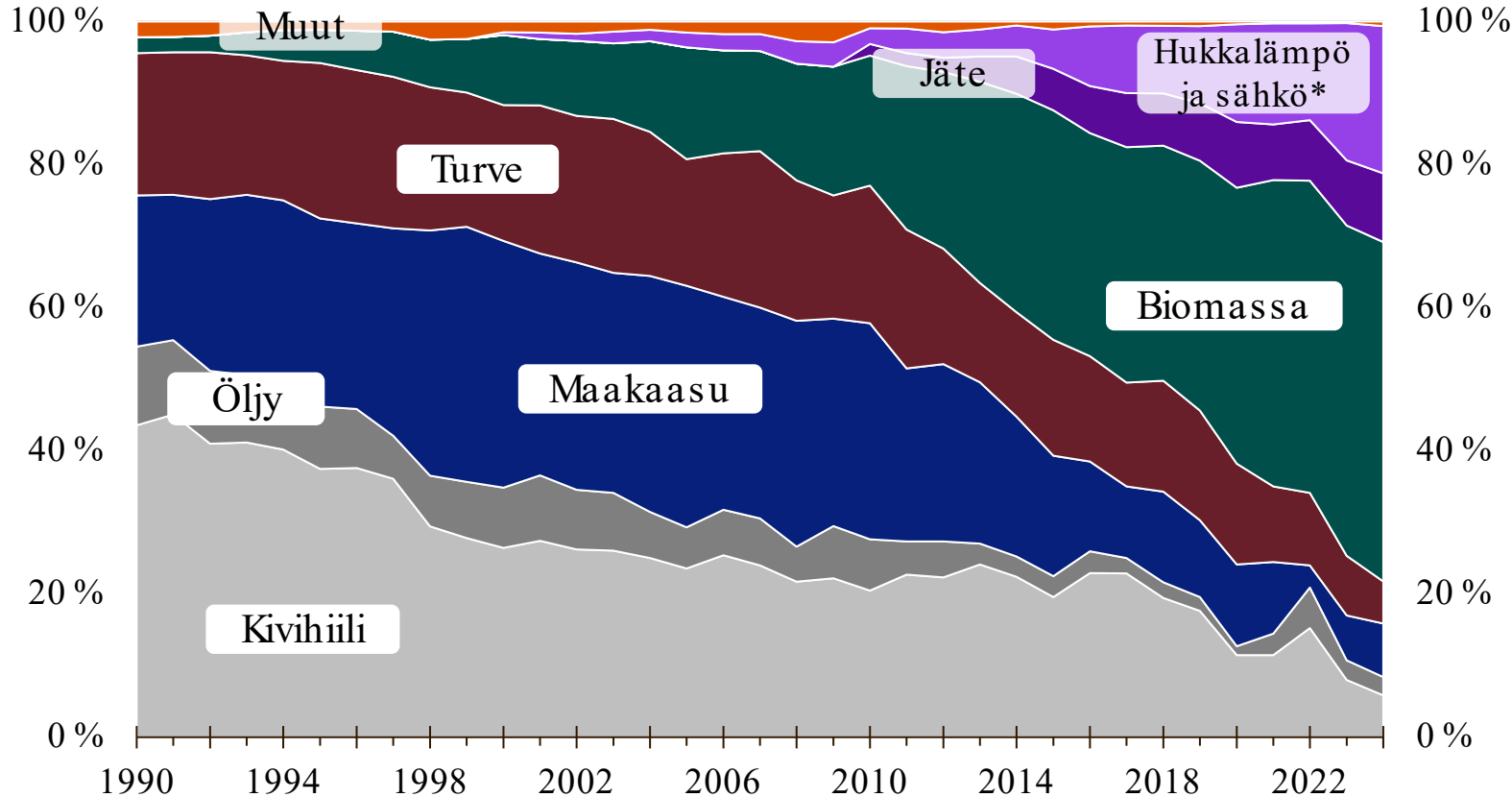

Vieläkö meillä on tulevaisuudessa CHP:tä?

