

# Keski-Pohjanmaan keskussairaala

Energiatehokkuuskartoitus (sis. RAU-kartoituksen)

Eerik Mäkitalo / Joakim Wargh

17.12.2021





# Sisältö

- Toimeksianto
- Energiatehokkuustoimenpide-ehdotukset (sis. nykytilan kuvauksen)
- Rakennusautomaatiokartoituksen toimenpide-ehdotukset
- Liitteet
  - Liite 1 - K-PSHP keskuss. – energiatehokkuustoimenpiteet (HUOM. Täällä esitetty tarkemmin energiansäästöt)
  - Liite 2 - K-PSHP keskuss. – aurinkopaneelipotentiali
  - Liitteet 3...19 - K-PSHP keskuss. – rakennusautomaatiokartoitukset rakennuksittain

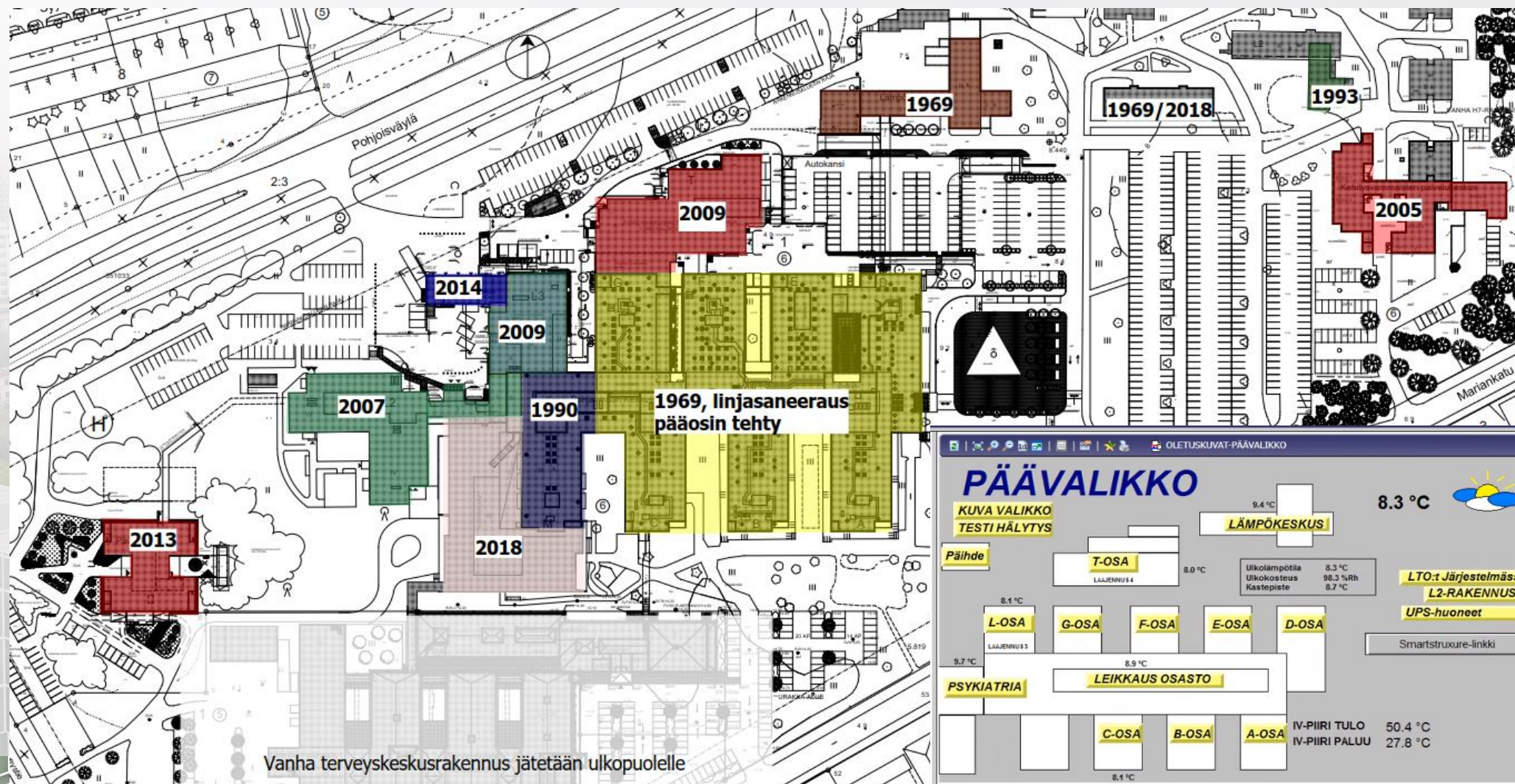


# Toimeksianto

- **Tilaaaja:** Pekka Nevanperä, Keski-Pohjanmaan sosiaali- ja terveystalvvelukuntayhtymä / SOITE, etunimi.sukunimi@soite.fi
- **Konsultin yhteyshenkilö:** Eerik Mäkitalo, Sweco (Talotekniikan toimiala), etunimi.sukunimi@sweco.fi
- **Kohde:** Keski-Pohjanmaan keskussairaala, Mariankatu 20, 67200 Kokkola
- **Toimeksianto:** Energiatvhokkuuskartoitus (sis. rakennusautomaatiokartoituksen)
- **Projektiryhmä, Sweco:**
  - Energia: Eerik Mäkitalo, Jami Hautala, Jussi Maanonen ja Kalle Pitkämäki
  - Rakennusautomaatio: Joakim Wargh, Mikael Bexar
- **Tilaaajan puolelta on osallistunut, SOITE:**
  - Pekka Nevanperä
  - Toni Rukkila
  - kiinteistönhoitajia



# Tarkasteltava alue (rakennusvuosilla merkityt)





# Toimeksiannon sisältö

Toteutettava energiatehokkuuskartoitus Keski-Pohjanmaan keskussairaalalle, missä kartoitetaan kohdekäynneillä kohteessa potentiaaliset energiatehokkuustoimenpiteet sisältäen teknisen toteutettavuuden, investointikustannuksen, energiansäästön (kaukolämpö ja sähkö eriteltynä MWh/vuosi), suoran takaisinmaksuajan ja CO<sub>2</sub>-päästöjen muutoksen. Lisäksi on laskettava saata-  
vissa olevat energiatuet ja niiden vaikutus investointikustannuksiin.

Laskennan lähtötiedot ja oletukset on esitettävä läpinäkyvästi. Laskennassa on huomioitava kyseisen sairaalan osalta, että sillä on jäljellä teknistä käyttöikää noin 20 vuotta.

Energiatehokkuuskartoituksen oleellinen osa on myös nykyisen järjestelmän optimaalisen toiminnan saavuttamiseksi ehdotukset rakennusautomaation parantamiseen ja tehostamiseen. Eli tulisi selvittää nykyisen rakennusautomaatiojärjestelmän toiminta, asetusarvot, mahdolliset puutteet ja tehostamismahdollisuudet. Näille toimenpiteille ei lasketa takaisinmaksuaikaa, mutta lasketaan investointikustannus. Samalla tulisi tarkastella nykyisten verkostojen säädettävyyttä näkyviltä osin (linjansäätöventtiili, säätöpellit...)





# Toimeksiannon sisältö

Alla mainituille lasketaan investointi, energiansäästö, suora TMA ja CO2 muutokset, jos ei ole erikseen muuta mainittu (\*=ei tarve laskea).

