

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Tekoäly, joka korvaa kaukolämmön tuotannon huipputehoa

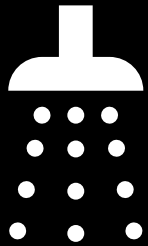
Jukka Aho

Head of Global Key Accounts and Business Development in Danfoss Leanheat® Software Suite & Services

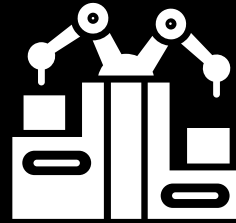




Suihkukone



Suihku



Kone

Pettämätöntä logiikkaa

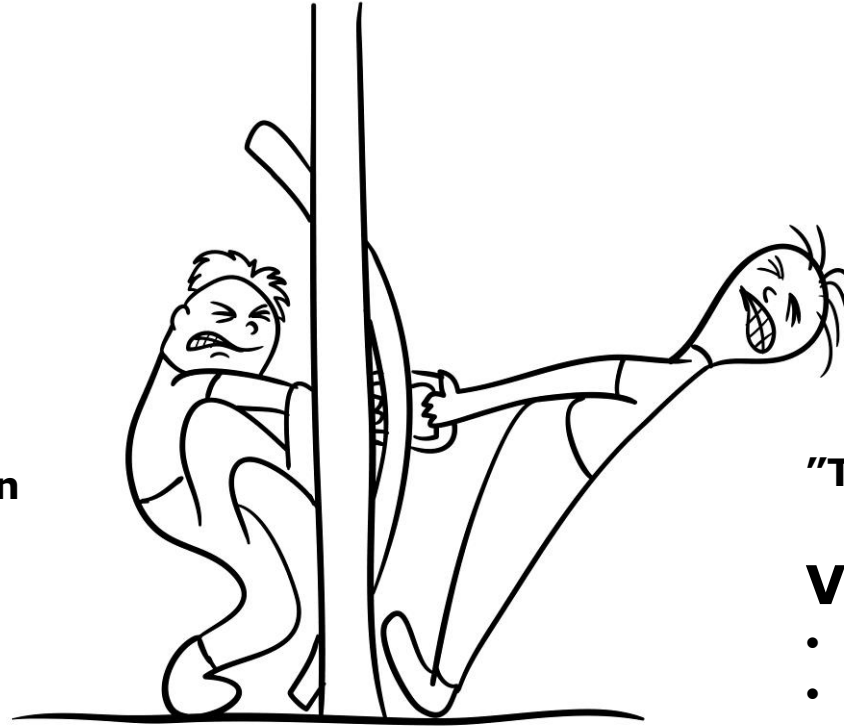




End-to-End logistiikassa

JIT
Just In Time

PUSH VS PULL



“Tehtään varmuuden vuoksi niin paljon kun pystytään”

Valmistus varastoon

- Tuotanto on arvioitua
- Perustuu kysynnän ennustamiseen
- Korkeat varastot
- Aiheuttaa hukkaa

“Tehtään vain kun tarvetta”

Valmistus tilauksesta

- Tuotanto on tarkkaa
- Perustuu todelliseen kysyntään
- Matalat varastot
- Alhaisempi hukka

An aerial photograph of a city, likely Copenhagen, showing a mix of modern and traditional architecture. In the foreground, several multi-story apartment buildings with white facades and green roofs are visible. A prominent yellow building stands out among them. In the background, a river flows through the city, with a large ship docked at a pier. The sky is blue with scattered white clouds.

Kuvittele miltä kaukolämpö näyttäisi jos se toimitettaisiin kuin paketti Amazonilta?

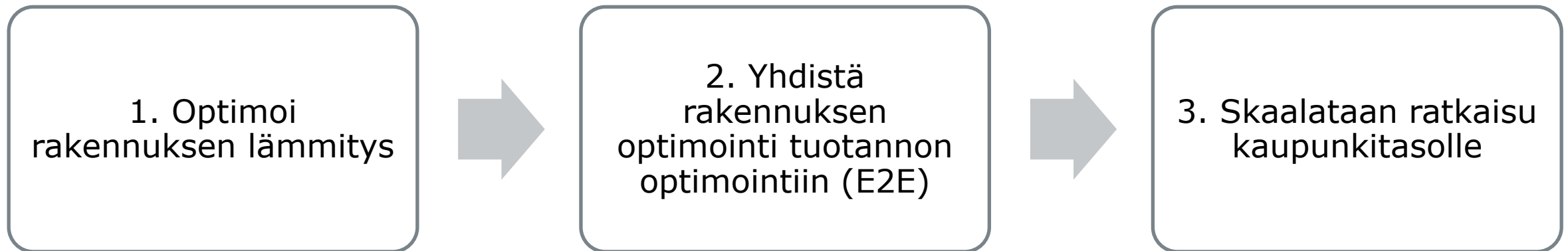


Päästä päähän optimoitu lämmitys

Asiakastarve → optimoitu rakennuksen lämmitys → optimoitu lämpöverkko
... Ja toiseen suuntaan tarvittaessa

End-to-end optimointi

Kolmella askeleella optimoituja kaukolämpöä



Miksi tehdä E2E-optimointia?

Merkittävät säästöt, nopea takaisinmaksuaika (<4 vuotta)



Alemmat pääomakustannukset (CAPEX) – pienempi piikkituotannon tarve

Alemmat juoksevat kustannukset (OPEX) - tehokkaampi tuotanto, tehokkaammat prosessit

Kasvata liikevaihtoa / palvelun laatua lisäpalveluilla asiakkaalle

1. Optimioi rakennusten lämmitys – **Kuinka se tehdään?** **Aloitetaan etäyhteystä säätimeen.**



1. Optimoi rakennukset – Kuinka se toimii?

Perinteinen lämmityksen säätö

Manuaalinen **avoimen silmukan säätö**, perustuen mm.

- Ulkolämpötilaan
- Käsiasäätöihin
- Arvauksiin
- ...