- talvikausien energiaturvallisuuden näkökulma

Sanna Syri, Energiatekniikan ja energiatalouden professori

Ilona Malmipuro, tohtorikoulutettava

Kaukolämmön tuotannon lähteet – seuraava suuri muutos on hyvässä vauhdissa



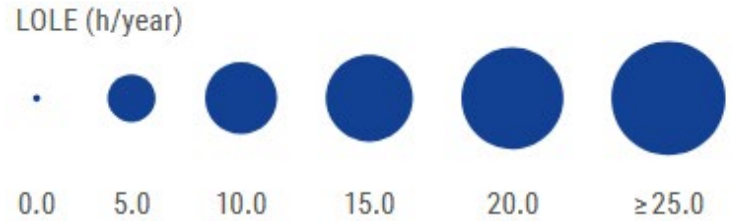
- Biomassa ja hukkalämmöt ovat korvanneet fossiilisia polttoaineita kaukolämmön tuotannossa.
- Biomassa on kallistunut merkittävästi Ukrainan sodan myötä.
- Hukkalämpöjen määrä on lähes viisinkertaistunut vuoteen 2010 verrattuna. Hukkalämpöjä hyödyntämällä vältetään polttoaineiden käyttöä.
- Sähkökattiloilla tuotettiin jo 1,5 TWh v. 2024.

Suomen riski sähköpulaan kasvaa

ENTSO-E ERAA 2024: Loss of Load Expectancy (LOLE) kasvussa 4 h/v v.2024 ja 6.5 h/v v. 2030

- CHP-tuotannon poistuma
- Kaukolämmön, liikenteen ja teollisuuden sähköistyminen
- Tuuli- ja aurinkosähkön kasvu, mutta tuotannon sääriippuvuus

A!



