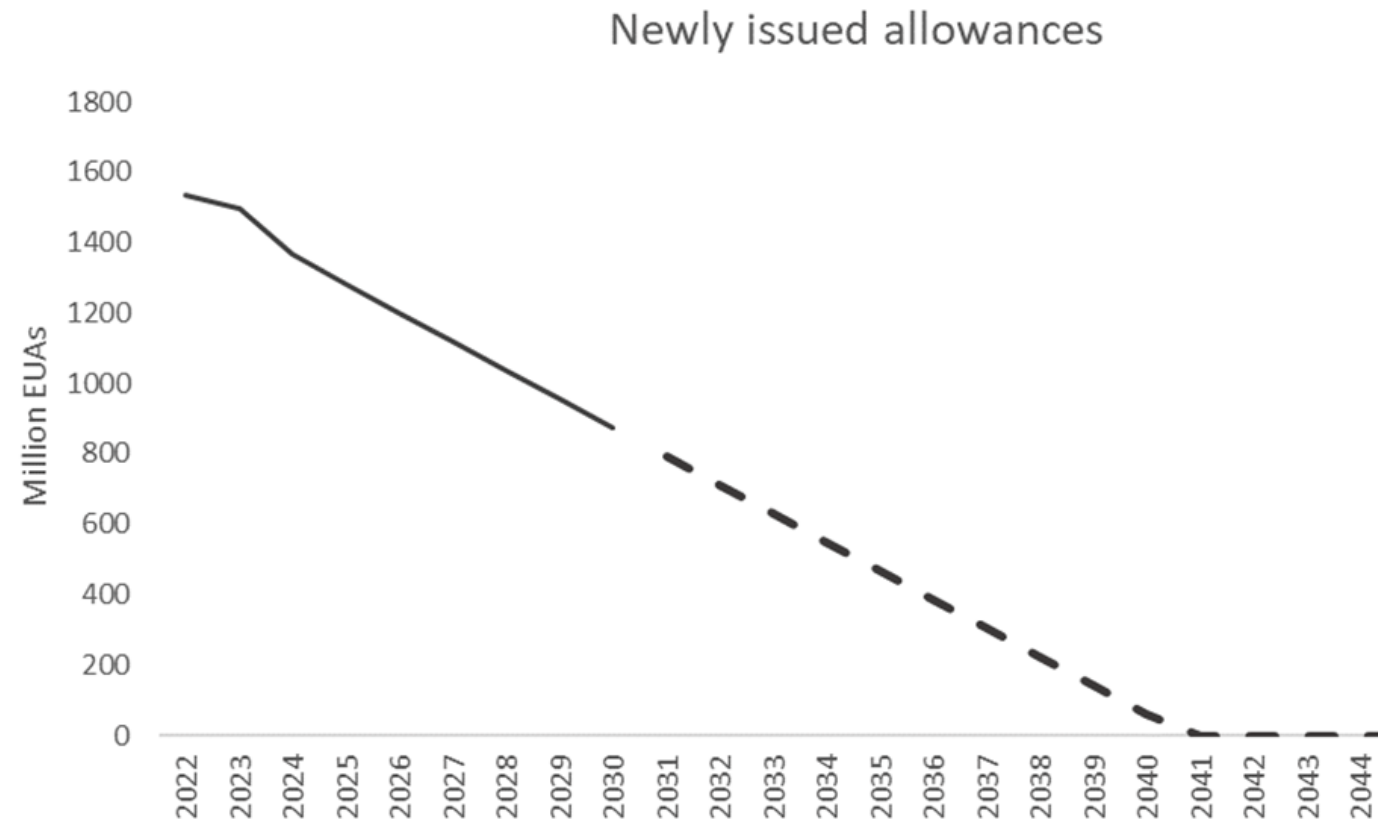
Energiajärjestelmät päästövähennysten mahdollistajana

Eemeli Tsupari
Keski-Suomen Tulevaisuusfoorumi
9.11.2022



EU:n päästökauppajärjestelmä EU ETS

- EU:n tärkein CO₂-päästöjen vähennysjärjestelmä
 - Pakottaa päästöt tavoitteeseen EU:n laajuisesti
- Bio-CO₂:n kohtalo?
 - Rajoitteita/kannustimia voi tulla muutakin kautta
- Uudet sektorit (esim. liikenne)?



Sähkö:

Uusiutuva energia riittää – se täytyy vaan
valjastaa ja varastoida



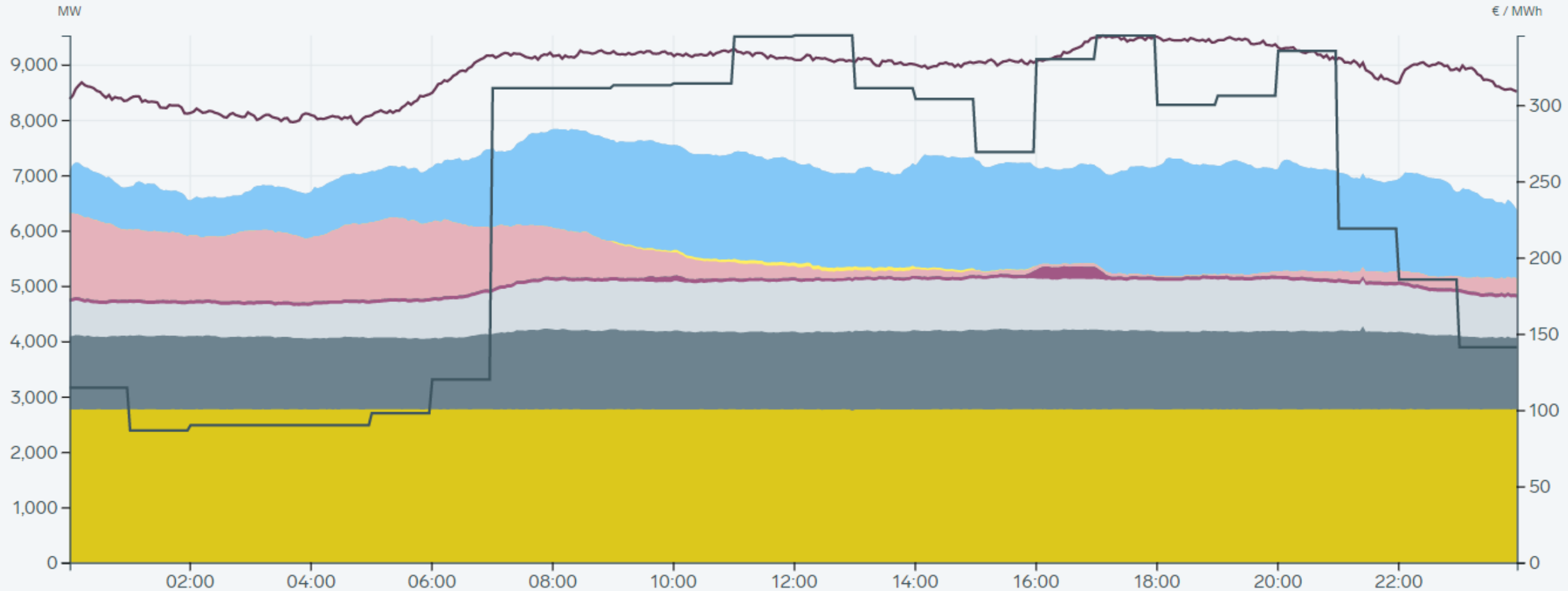
Sähköjärjestelmän nykytila

Tänään

Päivä:



01.11.2022

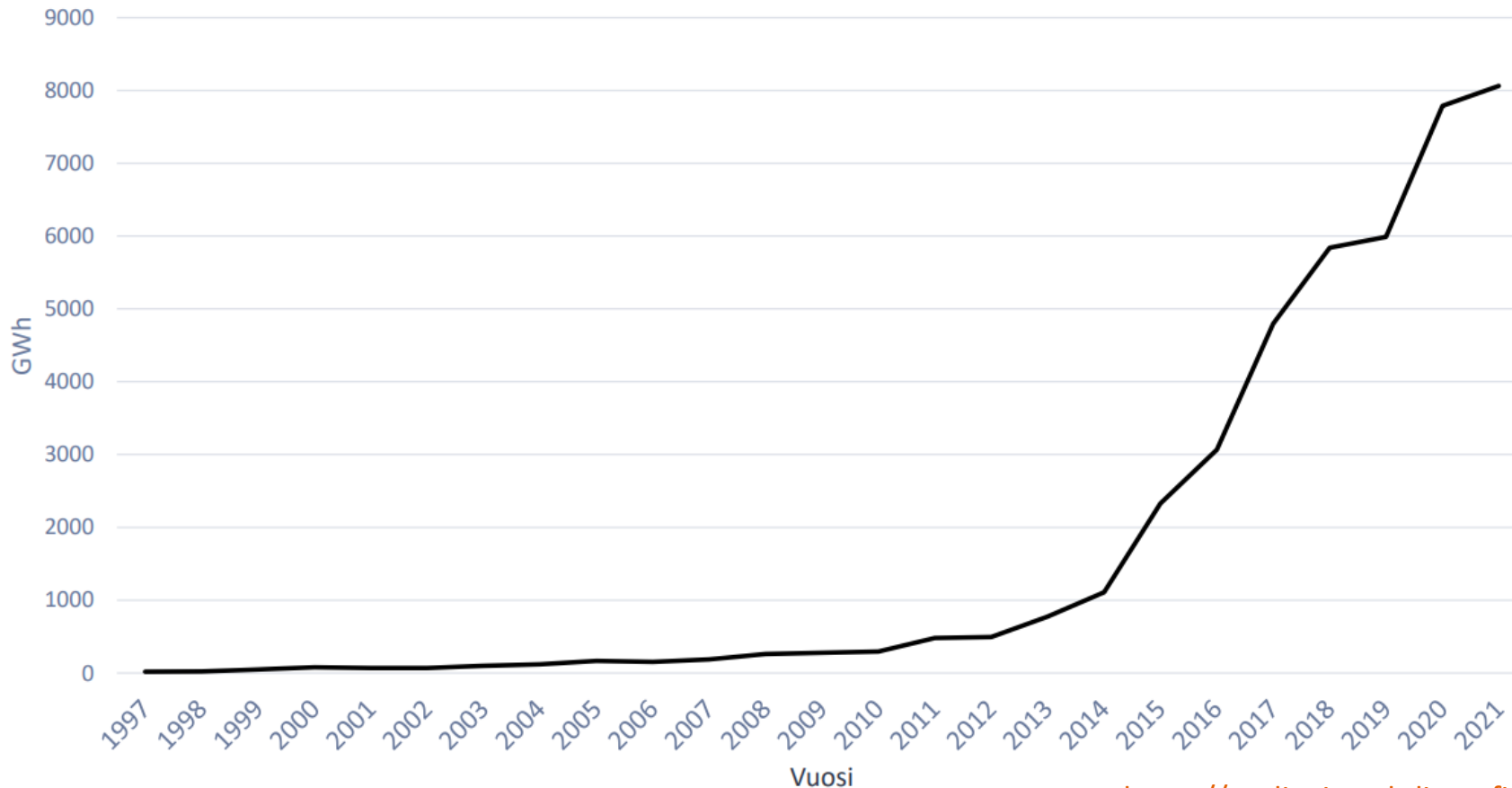


Tuulivoima kasvaa nopeasti



Suomen
Tuulivoimayhdistys

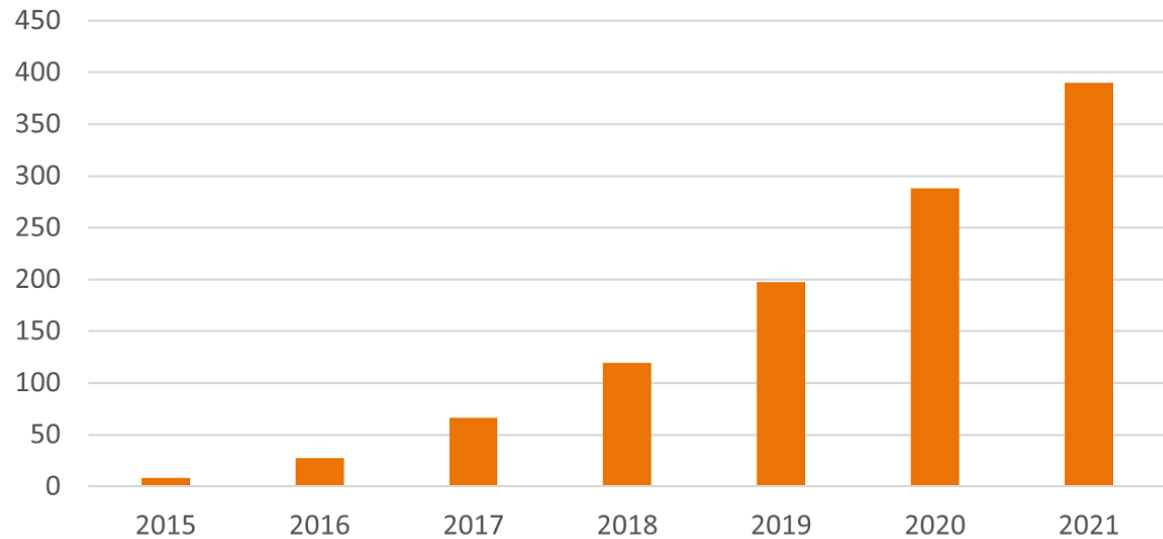
Vuosittainen tuulivoimatuotanto (GWh)



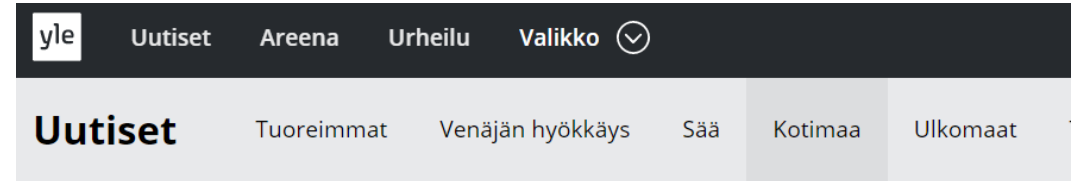
x2 rakenteilla
x22 suunnitteilla

Aurinkosähkö muuttunut kannattavaksi

Verkkoon liitetty aurinkosähkön
pientuotantokapasiteetti (MW)



<https://energiavirasto.fi/-/aurinkosahkon-kapasiteetti-kasvoi-suomessa-yli-100-megawattia-vuonna-2021>



sähkö

Omakotitalojen asukkaat voivat tienata kesällä jopa sataasia aurinkopaneeleillaan – sähkön korkea hinta toi markkinoille uuden ilmiön

Osalla yhtiöistä uusien pientuotantokohteiden määrä on jopa tuplaantunut viime vuoteen verrattuna. Esimerkiksi omakotiasujien tuottama ja myymä sähkö on kuitenkin vielä suhteellisen pieni siivu sähkötuotannosta.

Suomeen tulee myös isompia aurinkovoimaloita

Ilmatar Energy Oy ja Exilion Tuulihankkeet Ky lisäävät merkittävästi aurinkosähkön tuotantoa

Ilmatar Energy Oy:lle myönnettiin 19,56 miljoonaa euroa ja Exilion Tuulihankkeet Ky:lle 8,9 miljoonaa euroa aurinkosähköinvestointeihin. Hankkeissa demonstroidaan aurinkosähkön tuotantoa teollisessa kokoluokassa niin, että aurinkosähkövoima integroidaan tuulivoiman tuotantoon ja sähkön varastointiin. Ilmatar Energy Oy:n tuleva voimala on teholtaan 150 megawattia ja Exilion Tuulihankkeet Ky:n voimala 70 megawattia. Mittaluokaltaan hankkeet ovat merkittäviä, sillä Suomeen ei ole tähän mennessä rakennettu paneeliteholtaan yli 10 megawatin aurinkosähkölaitoksia. Hankkeet ovat suuria myös verrattuna Pohjoismaissa aiemmin toteutuneisiin aurinkosähköhankkeisiin.