- ✗ Epätarkka
- ✗ Säätökäyriä ylläpidettävä ihmisvoimin
- ✗ Epätasaiset sisäolosuhteet
- ✗ Ylilämmitystä ja energiahukkaa

Leanheat-säätö

Automaattinen **suljetun silmukan mallipohjainen ennustava säätö**, perustuen:

- Sisäolosuhteisiin
- Sääennusteeseen
- Rakennuksen termodynamiikkaan
- Käyttäjien käyttäytymiseen

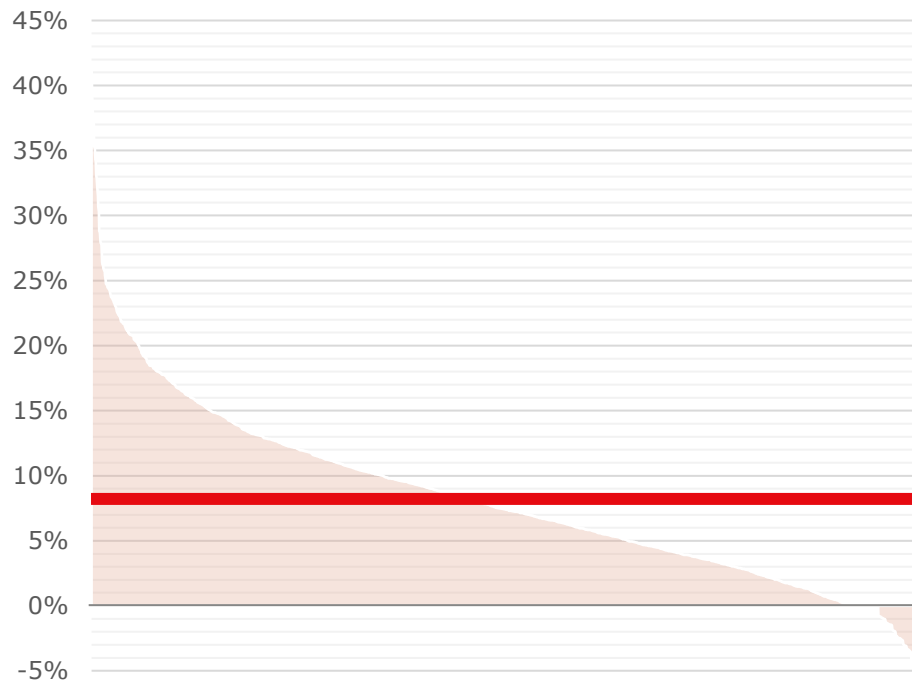


- ✓ Ennustepohjainen
- ✓ Itseoppiva
- ✓ Täysin automaattinen
- ✓ Tasaiset sisäolosuhteet
- ✓ Energiatehokkuus
- ✓ Piikkitehon optimointi

1. Optimoi rakennusten lämmitys- **OPEX hyöty**

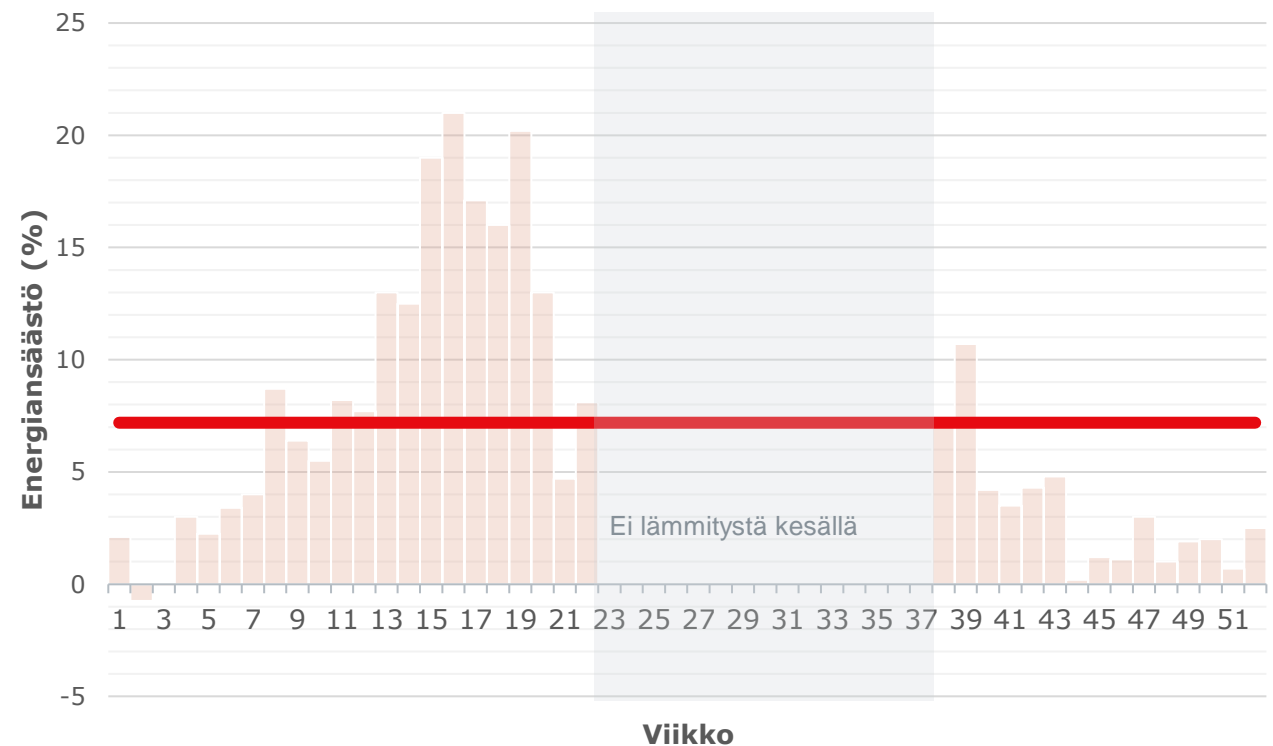
Säästä **7% of energiasta** samalla ylläpitäen hyvät olosuhteet

Normeerattu energiansäästö vuodessa (100 000 asuntoa)