Colour Legend

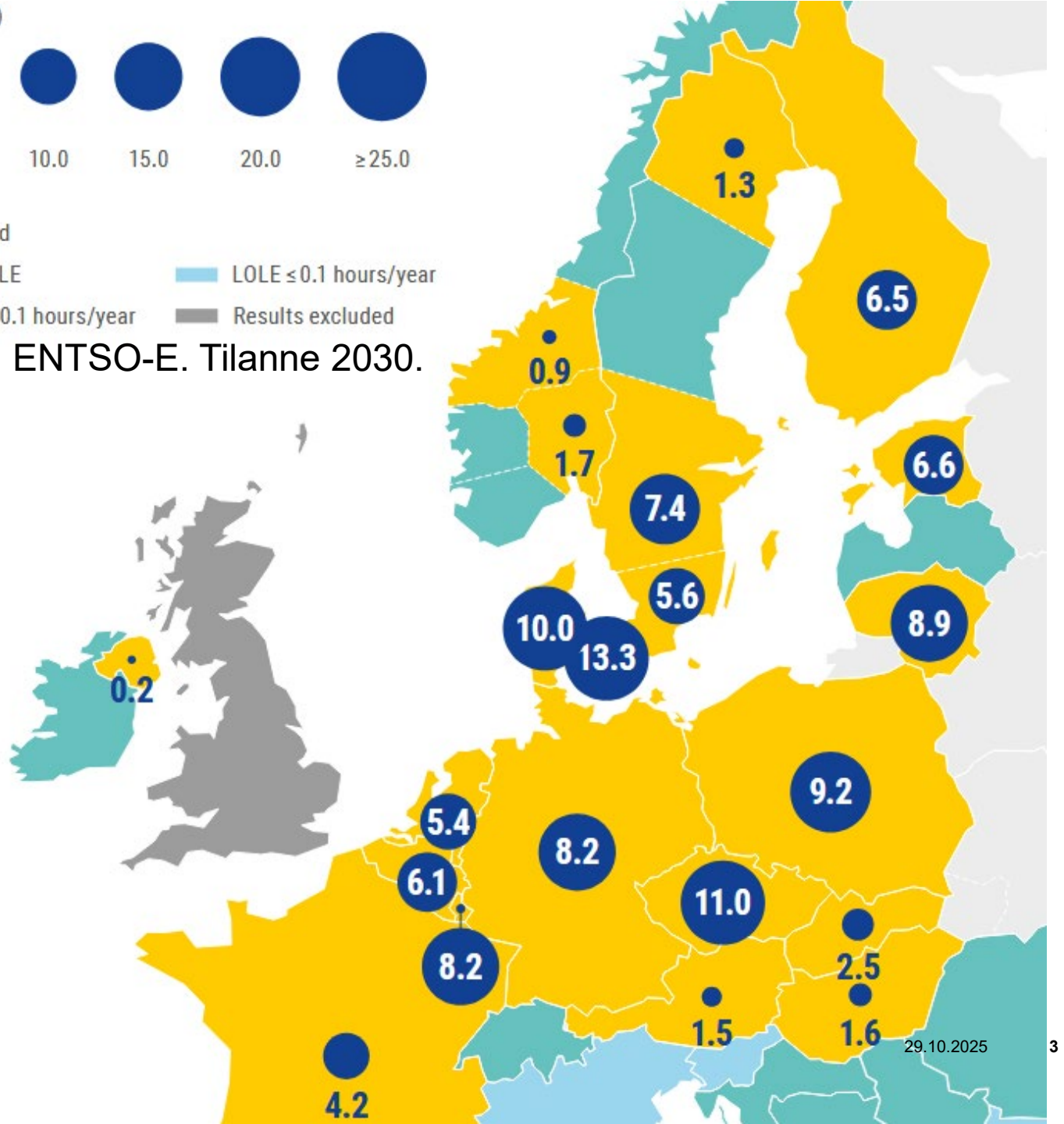
Null LOLE

LOLE ≤ 0.1 hours/year

LOLE > 0.1 hours/year

Results excluded

ENTSO-E. Tilanne 2030.



Aiempaa Aallon työtä: Koivunen & Syri (2024)

<https://doi.org/10.3390/en17235928>

- Mallinnettu Plexos-mallilla vuoden 2030 tilannetta
- Aallon malli kattaa Pohjoismaat ja Baltian maat
- Mallinnuksessa käytetään 35 todellista säävuotta (tuuli, aurinko, vesivoima, kysyntä)
- Tässä oletettiin 26 GW tuulta ja 11 GW aurinkosähköä v. 2030
- Miten järjestelmä kestäisi suurimman yksikön vikaantumisen?

A!

Työn rahoittaja: Suomen akatemian RealSolar-hanke.



Article

Analysis of Severe Scarcity Situations in Finland's Low Carbon Electricity System Until 2030

Tero Koivunen and Sanna Syri * 

Department of Energy and Mechanical Engineering, School of Engineering, Aalto University, 02150 Espoo, Finland; tero.koivunen@aalto.fi

* Correspondence: sanna.syri@aalto.fi

Abstract: This paper presents PLEXOS modelling of the Nordic and Baltic low-carbon electricity market until 2030, using a total of 35 different weather years' (1982–2016) ERAA profiles as inputs for the modelling and focusing on the occurrence of severe electricity scarcity situations in Finland, analyzing their duration and depth. The expected development of generation and demand is modelled based on available authoritative sources, such as ENTSO-E TYNDP and national projections. The present amount of nuclear power in Finland and growing amounts of wind and solar generation across the Nordic electricity system are modelled. This study analyzes scarcity situations by calculating residual loads and the expected electricity spot market prices assuming the different weather years with the generation fleet and demand in 2024 and 2030 scenarios. This study finds that, despite the very significantly growing amount of variable renewable generation (42.5 TWh/a increase in wind generation from 2024 to 2030 in Finland only), the frequency and severity of scarcity situations will increase from 2024 to 2030. The main reasons are the retirement of Combined Heat and Power plants and the transition to more electrified district heating in Finland and the expected demand growth. The findings indicate that without further measures Finland is not sufficiently prepared for cold winter periods with high heating and electricity demand and events of serious scarcity can occur.