<https://tem.fi/-/kuudelle-puhtaan-energian-hankkeelle-lahes-100-miljoonaa-euroa-investointitukea>

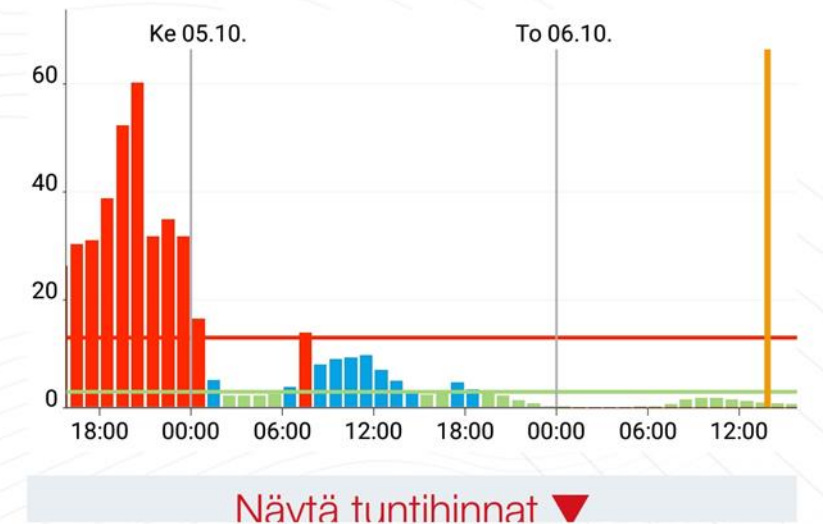
"Kannibalismi" rajoittaa kasvua

- Suomen tuulivoima on enimmäkseen länsirannikolla → sähkön hinta laskee kun länsirannikolla tuulee
- Aurinkovoimassa kannibalismi ei vielä merkittävästi näy, mutta tulee näkyviin aurinkoisina kesäpäivinä kun määrä kasvaa
- Prosessit ja liikenne sähköistyvät, mikä lisää sähkön tarvetta.
- Markkinoita erityisesti säätökykyiselle kulutukselle ja varastoille. "Kannibalismin vastavoima"