## Energian tuotanto

- kaukolämmön tilausvesivirran tarkistaminen
- lauhdelämmön talteenotto nykyisistä vedenjäähdytyskoneista
- ilma-vesilämpöpumput jäähdytyksen/lämmityksen tuotannossa korvaten nykyisiä vedenjäähdytyskoneita, tutkittava myös koneiden yhdistämistä versus nykyistä hajautettua järjestelmää kannattavuuden suhteen
  - malli, joka lämmittää tai jäähdyttää
  - malli, joka voi samaan aikaan lämmittää, jäähdyttää ja ottaa lauhdelämpöä talteen

## Valaistus

- sisävalaistus; LED-valaistukseen siirtyminen
  - läsnäolotunnistin (käytävät, sos.tilat...)
- ulkovalaistus; LED-valaistukseen siirtyminen

## Ilmanvaihto

- puhaltimien uusiminen hihnavetoisista suoravetoisiin
- poistoilman lämmöntalteenoton tehostaminen

## Jäteveden lämmöntalteenotto

- vain välinehuollon autoklaavien osalta

## Aurinkopaneelit

- pohjakuorman mukainen mitoitus (max 5 % myyntiin), kattoasennus ainoa mahdollinen vaihtoehto (katon kantavuustarkastelua ei ole tarve huomioida tarjouksessa)

## Muita toimenpide-ehdotuksia\*

- energiamittaukset (keskuksissa kattavasti keskuskohtaisia mittauksia)\*
- nykyisten järjestelmien optimointi\*
  - verkostojen säädettävyys (linjansäätöventtiilit, säätöpellit...)
  - rakennusautomaatio ja sen toiminnan virittäminen (asetusarvot, automaation toiminta, mahdolliset puutteet...)

Voi ehdottaa myös muita toimenpiteitä, joita tarjouspyynnössä ei ole mainittu (näistä ei makseta lisähintaa)



# Toimenpide Potentiaali

- Ennen: Nykytilanteen kuvaus
- Jälkeen: Kuvaus toimenpiteen jälkeen
- Prosessi: Miten laskettu
- Investointi: €
- Sähkönmuutos: MWh/vuosi
- Lämmönmuutos: MWh/vuosi
- Energiakustannusmuutos: €/vuosi
- Takaisinmaksuaika: vuotta
- Kannattavuus: Erinomainen/Hyvä/Kohtalainen/Välttävä
- Energiatuki: Investoinnissa ei tätä ole huomioitu, koska tuen saaminen vaatii Business Finlandin päätöksen ja tukien määrä voi muuttua vuoden 2022 alussa. Arvioitu mahdollista tukea, että onko mahdollinen.
- Huomioitava: Erityishuomioita



# Toimenpide-ehdotukset

- Toimenpide-ehdotukset perustuvat kohdekäyntiin 4.11.2021, RAU-grafiikan ja teknisten dokumenttien tutkimiseen
- Energianhinnat ovat kohteen nykyisiä energianhintoja (sähkön osalta keskimääräinen, pörssisähkö)
- Investoinneissa ei ole huomioitu suunnittelu- ja rakennuttamiskuluja
- Energiansäästöt on laskettu perustuen referenssisäädäntään tuntikulutukseen (Jyväskylä 1980-2010, vuoden ka +3,5°C), käyntiaikoihin/käyttöaikoihin ja vuoden keskimääräisiin hyötysuhteisiin

| Energian hinnat ja päästöt       |                    |           | Kannattavuus |                                  |
|----------------------------------|--------------------|-----------|--------------|----------------------------------|
| Energialaji                      | €/MWh<br>(alv 0 %) | kgCO2/MWh |              |                                  |
| Sähkö                            | 90                 | 96        | Erinomainen  | Takaisinmaksuaika alle 5 vuotta  |
| Kaukolämpö                       | 44                 | 116       | Hyvä         | Takaisinmaksuaika 5...10 vuotta  |
| Kaukojäähdytys (alueelle ei ole) | -                  | -         | Kohtalainen  | Takaisinmaksuaika 10...15 vuotta |
| Vesi (ei toimenpide-ehdotuksia)  | -                  | -         | Välttävä     | Takaisinmaksuaika yli 15 vuotta  |



# Energiatehokkuustoimenpide-ehdotukset Energian tuotanto



# Lämmitys

## Nykytilanne

- Kaukolämpö / Kokkolan energia
  - 8 kaukolämpöliittymää ja 10 lämmönjakohuonetta
  - Lämmönjakokeskukset vuosilta 2007-2018 (Maria-Katariina 2003)
  - Mitoituslämpötilat 70/40°C; Ilmanvaihto, radiaattorit ja kattosäteilijät(vain yksi siipi), sähköisiä lattialämmityksiä märkätiloissa
  - Tekninen käyttöikä on 20...25 vuotta eli suurin osa menee uusiksi 20 vuoden aikana
  - Vastaavien kohteiden perusteella kulutusjakauma-arvio; IV 50 %, käyttövesi 30 % ja tilalämmitys 20 %.

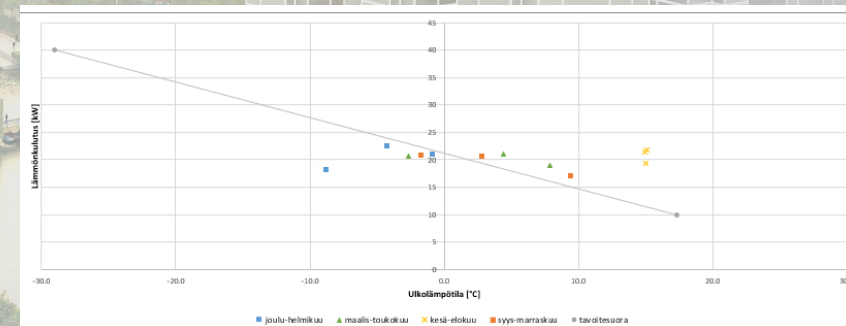
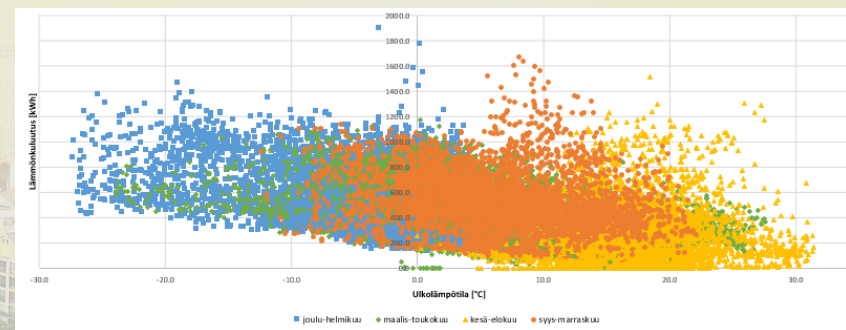
| Rakennusosa            | KÄYTTÖVESI (kW) | TILA (kW)    | IV (kW)      |
|------------------------|-----------------|--------------|--------------|
| MY -siipi              | 340             | 50           | 300          |
| Päihdekeskus portti    | 180             | 50           | 90           |
| Psykiatrinen           | 270             | 230          | 150          |
| Ensiapu (L3)           | 200             | 75           | 475          |
| Laajennus 4 (hallinto) | 170             | 120          | 500          |
| Kantasairaala          | 1 008           | 640          | 2 600        |
| Lämpökeskus            | 57              | 130          | 50           |
| L2 (H4sen alla)        | 200             | 102          | 140          |
| H4 (asuinalue)         | 420             | 450          |              |
| Maria-Katariina        | 195             | 98           | 85           |
| <b>Yhteensä</b>        | <b>3 040</b>    | <b>1 945</b> | <b>4 390</b> |
| <b>TILA+IV</b>         |                 | <b>6 335</b> |              |
| <b>Kaikki yhteensä</b> |                 | <b>9 375</b> |              |