Viikkokohtaiset säästöt energiankulutuksessa

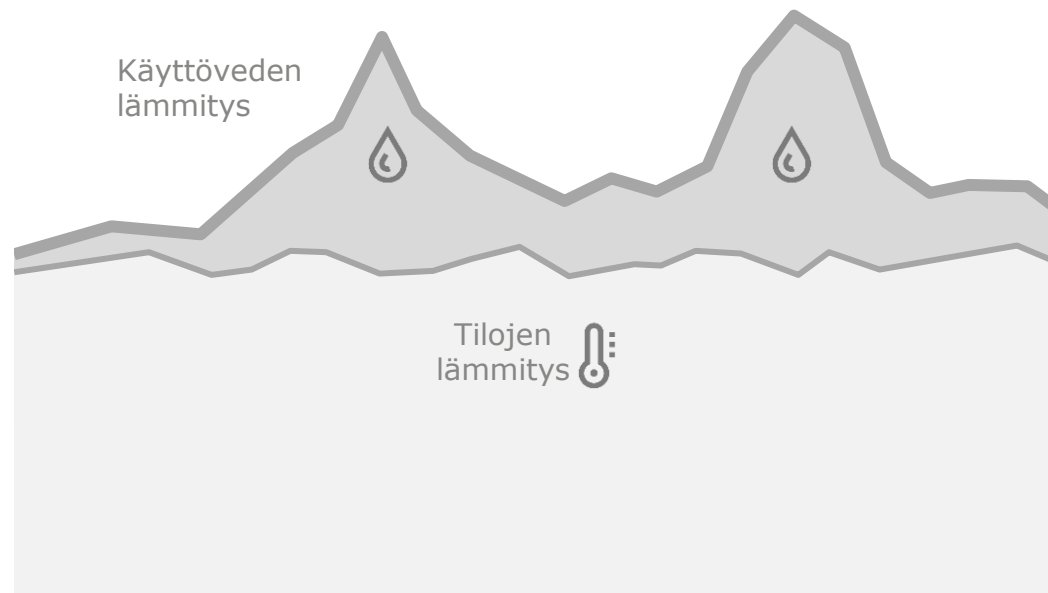
Vuotuinen keskiarvo **7.2%**



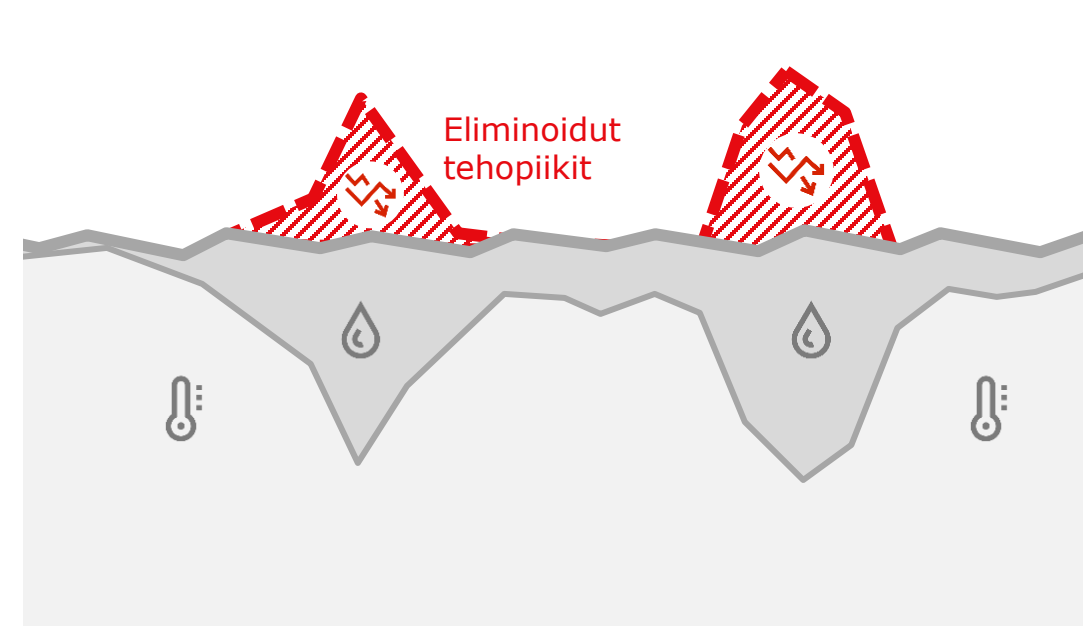
1. Optimoi rakennusten lämmitys- **OPEX hyöty**

Piikkitehon tarve alas 20%

KYLMIN VUOROKAUSI, TUNTITEHOT
PERINTEINEN SÄÄTÖ

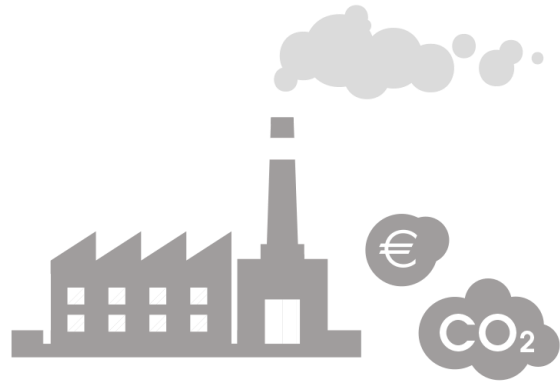


KYLMIN VUOROKAUSI, TUNTITEHOT
LEANHEAT SÄÄTÖ



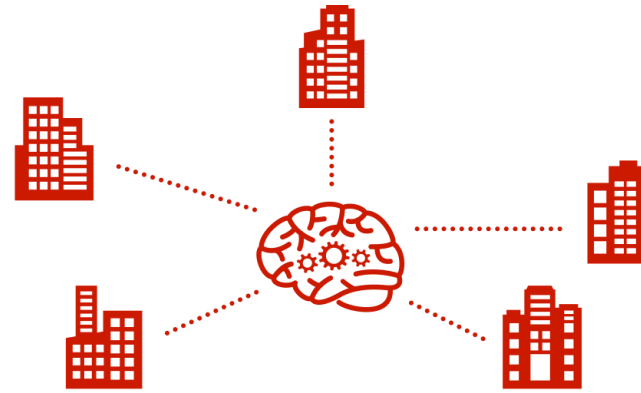
1. Optimoi rakennusten lämmitys – CAPEX-hyödyt

Poltaakko lisää vai laskea piikkikulutusta?