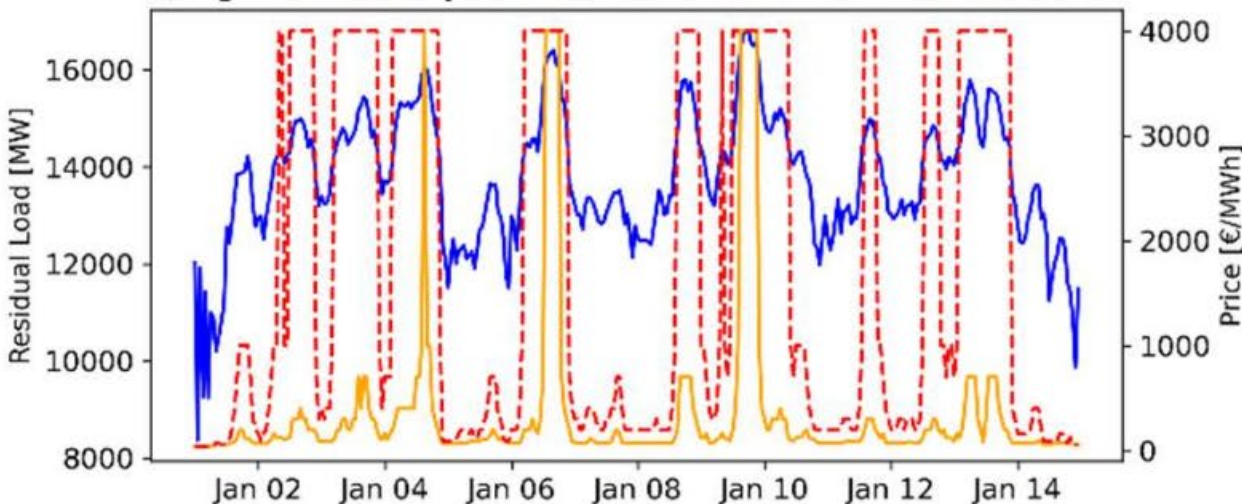
Keywords: electricity market; electrification; Nordic area; peak demand; residual load; winter

Millaisia ovat hankalat talvitilanteet vuonna 2030?

FI H25%: Residual load and prices

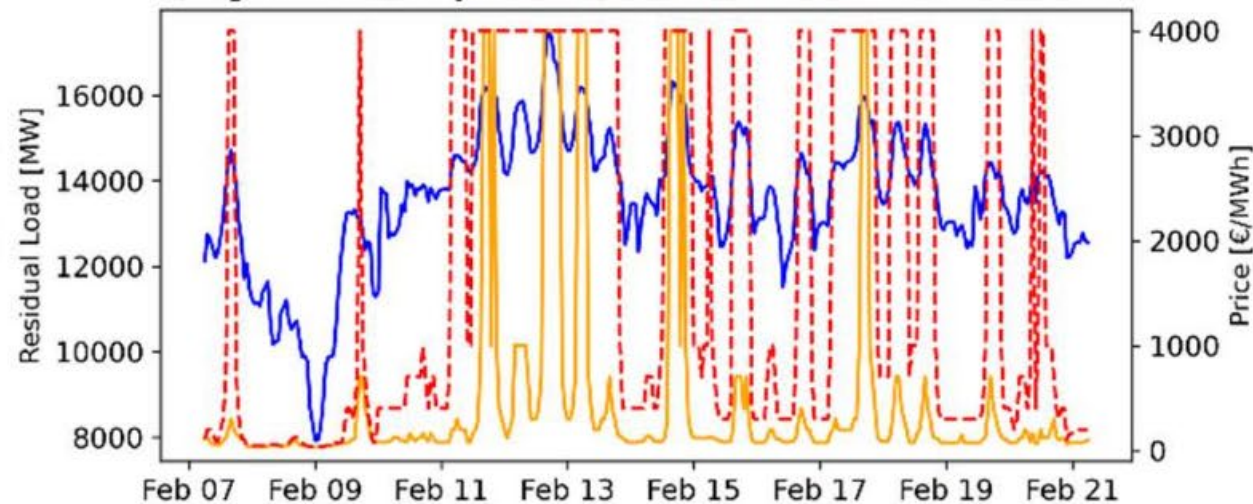
— Residual Load — Price - - - Price w/o Estlink2 and OL3