# Lämmitys

## KL-tilausvesivirran tarkistaminen

- **Ennen:** Liittymien tilausvesivirta vaihtelee liittymästä riippuen 150...2 780 kW (2,6...40 m<sup>3</sup>/h), keskiarvo 695 kW.
- **Jälkeen:** Liittymien tilausvesivirta vaihtelee 150...2 500 kW (2,5...36 m<sup>3</sup>/h), keskiarvo 565 kW. Kahta liittymä lukuun ottamatta tilaustehoa/-vesivirtaa mahdollista pienentää.
- **Prosessi:** Tarkastelu on tehty Energiaviraston ohjeiden mukaisesti (regressiosuora perustuen päiväkohtaisiin energiankulutuksiin).
- **Investointi:** 0 € (yleensä energialaitokset eivät veloita tästä)
- **Sähkönmuutos:** 0 MWh
- **Lämmönmuutos:** 0 MWh
- **Energiakustannusmuutos:** - 12 000 €
- **Takaisinmaksuaika:** 0 vuotta
- **Kannattavuus:** Erinomainen
- **Energiatuki:** Ei saatavilla
- **Huomioitava:** Tarkastelu vain vuoden 2019 kulutukset liittymäkohtaisesti.





# Jäähdytys

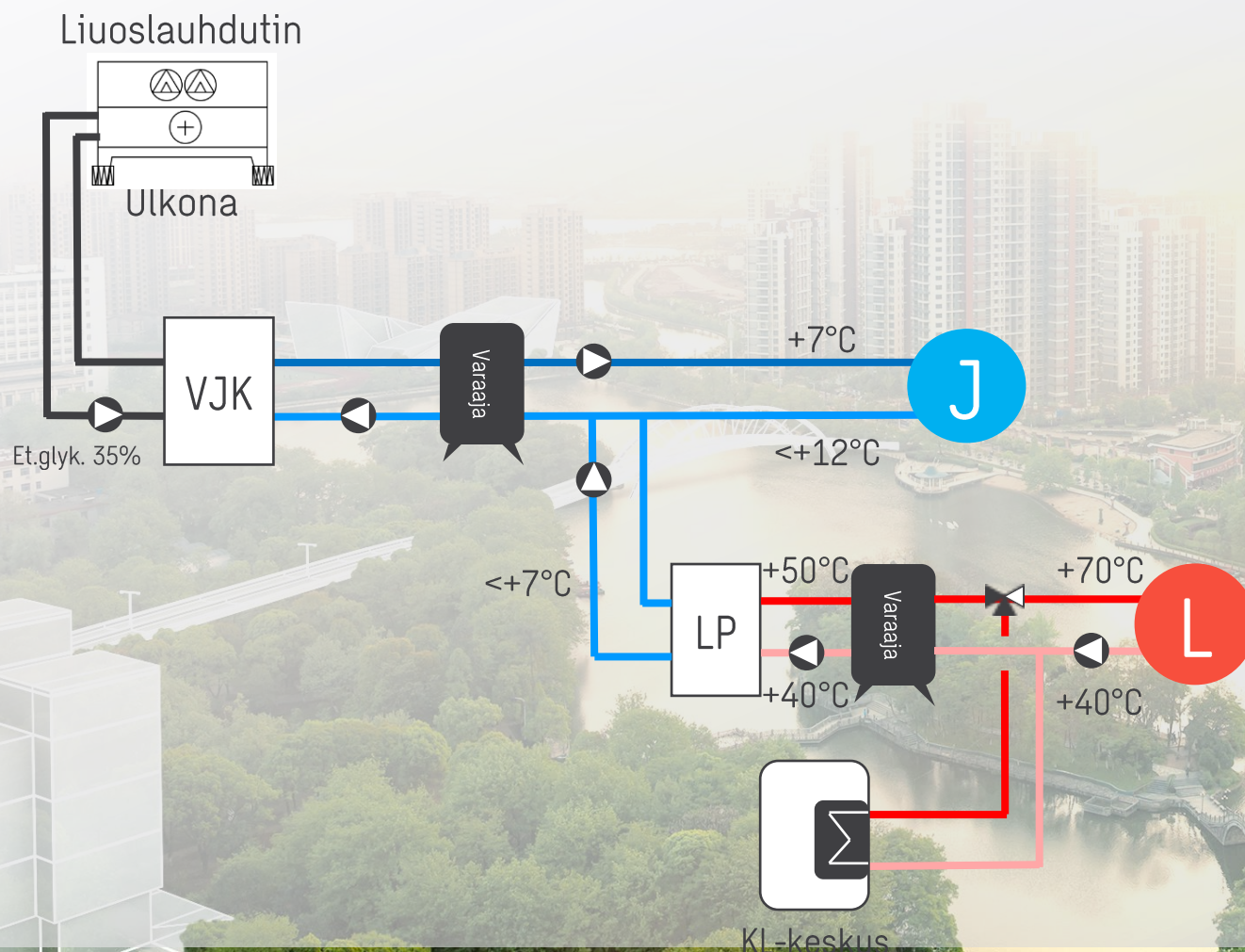
## Nykytilanne

- Vedenjäähdytyskoneita 40...50 kpl, osassa vapaajäähdytysmahdollisuus
- Mitoitusjäähdytysteho välillä 3 000...3 500 kW, teho riittänyt
- IV-jäähdytyksen osuus vastaavien kohteiden perusteella 2 000...2 300 kW
- Mitoituslämpötilat 7/12°C (kuivatusjäähdytys 4/9°C); Ilmanvaihto, konvektorit ja kattosäteilijät(vain yksi siipi)
- Vedenjäähdytyskoneet pääosin 2000-luvulta
- Tekninen käyttöikä on noin 20 vuotta eli suurin osa menee uusiksi
- Tarkastelualueella on noin 15 kpl vedenjäähdytyskoneita, joissa on ympärivuotista jäähdytystarvetta. Sen lisäksi on muutamia koneita, joilla on käyntilupa talvikaudella, mutta ei juurikaan jäähdytyskuormaa. Näiden koneiden max-jäähdytysteho on yhteensä noin 1 000 kW eli noin 30 % kaikesta mitoitusjäähdytystehosta.
  - Arviodun ympärivuotisen jäähdytystarpeen tiloja ovat UPS- ja sähkötilat, palvelintilat sekä osa sairaalateknisistä tiloista (CT, RTG, MGN). Yksittäisen jatkuvan kuoman vedenjäähdytyskoneen mitoitusjäähdytysteho vaihtelee välillä 20...200 kW (9 kpl alle 50 kW, 4 kpl 50-100 kW ja 2 kpl 200 kW).
  - Ainoastaan yhdessä vedenjäähdytyskoneessa on lauhdelämmön talteenotto eikä se ole mukana yllä esitetystä tehossa, koska sen teho ei ole ympärivuorokautista (leikkaussalien kuivatusjäähdytys).
  - Vastaavien sairaaloiden jäähdytyksen tuntikulutusdatan perusteella tähän kohteeseen skaalattuna talviaikainen ympärivuotinen jäähdytyskuorma olisi max 250 kW eli noin 25 % ympärivuotisen jäähdytystarpeen vedenjäähdytyskoneiden mitoitusjäähdytystehoista.



# Jäähdytys

## Lauhdelämmön talteenotto nykyisistä vedenjäähdytyskoneista



### Toiminta

Hoidetaan talviaikainen pieni J-teho invertteri-lämpöpumpulla "ryöstö"kytkennällä jäähdytyksen paluusta ja siirretään lämpö IV- ja tilalämmitykseen rinnan KL-siirtimien kanssa lämmönjakohuoneessa (K1). Voidaan myös tuottaa suoraan vedenjäähdytyskoneen varaajaan.