1 MW huipputehoa

- >400 kEur / MW
- Kasvaneet päästöt

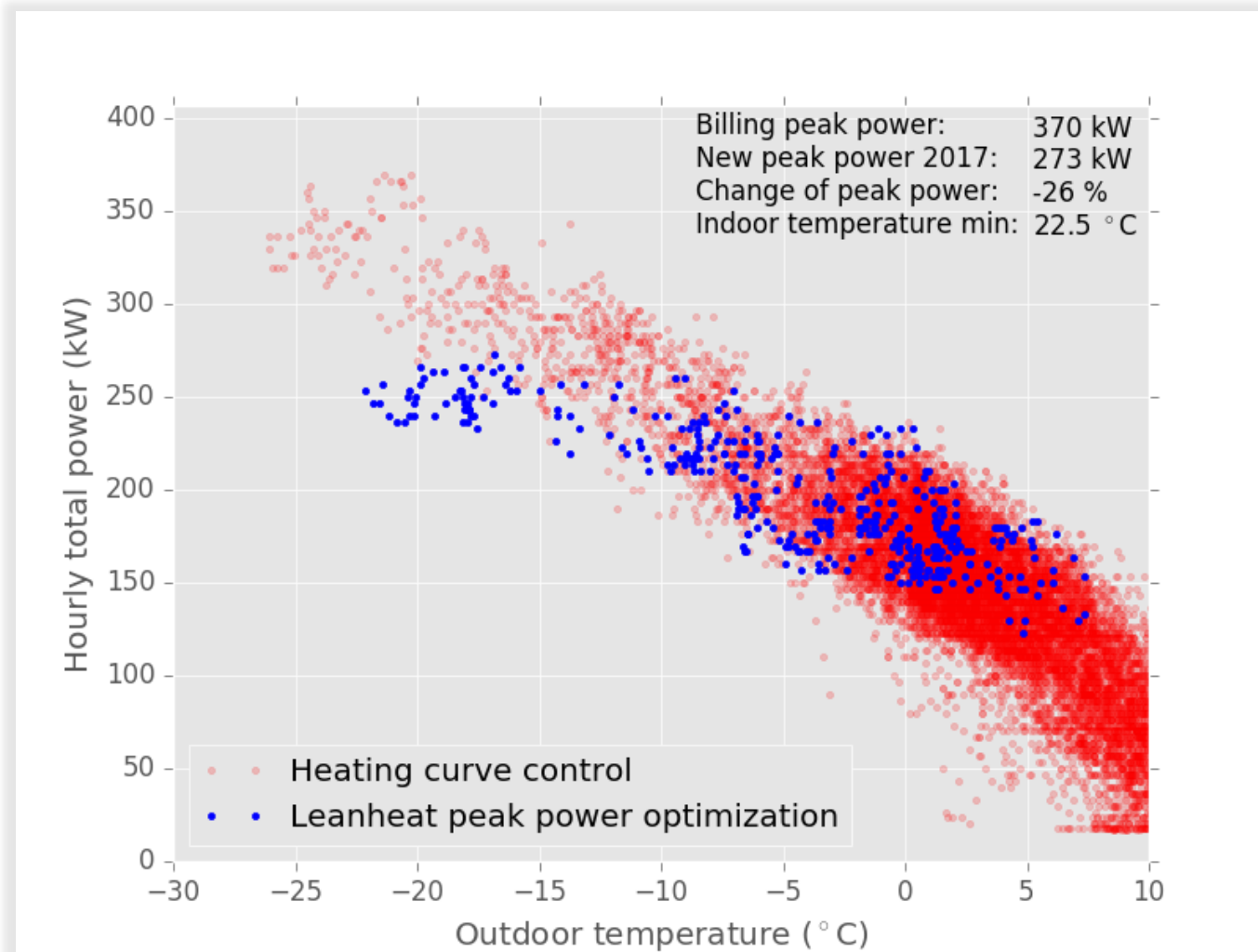


1 MW Leanheat-kapasiteettia

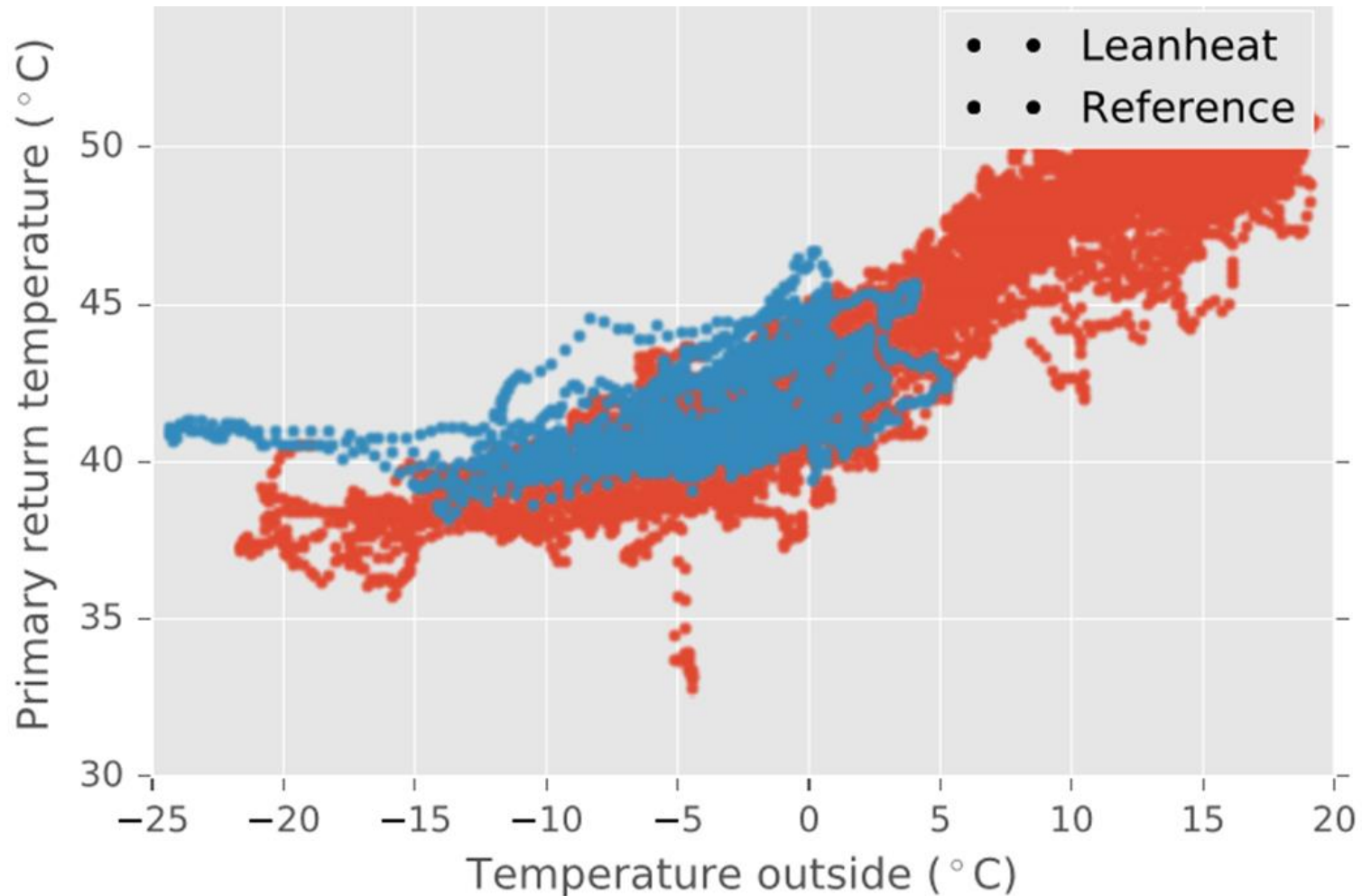
- + 100 kEur / MW
- + Lisäksi energiansäästö / muita hyötyjä
- + Kustannusten jako asiakkaan kanssa