a) High EV: Weather year 1987, Start: 2029-12-31 - End: 2030-01-14



Keskihinta 349 €/MWh (perustilanne)

b) High EV: Weather year 2011, Start: 2030-02-07 - End: 2030-02-21



Keskihinta 463 €/MWh (perustilanne)

Yleensä tammi-helmikuussa, tässä kaksi hankalinta säävuotta 1987 ja 2011.

Kuvissa kapasiteetti loppuu, vaikka kaikki laitokset ja siirtoyhteydet toimisivat. (4000 €/MWh tarkoittaa kapasiteetin loppumista)

Tässä työssä CHP:ta yhteensä 4150 MW ja kuvissa 25% sähköautoista lataa optimaalisesti. Tuulivoimaa 13 GW ja aurinkosähköä 3 GW.

A!

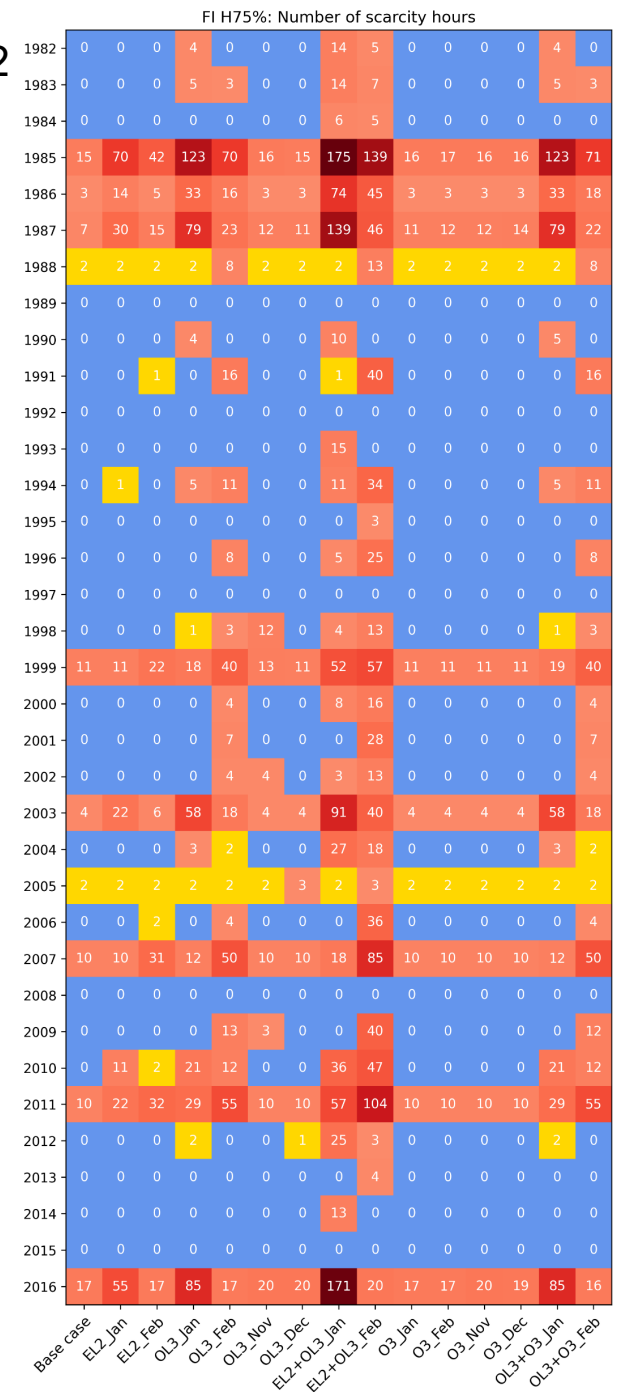
Esimerkki v. 2030 sähköpulatuntien määrästä