### Edut

Saadaan melko edullisesti energiaa kierrätettyä eli jäähdytyksen lauhdelämpö kiinteistön lämmitykseen eikä harakoille liuoslauhduttimella ulkoilmaan.

### Käyttövarmuus

Hyvä. Vakaa lämpötilataso J-verkoston paluussa eikä kuormittavia ulko-olosuhteita.

### Riskitaso olosuhteisiin

Vedenjäähdytyskone on sarjassa ja käynnistyy normaalisti, mikäli sille tuleva paluulämpötila ylittää raja-arvon. Lämpöpumpun mahdollinen vikatilanne ei aiheuta siis riskejä.



# Jäähdytys

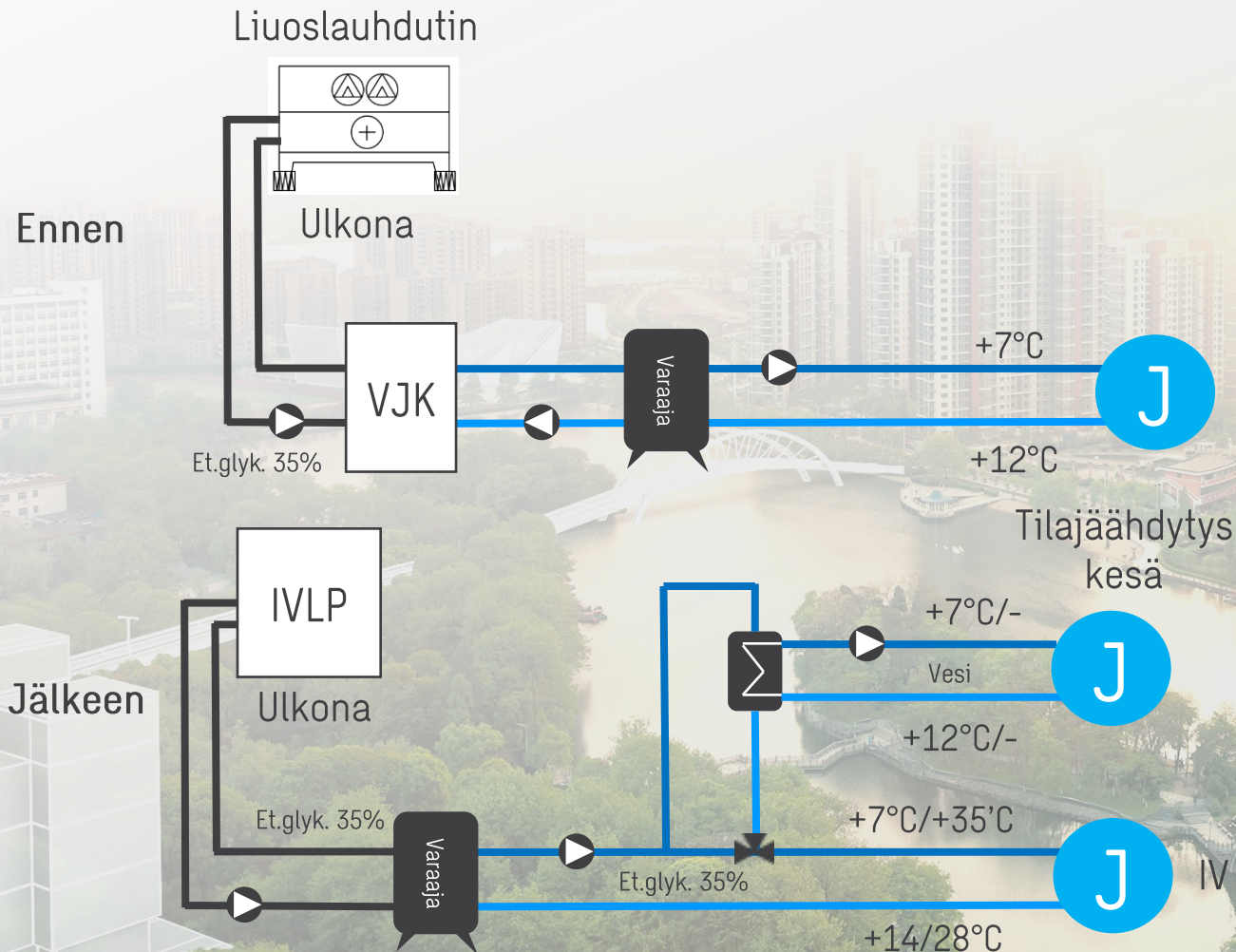
## Lauhdelämmön talteenotto nykyisistä vedenjäähdytyskoneista

- **Ennen:** Ei lauhdelämmön talteenottoa. Vapaajäähdytys liuoslauhduttimella lämmityskaudella.
- **Jälkeen:** Nykyinen 250 kW talviaikainen jäähdytystarve hoidetaan jatkossa lämpöpumpuilla jäähdytysteholtaan  $3 \times 35 \text{ kW} + 3 \times 50 \text{ kW}$ . Kustannuksissa on huomioitu, että lauhdelämpöä joudutaan tuomaan 15 vedenjäähdytyskoneelta. Yhteislämmitystehoa saadaan 324 kW. KytKentä tehdään jäähdytysverkostojen paluuputkeen eli lämpöpumppu tuottaa talviaikaisen J-tarpeen ja syöttää lauhdelämmön lähimpään lämmönjakohuoneeseen rinnankytkennällä (K1) IV- ja tilalämmityssiirtimien kanssa. Vaihtoehtoisesti voidaan tuottaa kylmää VJK:n välisäiliöihin.
- **Prosessi:** Laskelmissa on oletettu, että lämpöä saadaan hyödynnettyä 24/7 10 kk/vuosi (7 300 h), EER 4.0. Sähkönkulutusmuutoksessa on huomioitu ero vastaavaan vedenjäähdytyskoneen / vapaajäähdytyksen sähkönkulutukseen samana aikana. Vedenjäähdytyskoneen EER 4.0 paitsi vapaajäähdytyskäytössä EER 30 (n. 4000 h/vuosi).
- **Investointi:** 375 000 €
- **Sähkönmuutos:** +348 MWh
- **Lämmönmuutos:** -2 364 MWh
- **Energiakustannusmuutos:** -73 000 €
- **Takaisinmaksuaika:** 5 vuotta
- **Kannattavuus:** Hyvä
- **Energiatuki:** 20 % mahdollinen (Business Finland), jos kannattavuuden alaraja ei tule vastaan
- **Huomioitava:** Suunnittelussa on tarkennettava talviajan J-tehon suuruus ali- ja ylimitoituksen minimoimiseksi. Vaatii energiamittauksen. Kerralla voidaan esim. mitata 5 kpl vedenjäähdytyskoneita, esim. 1 vk kerrallaan talvikaudella. Mittarit valittava siten, että jatkossa hyödynnettävissä.



# Jäähdytys

## Lauhdelämmön talteenotto nykyisistä vedenjäähdytyskoneista



### Toiminta

Vedenjäähdytyskoneet, joiden takana IV-jäähdytystä ja kesäaikaista tilajäähdytystarvetta, hoidetaan jatkossa ilma-vesilämpöpumpuilla. Ilma-vesilämpöpumppu tuottaa lämmityskaudella (n. 8 kk/v) lämpöä suoraan IV-koneille ja jäähdytyskaudella kylmää IV-koneille ja tilajäähdytykseen. IV-koneissa J-patterin tulee olla ennen L-patteria glykolipatterina.