NETTOINVESTOINTI
>75% EDULLISEMPI

Esimerkki piikkitehon leikkauksesta



1. Optimoi rakennusten lämmitys- **OPEX hyöty** **Jäähdytä paluulämpötiloja 2-4 °C**



Case #1 : Venttiili hajoaa



Problems with the valve

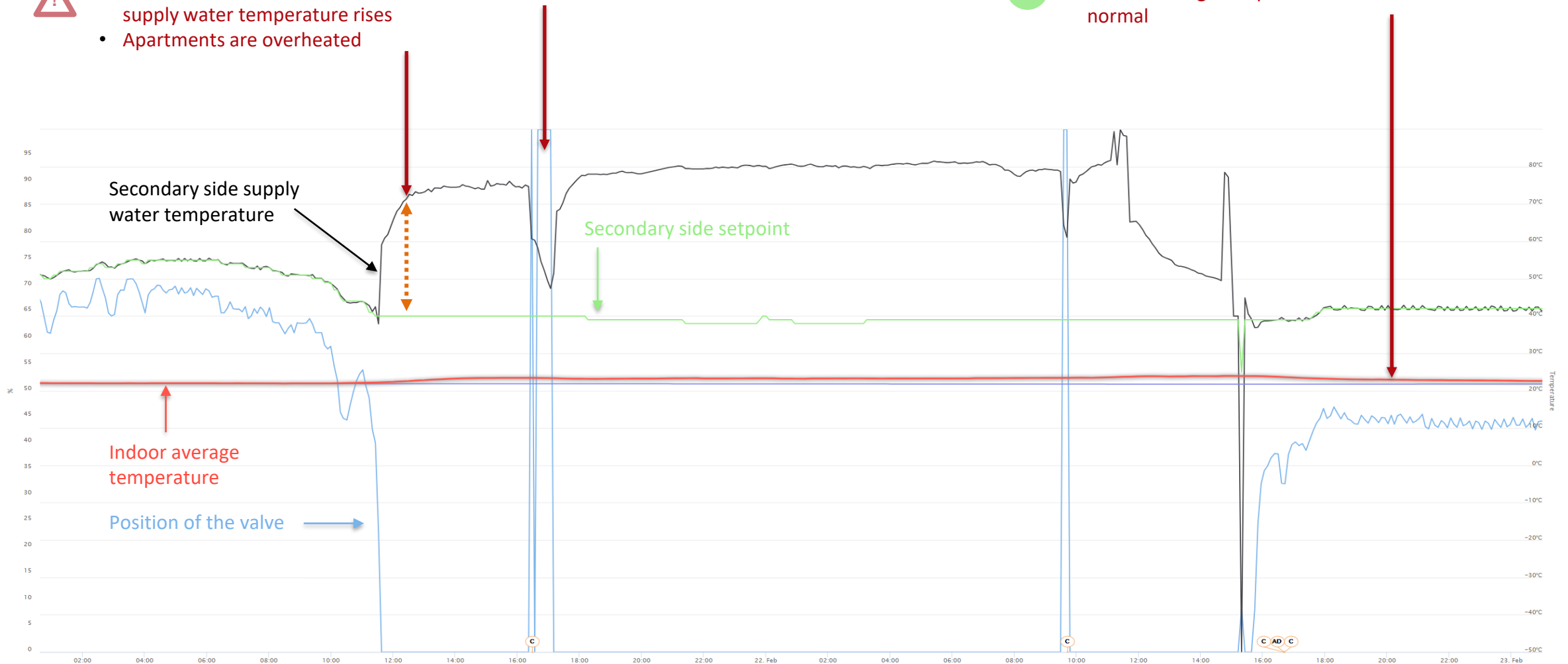
- Valve is fully closed but secondary side supply water temperature rises
- Apartments are overheated

Remote testing of the valve doesn't help, need for closer investigating



The new valve actuator has been replaced

- Indoor average temperature returns to normal



Case #2 : Venttiili oskilloi



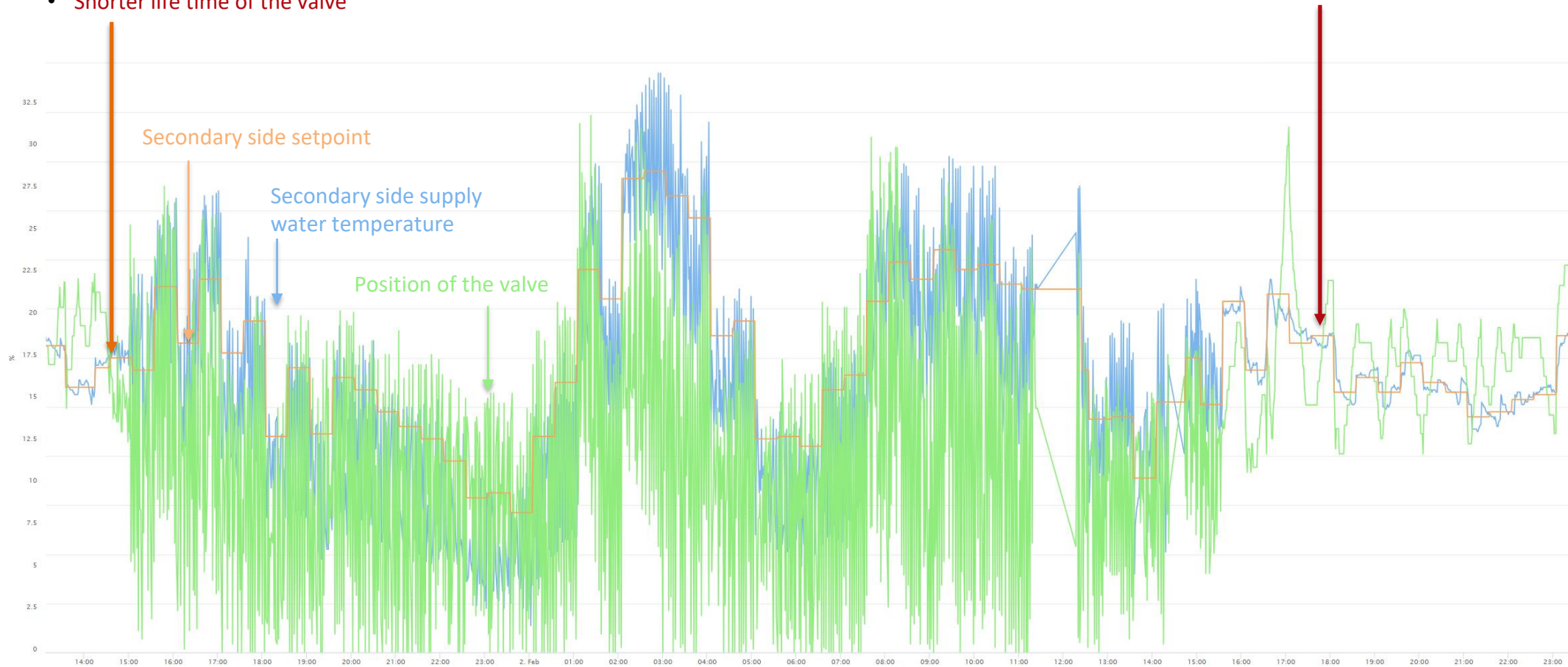
Problems with the valve

- Valve starts to oscillate
- Inaccurate control
- Shorter life time of the valve