FINGRID



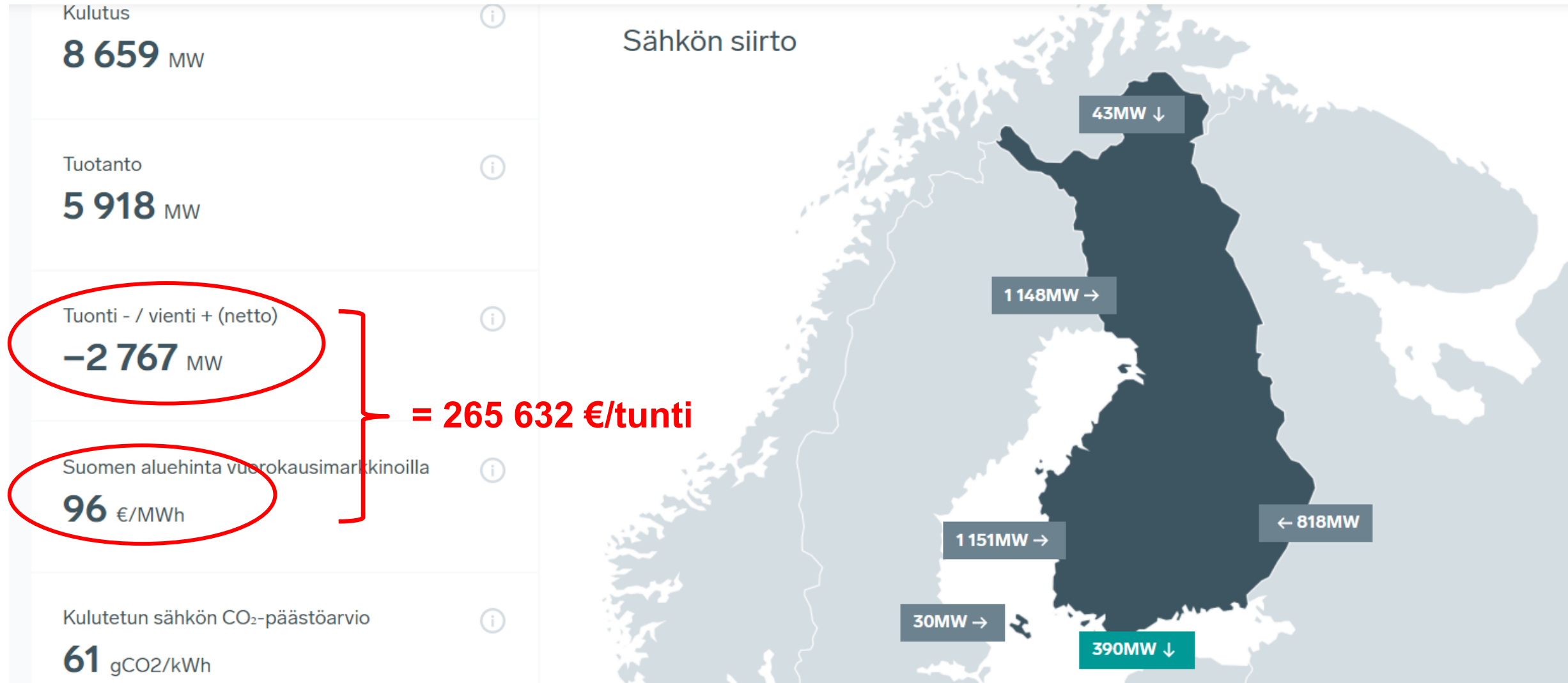
Hintakehitys Päivitä



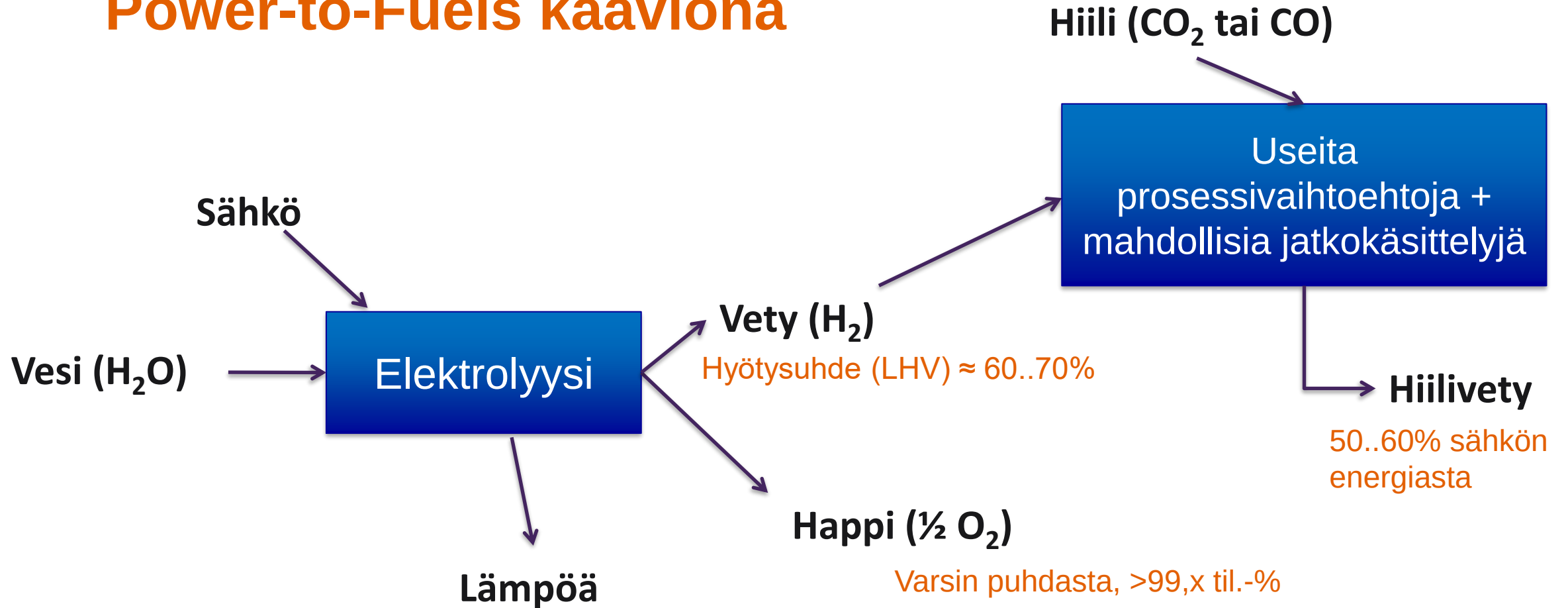
Sähkön hinta nyt

1,0 c/kWh
Sähkön 7 vrk
keskihinta
25,6 c/kWh

Maksamme sähkön tuonnista paljon myös aurinkoisina kesäpäivinä (10.6.2021 klo 11)



Power-to-Fuels kaaviona



Teknisesti koko Suomen voisi liikuttaa ja lämmittää vaikka pelkästään kesällä saatavalla aurinkosähköllä

- Sähkö kannattaa aluksi käyttää sähkönä esim. liikenteessä ja lämpöpumpuissa (CHP-järjestelmien ulkopuolella)
- Suuremmilla uusiutuvan sähkön tuotantomäärillä elektrolyysi mahdollistaa varastoinnin vetynä tai hiilivetyinä



Liikenne

■ Sähköautot

- Päivä/yö kuormantasaus
- Vehicle-to-Grid (VtG)
- Jakeluverkon vahvistus?

■ Power-to-Fuels (PtF)

- Mahdollisuus kesä/talvi kuormantasaukseen
- Synergiaa biokaasun kanssa
- Jatketaan lähipäästöjen hengittämistä

■ Molemmat perustuvat sähköön

→ Tarve lisätä vähäpäästöistä sähköntuotantoa on todella suuri!