- Oletettu 925 000 sähköautoa, joista 25%- 75% lataa optimoiden halvimpiin tunteihin ja loput iltaisin
- Mallinnuksessa oletetaan kysyntäjoustoa kaikelle kulutukselle max 10%, aktivoituu portaittain hinnan mukaan.
- Oletettu tuulivoimaa 13 GW ja aurinkosähköä 3 GW, CHP:ta 4,1 GW (sisältää teollisuuden)
- Lisäksi oletettu yllättäviä vikaantumisia ydinvoimalaan tai Estlink2-siirtoyhteyteen (vasen sarake: kaikki toimii)

A!

Lähde: Malmipuro, Syri et al., lähetetty journaliin.
Suomen akatemian RealSolar-hanke.

Säävuosi 1982



Säävuosi 2016

Kaukolämmön tuotannon sähköistyminen

- Iiro Mikolan diplomityö kevät 2025: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-202505203932>
- Työ toteutettiin Plexos-sähkömarkkinamallilla.
- Iiro arvioi että v. 2030 kolmannes Suomen kaukolämmöstä tuotetaan sähköllä (sähkökattilat, lämpöpumput).
- Noin 400 – 800 MW CHP:tä vielä poistumassa vuoteen 2030 mennessä?
- Iiron työssä todettiin että CHP-kapasiteetin poistuminen kasvattaa voimakkaasti sähkön riittävyysongelmia haastavina talvina

liron diplomityö: kun CHP-kapasiteetti vähenee, jäljellä olevien kannattavuus voi parantua

Table 14. Capacity factor and capture price of all CHP DH in two recent years and in three simulated scenarios (1, 3-2 & 5) of 2030 during a normal weather year (WY2007)

Year	2021	2023	2030 (1)	2030 (5)	2030 (3-2)
Total CHP DH capacity (MW)	4150	3475	3475	3125	2109
Capacity factor	29 %	21 %	19 %	23 %	30 %
Capture price (€/MWh)	87,14	81,12	83,50	106,41	135,37
Revenue per MW (k€/MW/a)	223	150	144	211	356
Average power price (€/MWh)	72,34	56,47	37,52	49,95	63,13

Laitoksia ajettaisiin vain talvikuukausina, silloin saatava sähkön hinta voi olla korkeakin.

A!

Rahoittaja: Suomen akatemian RealSolar-hanke.

Yhteenveto

- Suomen energiajärjestelmä sähköistyy:
 - Aiempi Suomen sähköautojen tavoite v. 2030 (kaikki ladattavat nyt 295 000) on saavutettu jo nyt.
 - Teollisuus sähköistyy, esim. vihreän vedyn ja vihreän teräksen tuotannon kasvuvauhti Suomessa on kuitenkin epävarmaa.
 - Kaukolämmön tuotannon sähköistyminen jatkuu: hukkalämpöjen hyödyntäminen ja sähkökattilat. Yhdessä lämpövarastojen kanssa pikemmin tukee kuin haittaa sähköjärjestelmää JOS CHP-tuotantoa pidetään yllä.
 - Jäljellä olevien CHP-laitosten kannattavuus voi jopa parantua? Mutta vuosittainen vaihtelu sähkömarkkinalla lienee suurta?
 - Mutta biomassan hinta säilynee viime vuosien tasolla?