PID-parameters of the valve have been tuned

- Improved control
- Longer lifetime of the valve



Case #3 : Hajonnut pumppu

Pump stops

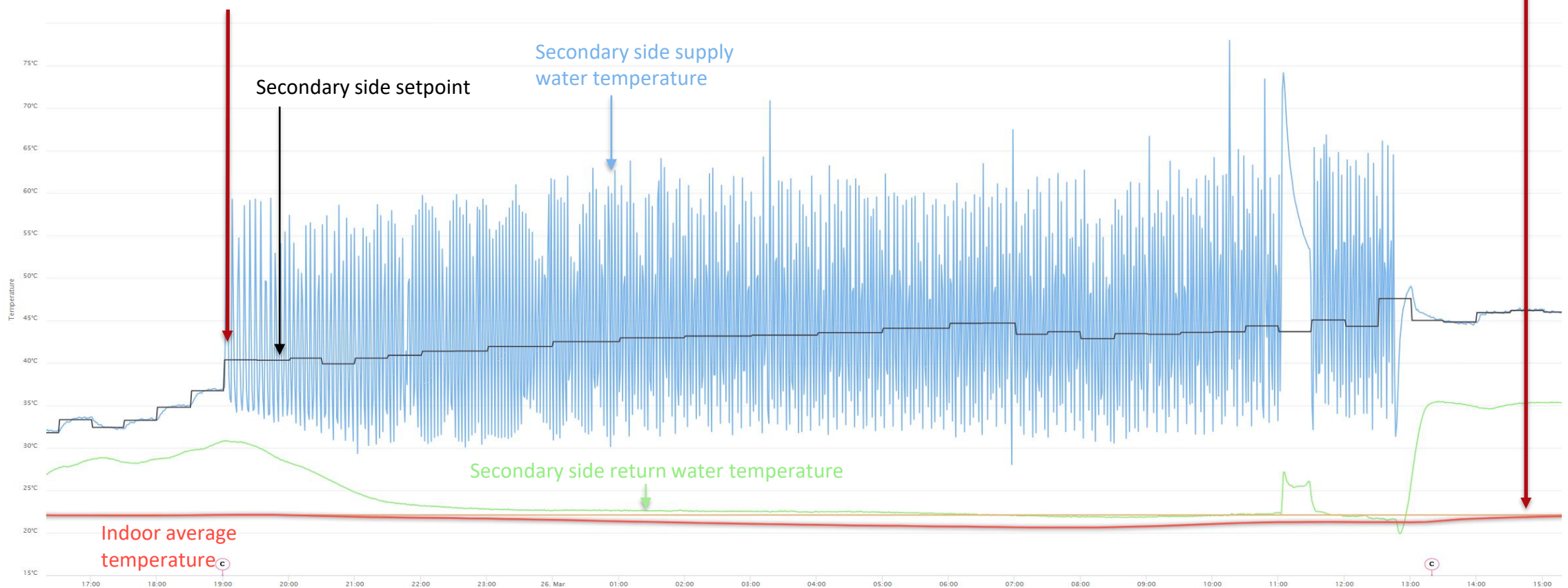


- Secondary side supply water temperature starts to oscillate
- Indoor average temperature starts to drop
- Secondary side return water temperature starts to drop



The new pump has been replaced

- Secondary side supply water temperature follows the control
- Indoor average temperature returns to normal



Case #4 : Venttiili ei sulkeudu kokonaan

Problems with the valve

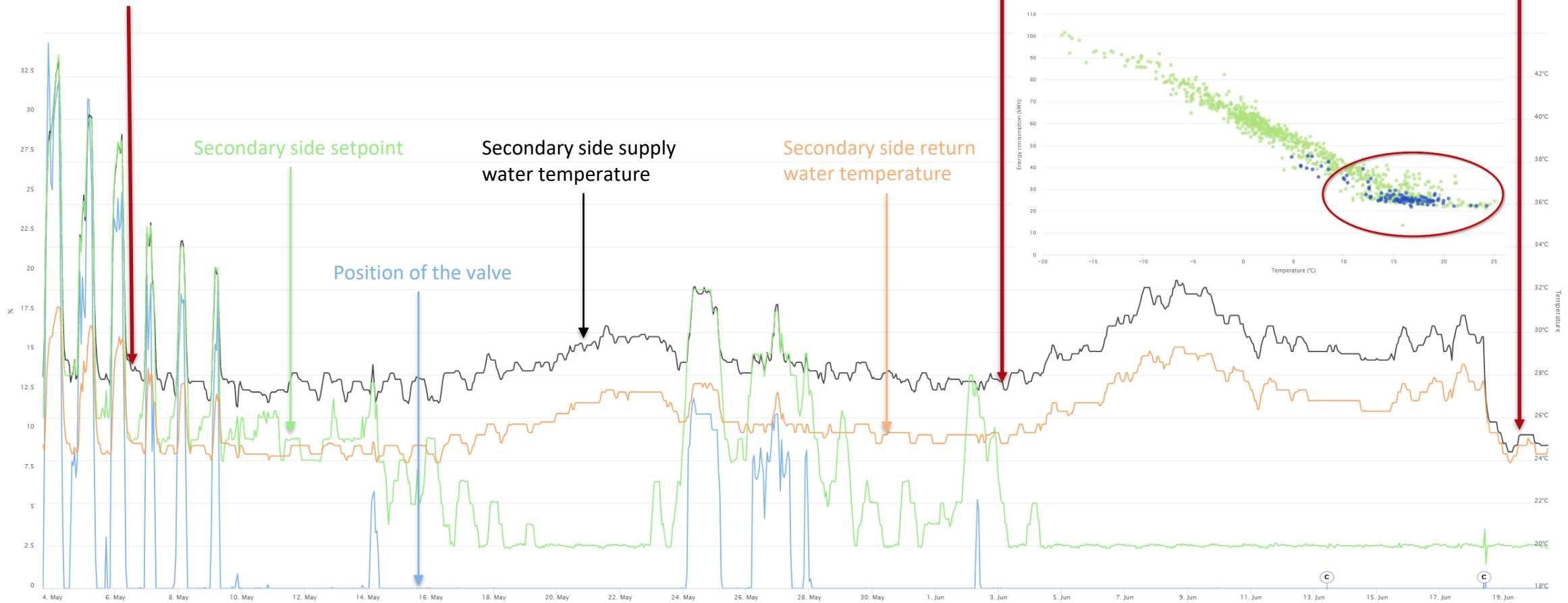
- Secondary side supply water temperature doesn't follow the setpoint
- causes unnecessary heating

Summertime, no need for heating

- Position of the valve is fully closed but temperature difference between secondary side supply and return water temperature remains the same