2.9 Gt
Iron & steel



3.0 Gt
Cement

**TOGETHER THESE SECTORS ACCOUNT FOR 40 % OF
INDUSTRIAL EMISSIONS**

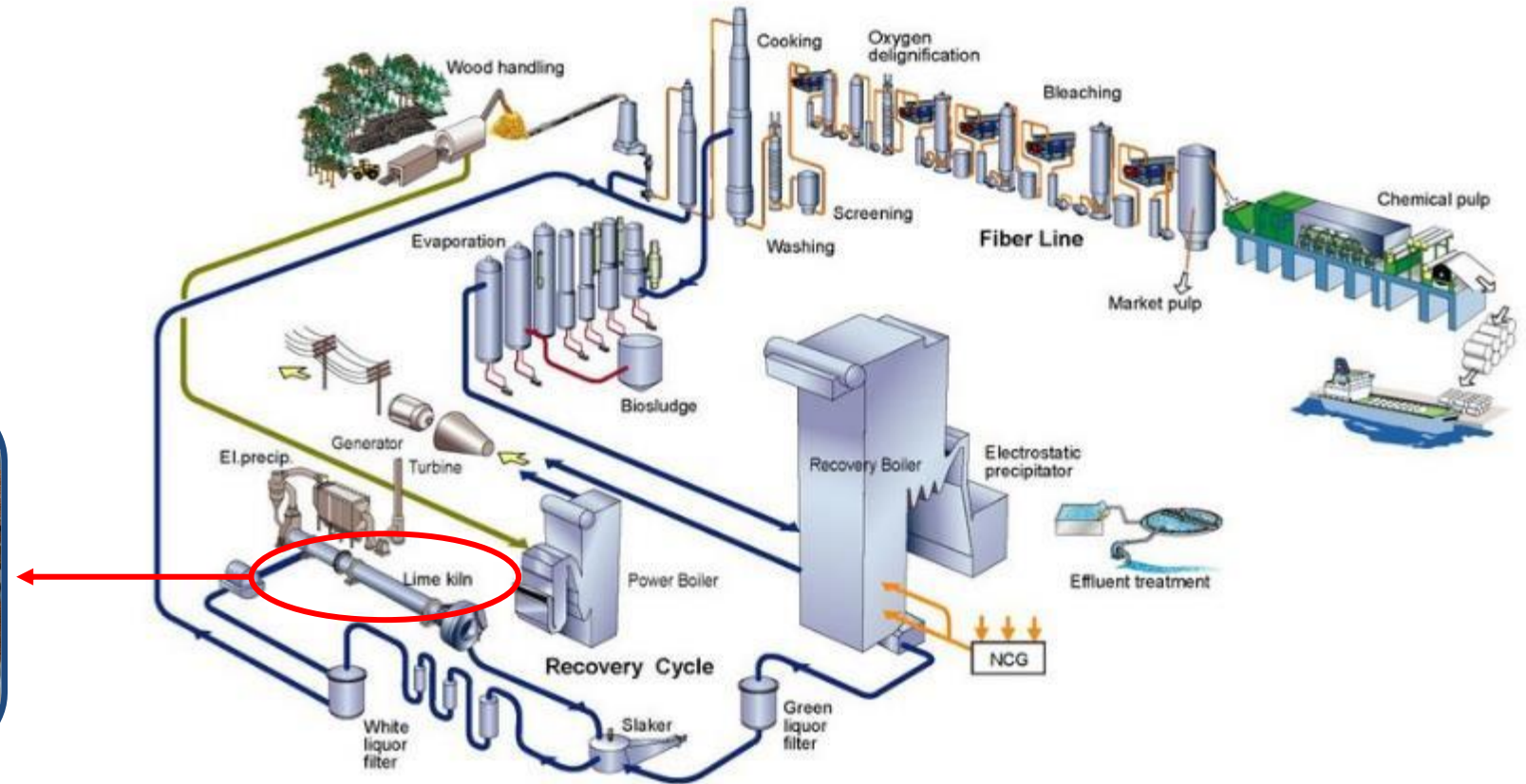


VTT's **electrically heated mobile rotating kiln pilot (Elmo)** at Jyväskylä
Solution for the largest industrial source of CO_2 i.e. cement and lime, $\sim 3 \text{ GtCO}_2/\text{a}$

Successfully demonstrated producing **burnt lime ($\sim 50 \text{ kg/h}$)** and extracting **$>95 \text{ vol-\% CO}_2$** at **$\sim 50 \text{ kg/h}$** capacity.