### Edut

Saadaan jäähdytysjärjestelmä, jolla on takaisinmaksuaika. Maksaa itsensä takaisin säästyneinä lämmitysenergia-kustannuksissa vrt vedenjäähdytyskone. Hyvä hyötysuhde, kun lämmitetään suoraan tuloilmaa eikä vesiverkostoa lämmönjakohuoneessa.

### Käyttövarmuus

Jäähdytyskaudella hyvä. Lämmityskaudella toimii n. -20...-15°C asti.

### Riskitaso olosuhteisiin

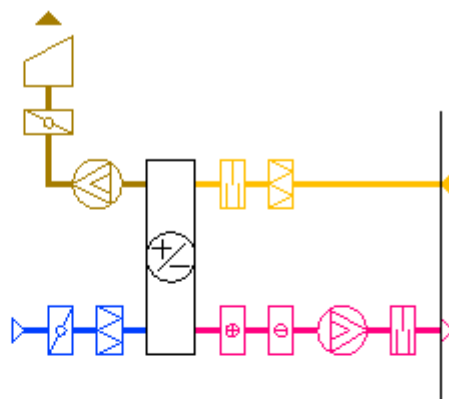
Jäähdytystoiminnoltaan vastaa vedenjäähdytyskonetta. Lämmityskaudella IV-koneissa lämpöpumpun patterin jälkeen täysmittainen lämmityspatteri. Ei riskejä.



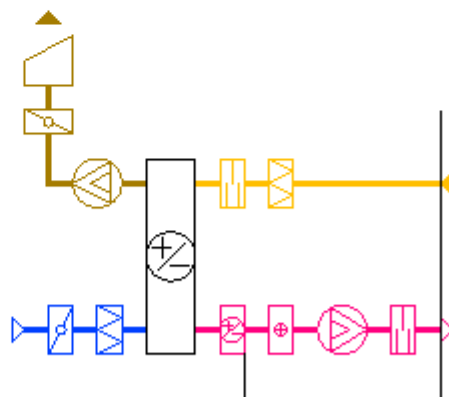
# Jäähdytys

## Lauhdelämmön talteenotto nykyisistä vedenjäähdytyskoneista

Ennen



Jälkeen



LÄMMITYSPATTERI SIIRRETTY  
JÄÄHDYTYPATTERIN PAIKALLE

### IV-koneen patterimuutos

Osassa IV-koneista on jo J-patterit ennen L-patteria IV-koneissa johtuen kuivatusjäähdytyksestä. Muissa vastaavaan kytkentään muutettavissa IV-koneissa pitäisi muuttaa J-patterin ja L-patterin paikat keskenään. J-patteri voidaan joutua uusimaan, koska on jatkossa vesi-glykolipatteri.

### Vaihtoehtoinen ratkaisu

Edellisen sivun kytkentä voidaan tehdä lauhdelämpöpumpun tapaan myös suoraan lämmönjakohuoneille rinnan IV- ja tilalämmönsiirtimien kanssa. Tällöin IV-koneille ei olisi tarve tehdä muutoksia (IV-jäähdytysverkosto kesäaikaisen tilajäähdytys siirtimen taakse vesiverkostona).

Lämpöpumpun säiliön oikealle puolen sijoitettaisiin lämmönsiirrin lämmönjakohuonekytkentää varten. Lämpöä saataisiin enemmän hyödyksi, mutta hiukan huonommalla hyötysuhteella ( $3.0 > 2.5$ ). Lämpöpumppu olisi lämmityksessä 8 kk/vuosi ja jäähdytyksessä 4 kk/vuosi.



# Jäähdytys

## Ilma-vesilämpöpumppu ilmanvaihdon jäähdytykseen ja lämmitykseen

- **Ennen:** Ilmanvaihdon jäähdytys vedenjäähdytyskoneilla ja kesäaikaista tilajäähdytystä (muuta koneita ei tässä ole huomioitu).
- **Jälkeen:** Yhdistellään pelkkää IV-jäähdytystä palvelevia vedenjäähdytyskoneita isommiksi ilma-vesilämpöpumppuyksiköiksi, jotka jäähdyttävät jäähdytyskaudella ja lämmittävät lämmityskaudella suoraan IV-koneita vesi-glykolilla (eriaikaiset). Yhdistetään useampi vain IV-jäähdytystä hoitava vedenjäähdytyskone J-teholtaan 200 kW ilma-vesilämpöpumpun alle. Putkitukset tehdään vesikatolla ja nykyiset liuoslauhduttimien putkitukset rakennukseen voidaan hyödyntää sellaisenaan. Vedenjäähdytyskoneet puretaan välistä ja glykolitäytöllä jatketaan IV-koneille asti (tiiveys varmistettava painekokeilla).
- IV-koneissa jäähdytyspattereiden tulee olla ennen lämmityspattereita, jotta lämmityskauden lämpöpumppulämmitys onnistuu. Jäähdytyskaudella voidaan tuottaa jopa kuivatusjäähdytyksen vaatimaa lämpötilaa patterille ja lämmityskaudella 35...40°C. Lämpöpumppu pystyy tuottamaan lämmitysenergiaa ulkolämpötilaan -20...-15°C asti.
- Toimenpide on laskettu vain niille vedenjäähdytyskoneille, jotka palvelevat ainoastaan IV-jäähdytystä (isoa kuivatusjäähdytyskoneita ei ole huomioitu). Näitä vedenjäähdytyskoneita on noin 26 kpl ja niiden mitoitusjäähdytysteho on noin 1 500 kW. Niiden takana on noin 28 kpl IV-jäähdytyspattereita. J-teho tuotetaan 8 x 200 kW ilma-vesilämpöpumpuilla.
- **Prosessi:** Lämmitystehoa saadaan noin 1 800 kW. Tuotetut energiamäärät on laskettu ilmamäärälle 81 m<sup>3</sup>/s, LT0% 65 %, käynti 100 % 24/7. Laskennassa on käytetty hyödyksi säävyöhykkeen keskimääraistä säädätaa vuoden yli. Laskelmissa on oletettu, että lämpöä saadaan hyödynnettyä 8 kk/vuosi (5 840 h), COP 2.9.
- **Investointi:** 1 680 000 € (vrt. VJK 120 000 €), suluissa ero vedenjäähdytyskoneinvestointiin, mikä tehdään niiden teknisen käyttöiän loppuessa
- **Sähkönmuutos:** +936 MWh (vrt. VJK sama)
- **Lämmönmuutos:** -2 664 MWh (vrt. VJK sama)
- **Energiakustannusmuutos:** - 33 000 € (vrt VJK sama)
- **Takaisinmaksuaika:** 51 vuotta (vrt VJK 2 vuotta). Toimenpide on erittäin kannattava tehdä nykyisten vedenjäähdytyskoneiden teknisen käyttöiän päättyessä.
- **Kannattavuus:** Välttävä (vrt. VJK Erinomainen)
- **Energiatuki:** 15 % mahdollinen (Business Finland), mikäli hyväksyvät kaukolämmön korvaamisen (eivät yleensä ole hyväksyneet)
- **Huomioitava:** Kannattavaa vedenjäähdytyskoneen teknisen käyttöiän päättyessä. Myös niitä vedenjäähdytyskoneita kannattaa harkita lämpöpumppujärjestelmään, joiden takana on enimmäkseen IV-jäähdytyksiä ja vähäisessä määrin tilajäähdytyksiä (jotka on helposti eriytettävissä muun jäähdytyslaitteen taakse). Katon kantavuus epävarma (ulkoasenteinen yksikkö).