The new valve has been replaced, no unnecessary heating during summer period

- Better indoor conditions
- Lower energy consumption



Case #5 : Kesäsulku jäänyt kiinni

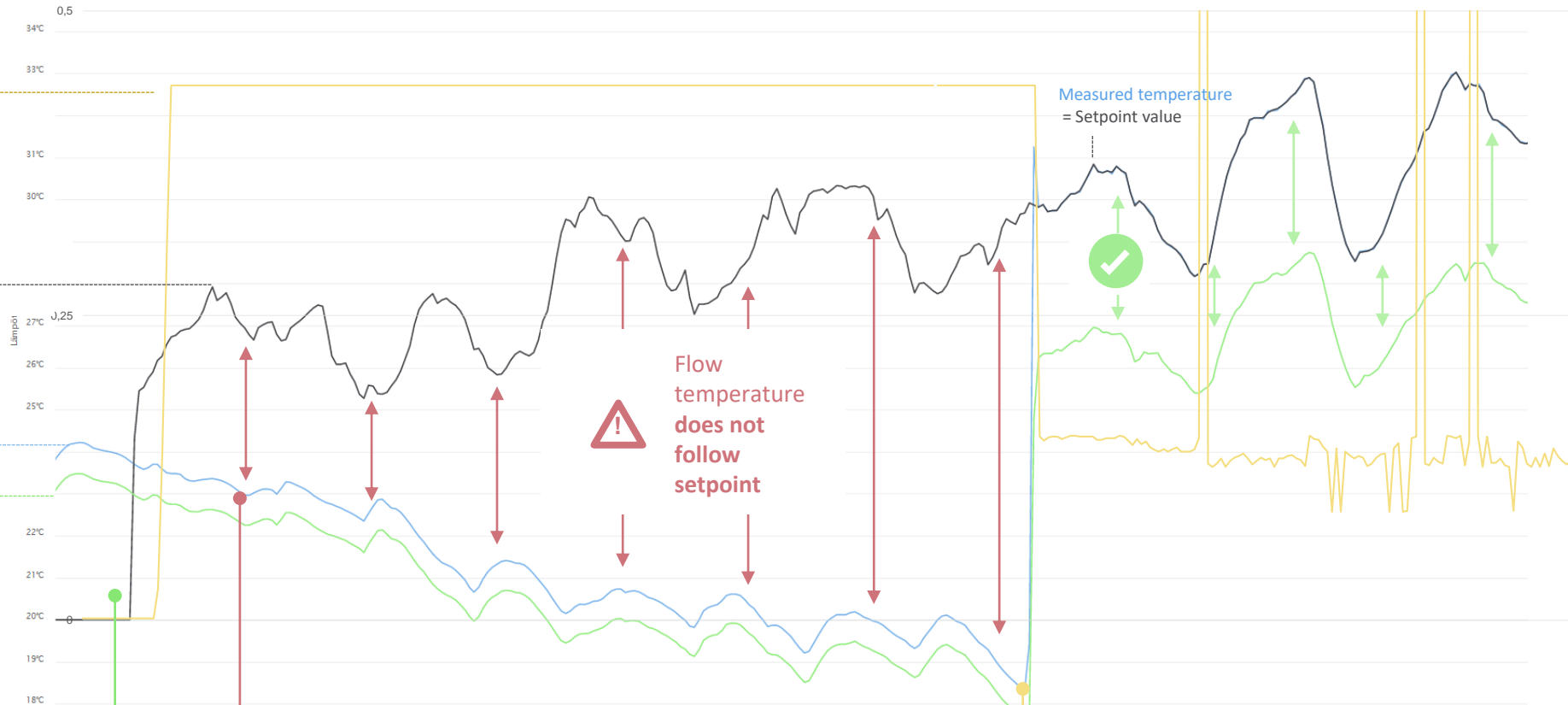
Secondary side:

Control valve,
voltage

Flow in,
setpoint temperature

Flow in,
measured temperature

Flow out,
measured temperature



Leanheat AI detects the increased need for heating and increases the setpoint. Heating season begins.



Alarm is raised about mismatch between setpoint and measured flow temperature.



Alarm is investigated and maintenance is informed about the issue.



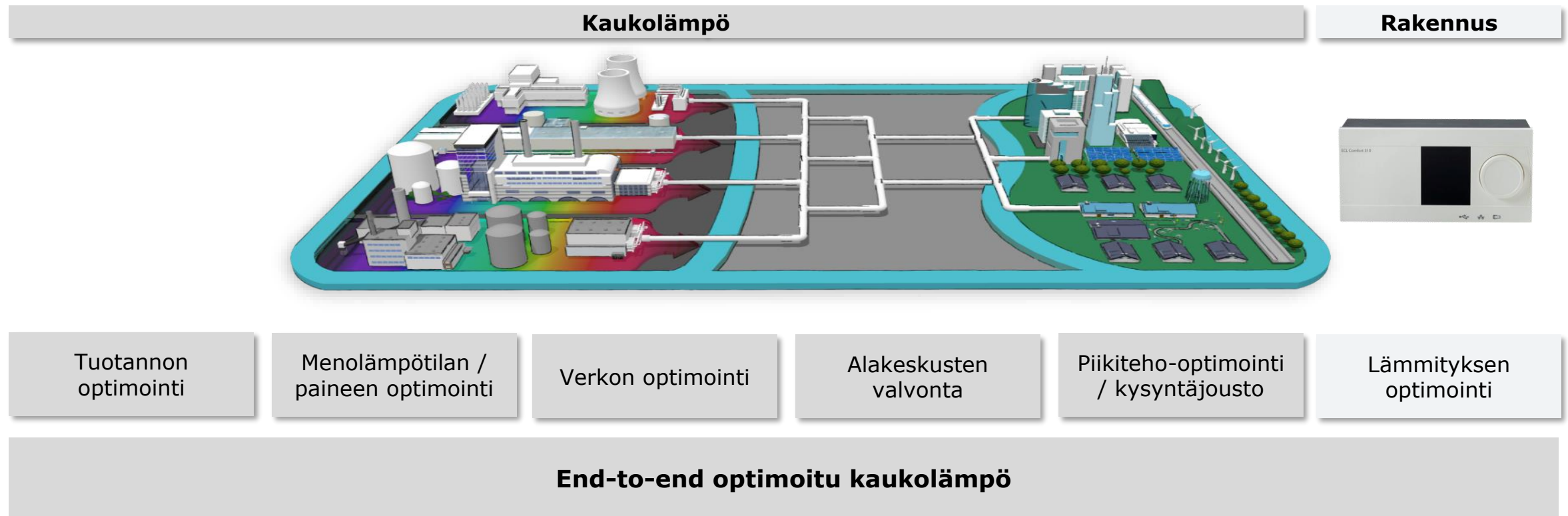
Maintenance visits the site and opens the closed stop valves.



Heat is supplied to the apartments. Site under special attention to ensure that conditions are normalized within reasonable time.

2. E2E optimointi – Kuinka se tehdään?

Yhdistä rakennusten optimointi verkon optimointiin



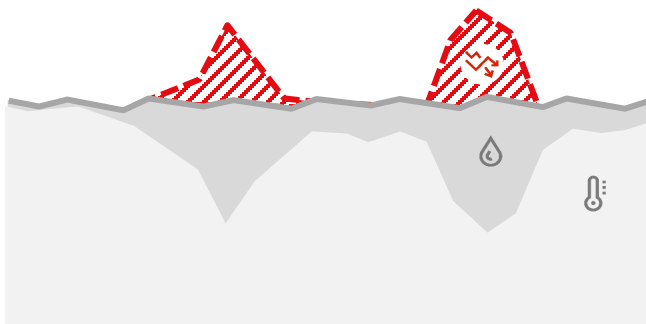
2. E2E optiminti – Kuinka se toimii?