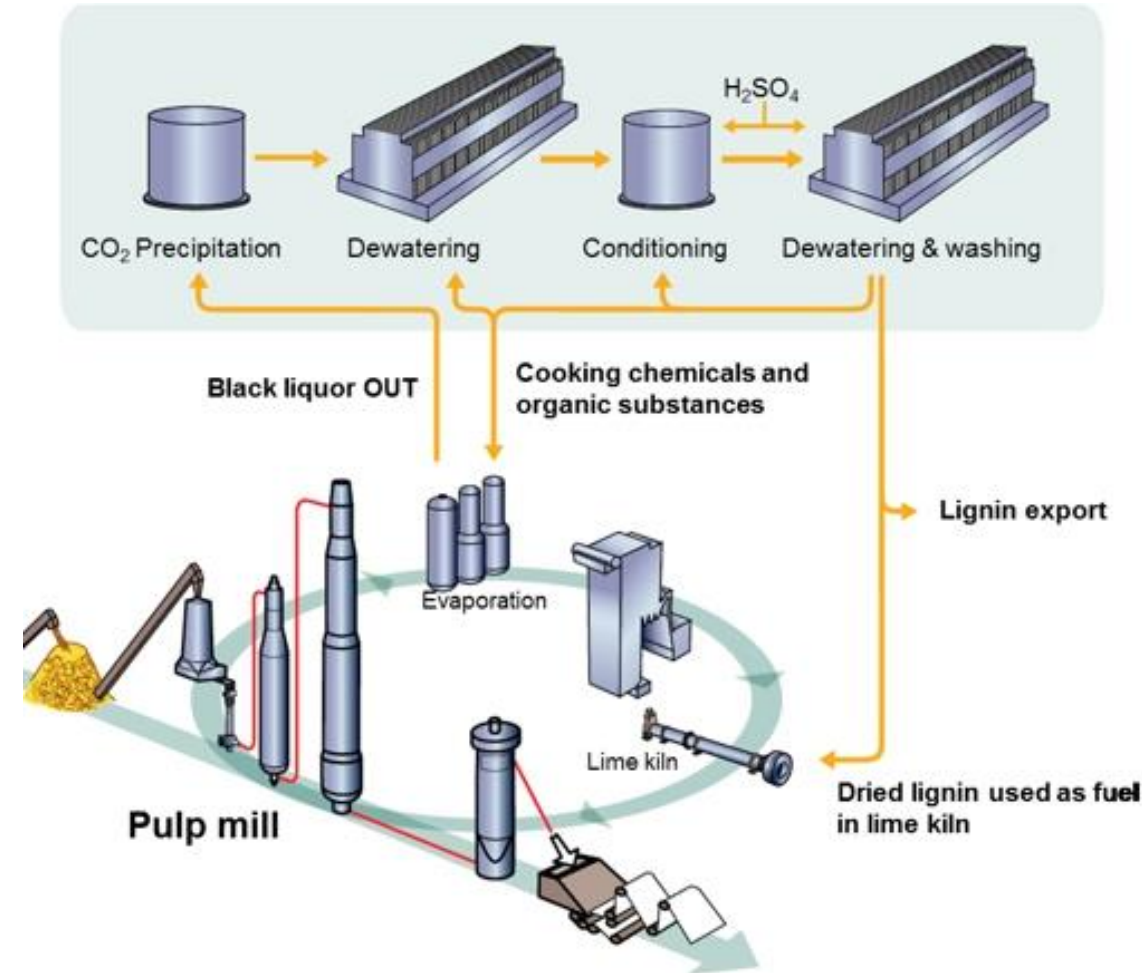
See more: www.decarbonate.fi

Pulp mill lime kiln



Lignin separation

- Becomes more feasible with megatrends:
 - More efficient utilization of bioresources
 - Reduction of CO₂ emissions
 - Decreased selling of combustion-based electricity
- ...and with developing CO₂ capture and utilisation options (e.g. from electric lime kiln)
- Capacity increase



Picture: Valmet



<https://news.leicester.gov.uk/news-articles/2020/may/scheme-to-install-free-central-heating-systems-in-around-150-eligible-homes/>

Lämpö

Kaukolämpöjärjestelmät ja –osaaminen mahdollistajana

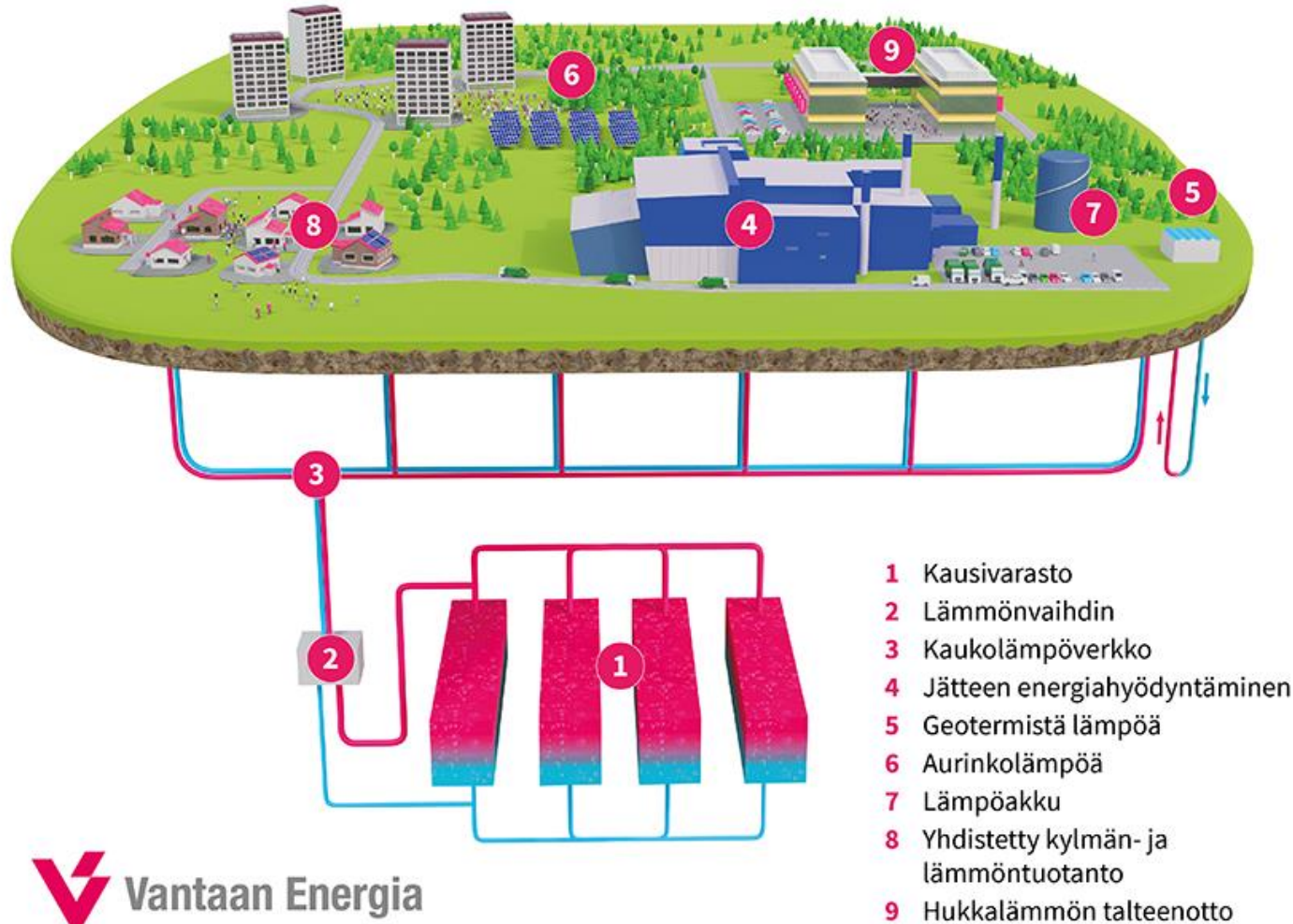
Vesi on erinomainen tapa varastoida lämpöä