# Jäähdytys

## Lauhdelämmön talteenotto nykyisistä vedenjäähdytyskoneista

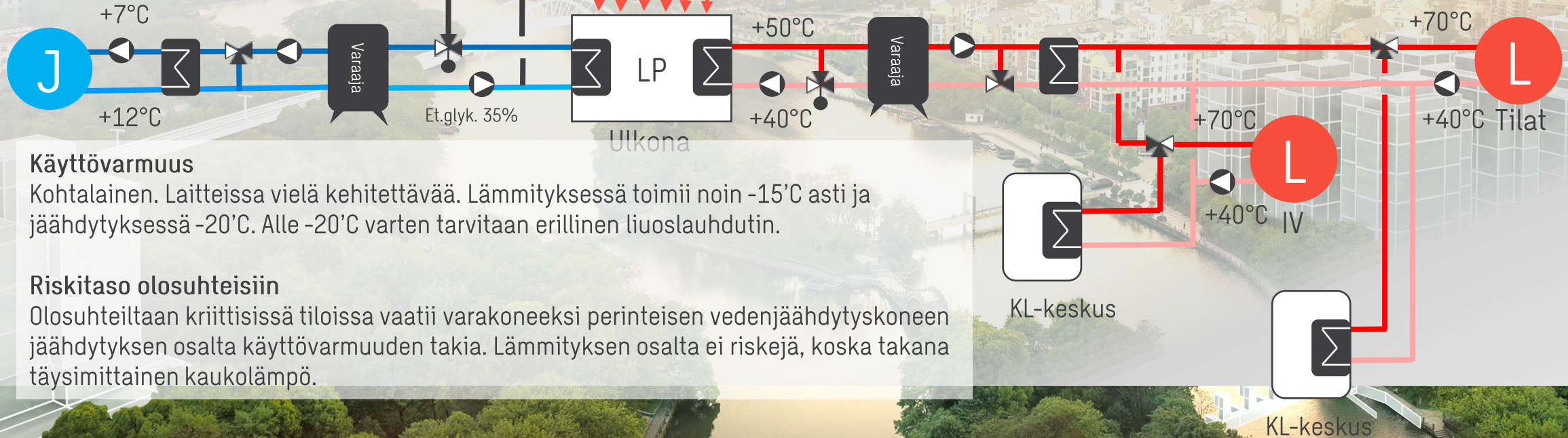
Liuoslauhdutin

Liuoslauhdutin

Alle -20°C

Ulkona

Lämpöä  
ulkoilmasta



### Toiminta

Samalla laitteella voidaan lämmittää, jäähdyttää ja ottaa lauhdelämpöä talteen. Lisälämpöä ottaa ulkoilmasta.

### Edut

Kaikki yhdessä paketissa. Soveltuu niihin vedenjäähdytyskoneisiin, missä ympärivuotista jäähdytystarvetta tai samanaikaista lämmitys- ja jäähdytystarvetta. Jäähdytysjärjestelmä, jolla on takaisinmaksuaika.

### Käyttövarmuus

Kohtalainen. Laitteissa vielä kehitettävää. Lämmityksessä toimii noin -15°C asti ja jäähdytyksessä -20°C. Alle -20°C varten tarvitaan erillinen liuoslauhdutin.

### Riskitaso olosuhteisiin

Olosuhteiltaan kriittisissä tiloissa vaatii varakoneeksi perinteisen vedenjäähdytyskoneen jäähdytyksen osalta käyttövarmuuden takia. Lämmityksen osalta ei riskejä, koska takana täysimittainen kaukolämpö.



# Jäähdytys

## Ilma-vesilämpöpumppu ilmanvaihdon jäähdytykseen, lämmitykseen ja lauhdelämmön talteenottoon

- **Ennen:** Ei lauhdelämmön talteenottoa. Vapaajäähdytys liuoslauhduttimella lämmityskaudella.
- **Jälkeen:** Yhdistetään jatkuvan jäähdytystarpeen vedenjäähdytyskoneet (15 kpl, 1 000 kW) ns. multipurpose(monitoimi)-lämpöpumppujen taakse, jotka voivat samanaikaisesti jäähdyttää, lämmittää ja ottaa lauhdelämpöä talteen. Lämpöä voidaan tässä tapauksessa ottaa lauhdelämmön lisäksi ulkoilmasta. Haluttu J-teho 1 000 kW tuotetaan 4 x 260 kW ilma-vesilämpöpumpuilla.
- **Prosessi:** Lämmitystehoa saadaan noin 1 300...1 500 kW. Ilma-vesilämpöpumppujen tehonpeittoaste on lämmönjakohuoneesta riippuen 45..55 %. Energianpeittoaste on luokkaa noin 75 % huomioiden lämpöpumpun lämpötilatasot (max 50°C). Lämpöä saadaan hyödynnettyä ympäri vuoden, COP 2.7. Jäähdytyskäytön osuutta ei ole kulutuksessa huomioitu, koska se on suunnilleen sama kuin nykyisillä vedenjäähdytyskoneilla.
- **Investointi:** 1 292 000 € (vrt. VJK 452 000 €), suluissa ero vedenjäähdytyskoneinvestointiin, mikä tehdään niiden teknisen käyttöiän loppuessa
- **Sähkönmuutos:** +1 384 MWh (vrt. VJK sama)
- **Lämmönmuutos:** - 3 736 MWh (vrt. VJK sama)
- **Energiakustannusmuutos:** - 40 000 € (vrt VJK sama)
- **Takaisinmaksuaika:** 32 vuotta (vrt VJK 11 vuotta)
- **Kannattavuus:** Välttävä (vrt. VJK Kohtalainen )
- **Energiatuki:** 15/20 % mahdollinen (Business Finland), mikäli hyväksyvät kaukolämmön korvaamisen (eivät yleensä ole hyväksyneet)
- **Huomioitava:** Vaihtoehtoinen toimenpide lauhdelämpöpumpuille. Toimenpiteistä kannattavampi on laskettu mukaan tarkastelualueen kokonaisenergiäsäästöön eli tätä ei ole huomioitu. Suunnittelussa on tarkennettava talviajan J-tehon suuruus ali- ja ylimitoituksen minimoimiseksi.



# Jäähdytys

## Leikkaussalien kuivatusjäähdytys monitoimilämpöpumpulla

- **Ennen:** Lauhdelämpöä otetaan talteen leikkaussalien kuivatusjäähdytyskoneelta (Climaveneta J-teho noin 380 kW) ja se syötetään suoraan kyseisten IV-koneiden yhteiseen raitisilmakammioon lauhdelämpöpatterille jäähdytyspatterin jälkeen. Arvioitu lauhdelämpöteho on max 460 kW. Leikkaussalien jäähdytystarve on pääosin normaalin jäähdytyskauden aikana tapahtuvaa.
- **Jälkeen:** Uusitaan vedenjäähdytyskone se ns. multipurpose-koneeseen, jolla voidaan yhtäaikaaisesti lämmittää, jäähdyttää ja ottaa lauhdelämpö talteen. Laite hyödyntää ensisijaisesti lauhdelämmön ja toissijaisesti ottaa lisälämpöä ulkoilmasta. Lämpöä syötetään lauhdelämpö-patterin lisäksi myös kantasairaalan päälämmönjakohuoneen IV-piiriin max lämpöpumpputeholla 600 kW. Talvikaudella laite voi tuottaa lämmitysenergiaa myös raitisilmakammion lämmityspatterille.
- **Prosessi:** Laskelmissa on oletettu, että nykyinen lauhdelämmön talteenotto toimii optimaalisesti eli kaukolämmön säästössä ei ole sen osalta huomioitu mitään. Kone tuottaa lämmitysenergiaa lauhdelämpöpatterille (tuloilman esilämmitys esim. 0C:seen) ja päälämmönjakohuoneen IV-tarpeista noin 50 %, COP 2.7, max 52°C vettä -15°C ulkolämpötilaan asti.
- **Investointi:** 418 000 € (vrt. VJK 249 000 €), suluissa ero vedenjäähdytyskoneinvestointiin, mikä tehdään niiden teknisen käyttöiän loppuessa
- **Sähkönmuutos:** +623 MWh (vrt. VJK sama)
- **Lämmönmuutos:** -1 680 MWh (vrt. VJK sama)
- **Energiakustannusmuutos:** - 18 000 € (vrt VJK sama)
- **Takaisinmaksuaika:** 23 vuotta (vrt VJK 14 vuotta)
- **Kannattavuus:** Välttävä (vrt. VJK Kohtalainen)
- **Energiatuki:** 15/20 % mahdollinen (Business Finland), mikäli hyväksyvät kaukolämmön korvaamisen (eivät yleensä ole hyväksyneet)
- **Huomioitava:** Suunnittelussa on tarkistettava laitteen koko todellisen jäähdytyksentehontarpeen mukaan.