Kevyt implementaatio



Scale: 41 rakennusta
(1077 asuntoa)

Method: Paikallinen piikkitehon optimointi

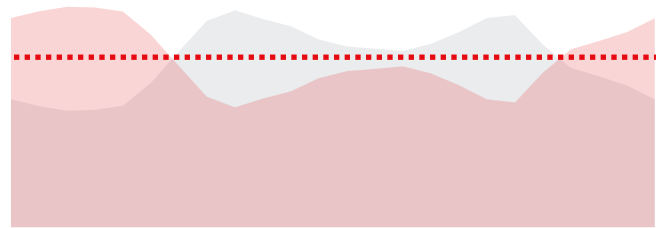


Kevyt implementaatio



Laajuus: 50 rakennusta
(1600 asuntoa)

Metodi: Verkon kuorman tasaaminen



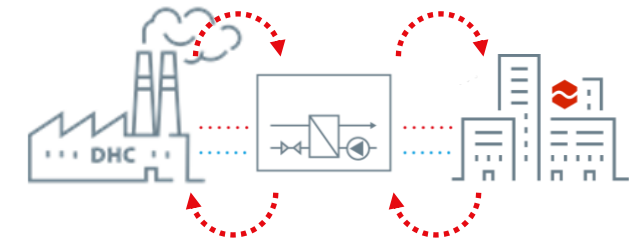
Täysi implementointi



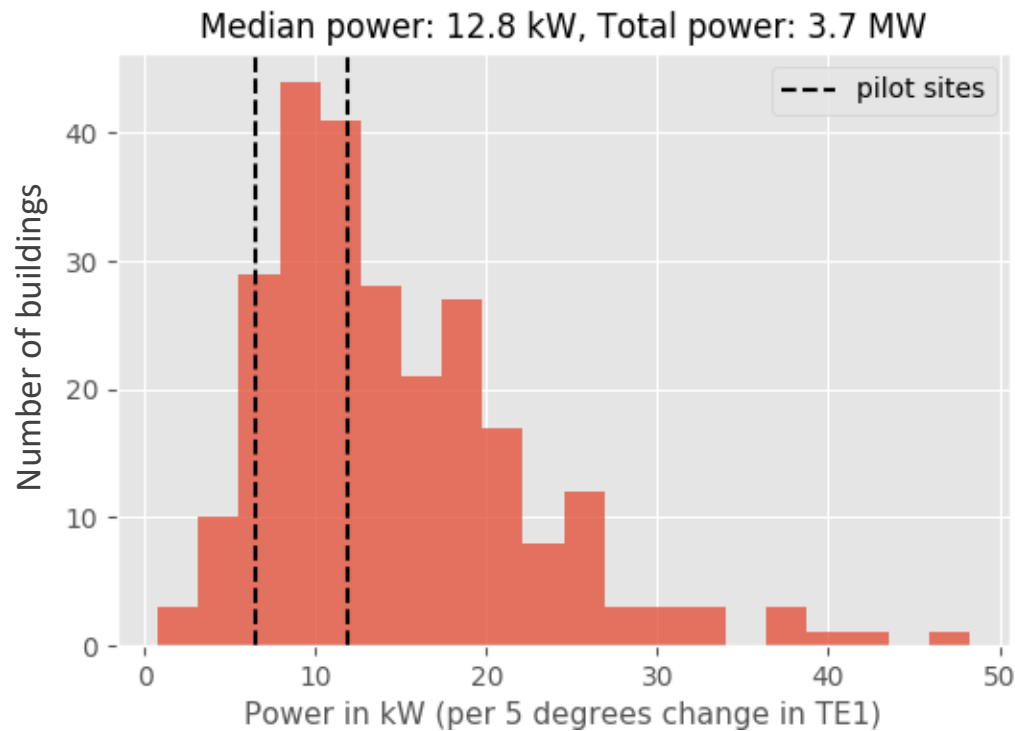
Laajuus: 500 rakennusta
(20 000 asuntoa)

Metodi: Jatkuva E2E optimointi,
Fortumin omalla optimointialustalla.

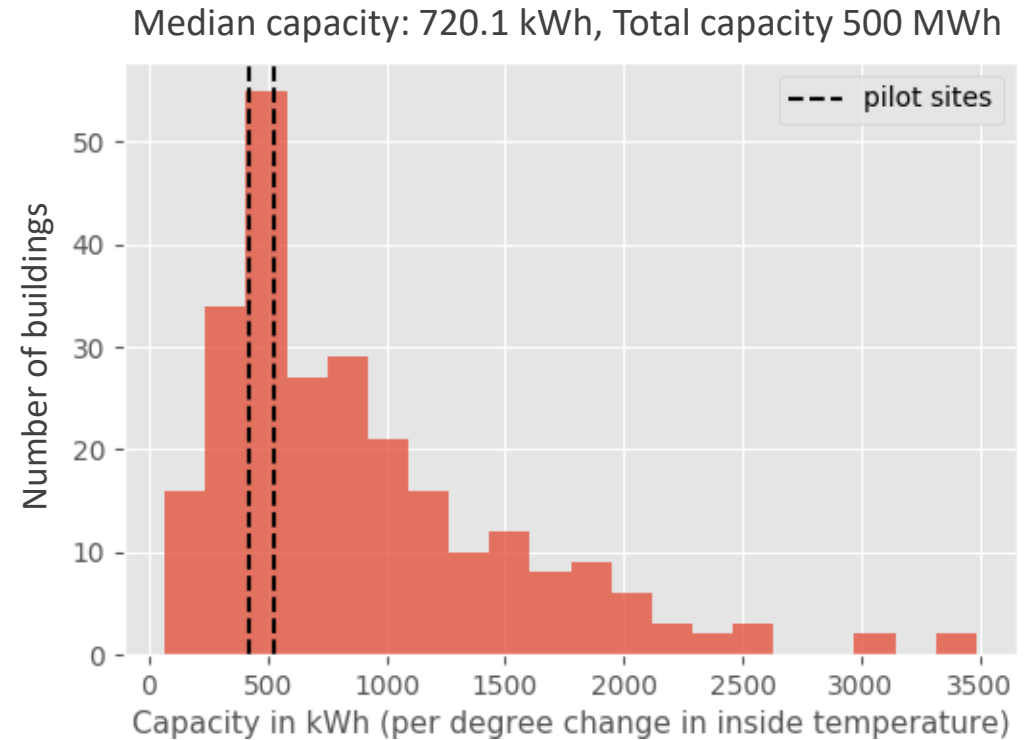
Leanheat optimointi osassa
koko rakennuskantaa.



2. E2E optimointi – Mikä hyöty?



5 MW lataus/purkuteho



500 MWh lyhytkestoinen akku

per 250 kerrostaloa

An aerial photograph of a city, likely Copenhagen, showing a mix of modern and traditional architecture. In the foreground, several multi-story apartment buildings with white facades and green roofs are visible. A prominent yellow building stands out among them. In the background, a river flows through the city, with a large ship docked at a pier. The sky is blue with scattered white clouds.

Kuvittele miltä kaukolämpö näyttäisi jos se toimitettaisiin kuin paketti Amazonilta?





**ENGINEERING
TOMORROW**