- Halpa ja turvallinen
- Suuri kytketty lämpökuorma (kaukolämpö) tekee suuretkin varastot järkeviksi
- Edesauttaa uusien tuotantomuotojen käyttöönottoa
- Mahdollistaa jopa kausivarastoinnin
- Mahdollistaa jouston ja tukee sektori-integraatiota

Aineiden ominaislämpökapasiteetteja
(ilmakehän paine, lämpötila 20 °C)

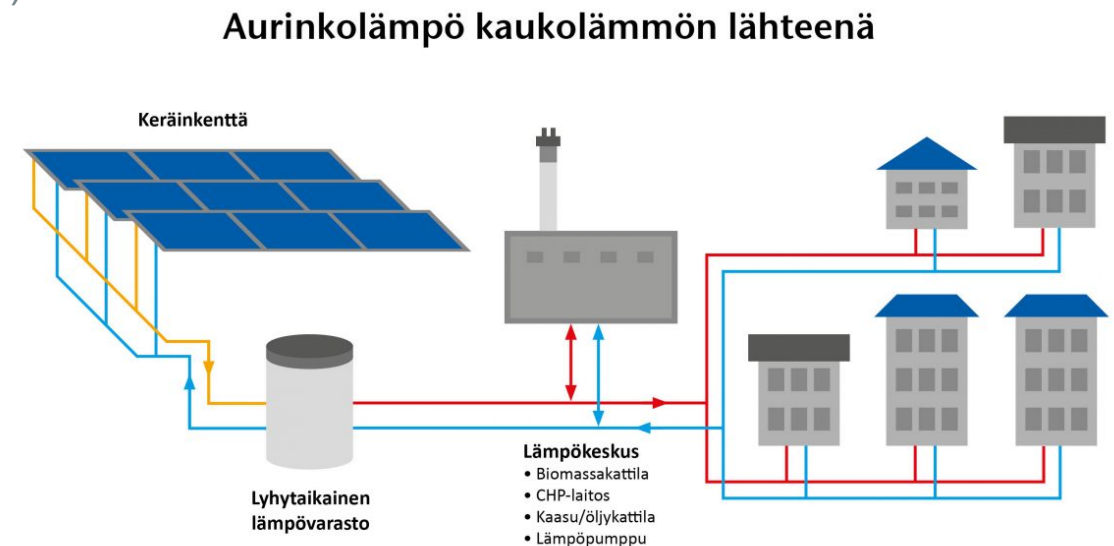
Aine	Olomuoto	Ominaislämpökapasiteetti kJ/(K·kg)
Vesi	neste	4,186
	kiinteä (jää 0 °C)	2,09
Puu (kuiva)	kiinteä	1,5
Betoni	kiinteä	0,75
Savi (10 % kostea)	kiinteä	0,88
Piilasi	kiinteä (amorfinen)	0,481
Graniitti	kiinteä	0,75
Bromi	neste	0,46
Elohopea	neste	0,139
Etanoli	neste	2,43
Rikkihappo	neste	0,996

Maailman suurin lämmön kausivarasto Vantaalle



Lämmön jakaminen ja varastointi edistävät vähäpäästöistä tuotantoa

- Aurinkolämpö (yhteiskäyttö ja varastointi mahdollistavat suuremman tuotannon)
- Lämpöpumput (lämmön saatavuus ja sähkön hinta kesä vs. talvi)
- Hukkalämmöt (teollisuus, jätteenpoltto, datakeskukset...)
- CHP ja tuotannon jousto (automaattinen kausisäätö, varastot mahdollistaa tuotantoa sähkön hinnan mukaan)
- Matalalämpöverkot (tehokkaampi kaksisuuntaisuus, suurempi varastointikapasiteetti)



Kuva: <https://savosolar.com/fi/article/aurinkolampo-paastoton-ja-edullinen-kaukolammon-lahde/>