# Energiatohokkuustoimenpide-ehdotukset Jäteveden lämmöntalteenotto



# Jäteveden lämmöntalteenotto

## Välinehuollon autoklaavit

- Kohteella ei ole jäteveden lämmöntalteenottoa.
- Erityisen lämpimiä vesiä tulee lähinnä välinehuoltotilan autoklaaveista, jotka on otettu käyttöön viimeisen vuoden aikana. Autoklaaveissa on sisäänrakennettu vedensäästöjärjestelmä. Autoklaavissa suurin vesisyöppö on tyhjöpumpun jäähdytykseen käytettävä vesi.
- Lattiakaivoihin menee käytännössä vain tyhjöpumppujen jäähdytysvedet ja autoklaavien kammioihin muodostuva lauhde / kondenssivesi. Kaivoon menevässä vedessä on sekoittuneena siis kylmää jäähdytysvettä. Lisäksi lauhdevesi on käytännössä kontaminoitunutta eli voi saada aikaan kasvustoa LTO-laitteistoissa.
- Mikäli lämpöä haluaa talteen, niin se kannattaisi tehdä autoklaaveissa kiertävällä jäähdytysvedellä. Otettava huomioon autoklaavien hankinnassa.
- Ei kustannustehokas toimenpide ottaa autoklaavien jätevedestä lämpöä talteen.



# Energiatehokkuustoimenpide-ehdotukset Ilmanvaihto



# Ilmanvaihto

## Nykytila

- Rakennuksessa on IV-koneita noin 100 kpl. Tulo/poistoilmakoneita näistä on RAU-grafiikan mukaan noin 50 kpl.
- Suurin osa on asennettu vuosina 1990-2021, pääosin 2010-luvulla asennettuja suoravetoisilla puhaltimilla varustettuja IV-koneita. M-osassa on vuonna 1988 asennettuja remmivetoisia puhaltimia.
- Suurimmassa osassa ilmanvaihtokoneita on ilmanvaihdon jäähdytys (40 kpl) ja poistoilman LT0 (pääosin glykoli-LT0). Joissain koneissa myös ilmanvaihdon kuivaus/kostutus, joita on poistettu käytöstä.



# Ilmanvaihto

## Puhaltimien uusiminen hihnavetoisista suoravetoisiin

- M-siiven IV-koneiden ikä on tällä hetkellä noin 33 vuotta eli ne alkavat olla teknisen käyttöikänsä päässä.
- Puhaltimien uusiminen suoravetoisiin ei ole taloudellisesti kannattavaa silloin kun IV-koneen tekninen käyttöikä on muutenkin lopussa. Lisäksi suurilla kanavapaineilla mitoitetuissa puhaltimissa ei juuri saada sähköenergiansäästöä, mikäli puhallin uusitaan hihnavetoisesta suoravetoiseen puhaltimeen (esim. EC-puhallin). Kannattavana rajana voidaan pitää alle 400...500 Pa kanavapainehäviömitoitusta ja se ei toteudu 1980-luvun puhaltimissa.
- Ei kustannustehokas toimenpide.
- Suositellaan uusimaan M-siiven IV-koneet kokonaisuudessaan (kts. "Poistoilman lämmöntalteenoton tehostaminen")



# Ilmanvaihto

## Poistoilman lämmöntalteenoton tehostaminen, M-osa

- **Ennen:** M-osan IV-koneet (as.vuosi 1988) palvelevat vuode- ja teho-osastoja sekä arkistoa ja pukuhuoneita. Ilmamäärä on yhteensä noin 15 m<sup>3</sup>/s. Koneissa remmivetoiset puhaltimet. Nykyinen LT0% on noin 35 % arkiston tulo-poistokonetta lukuun ottamatta, missä ei ole LT0ta. Keskimääräinen LT0 kaikille näille koneille on siis noin 32 %. IV-koneet käyvät 24/7.
- **Jälkeen:** Uusitaan IV-koneet nykyaikaisiksi suoravetoisilla puhaltimilla ja tehokkaalla glykoliLT0lla varustetuiksi IV-koneiksi (LT0% 68 % ja SFP-luku pienenee 25 %).
- **Prosessi:** Energiankulutusmuutokset laskettu vuoden yli referenssisäädatalla.
- **Investointi:** 320 000 €
- **Sähkönmuutos:** -98 MWh
- **Lämmönmuutos:** -1 079 MWh
- **Energiakustannusmuutos:** - 56 000 €
- **Takaisinmaksuaika:** 6 vuotta
- **Kannattavuus:** Hyvä
- **Energiatuki:** Ei saatavilla. Korjaustoimenpide, koska LT0 jo löytyy.
- **Huomioitava:** Ilmamäärien nostamista ei ole huomioitu eikä IV-konehuoneen mahdollista laajennusta. Ei ole pelkkä energiansäästötoimenpide, koska IV-koneet ovat jo teknisen käyttöikänsä lopussa.



# Ilmanvaihto

## Poistoilman lämmöntalteenoton tehostaminen, Keittiö

- **Ennen:** Keittiön tuloilmakone TK1TF01 sijaitsee T-osassa (laajennus 4) ja sen ilmamäärä on noin 5 m<sup>3</sup>/s. Tuloilmakoneessa ja sen takana olevassa kolmessa huippuimurissa PF1.1, PF1.2 ja PF1.3 ei ole lämmöntalteenottoa. Tuloilmakone käy ma-su klo 6-16 100 % ja käyttöajan ulkopuolinen ilmapvirta on 900 l/s
- **Jälkeen:** Lisätään vesikatolle 2 kpl Retermia-huippuimureita, rasvahuuvalle omansa ja tiskuhuuvulle+yleispoistolle omansa. Poistoilman lämpö tuodaan glykoliputkituksella keittiön tuloilmakoneen raitisilmasäleikköön etulämmityspatterina 6-rivisenä (LTO 68 %), mikäli koneen rungossa ei ole tilaa. Nykyiset IV-koneen pattereiden paikat voidaan myös vaihtaa toisin päin ja käyttää jatkossa LTO-patteria myös jäähdytyspatterina.
- **Prosessi:** Energiankulutusmuutokset laskettu vuoden yli referenssisäädatalla. Sähkönkulutuksen muutoksessa on huomioitu glykolipumppu ja puhaltimen paineenkorotuksen tuoma sähkönkulutuslisäys.
- **Investointi:** 70 000 €
- **Sähkönmuutos:** +62 MWh
- **Lämmönmuutos:** -328 MWh
- **Energiakustannusmuutos:** - 9 000 €
- **Takaisinmaksuaika:** 8 vuotta
- **Kannattavuus:** Hyvä
- **Energiatuki:** Mahdollinen 20...25 % (Business Finland). Verrattava vastaavaan laitteistoon uusimiseen takaisinmaksuaikaa (TMA tulee olla alle 10 vuotta, jotta tuen saa).
- **Huomioitava:** Etulämmityspatterin lisäämisen yhteydessä voidaan joutua uusimaan puhallin, mikäli sen paineenkorotus ei riitä (ei ole huomioitu kustannuksissa). Se lisäisi investointikustannusta noin 10 000 € ja pidentäisi takaisinmaksuaikaa hiukan.



# Energiatohokkuustoimenpide-ehdotukset Valaistus



# Valaistus

## Nykytila

- Rakennuksen sisävalaistuksesta noin 30 % on uusittu LED-valaisimiksi. Loput valaistuksesta on pääosin hoidettu T5-loisteputkivalaistuksella (noin 50 %) ja osin T8-loisteputkivalaistuksella (noin 20 %).
  - Päihdekeskus LED 15 %, loput pääosin T5
  - Kantasairaalaosa
    - 2018 + 1990(san. 2018), leikkausosasto, LED 100 %
    - F-siipi (3 000 m<sup>2</sup>), LED 100 %
  - L1-rakennus (1969/20218), LED 100 %
  - Lämpökeskus (1969), patologian labraan tulee LED 100 %
  - Huoneremonttien yhteydessä uusitaan aina LED-valaistus. Yksittäisiä 100 m<sup>2</sup> osia, missä on LEDiä. Muusta massasta noin 15 % on LEDiä.
  - T5- ja T8-loisteputkivalaistusta arviolta suhteella 70/30 % (T5 yleisempi) lopusta valaistuksesta.
- Rakennuksen ulkovalaistuksesta noin 50 % on uusittu LED-valaisimiksi. Loput valaistuksesta on pääosin monimetallilamppuja.



# Valaistus

## Sisävalaistus

- Ennen: LED-valaistusta 30 %. Loput T5- ja T8-loisteputkivalaistusta.
- Jälkeen: LED-valaistusta 100 %.
- **Prosessi:** Oletetaan keskimääräiseksi valaistuksen käyttöajaksi 5000 h/vuosi. Energiansäästö 40...50 %. Usein valaisimien uusimisen yhteydessä halutaan lisää valaistusta, joten tässä on oletettu sen vähentävän säästöjä 20 %, jolloin energiansäästö 30...40 %. Investointina on käytetty keskimäärin 300 €/valaisin asennuksineen. Valaisimien lukumäärä on skaalattu vastaavan sairaalan valaisinmäärän perusteella (vajaa 6 000 kpl).
- **Investointi:** 1 776 000 €
- **Sähkönmuutos:** -746 MWh
- **Lämmönmuutos:** 0 MWh
- **Energiakustannusmuutos:** - 67 000 €
- **Takaisinmaksuaika:** 26 vuotta
- **Kannattavuus:** Välttävä
- **Energiatuki:** Ei saatavilla
- **Huomioitava:** Takaisinmaksuajan perusteella valaisimien uusiminen kannattaa valaisimen/loisteputken teknisen käyttöiän päättyessä tai saneerauksien yhteydessä. T5-loisteputkien uusimisen kannattavuus on välttävä (n. 31 v), mutta T8-loisteputkien kohtalainen (n. 13 v). LED-valaistukseen siirtyminen lisää myös hiukan lämmönkulutusta, mutta vähentää jäähdytysenergiankulutusta.



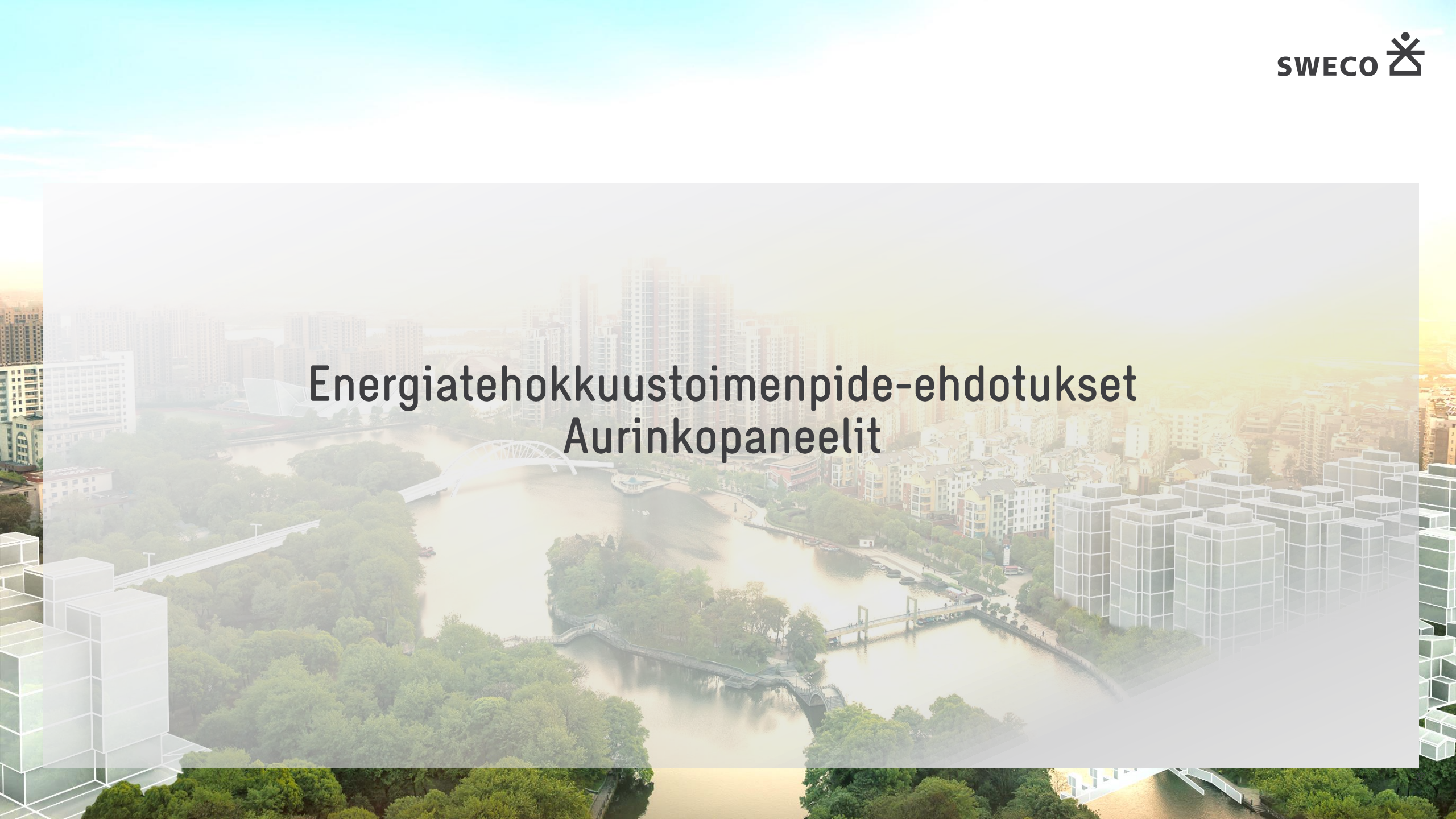
# Valaistus

## Ulkovalaistus

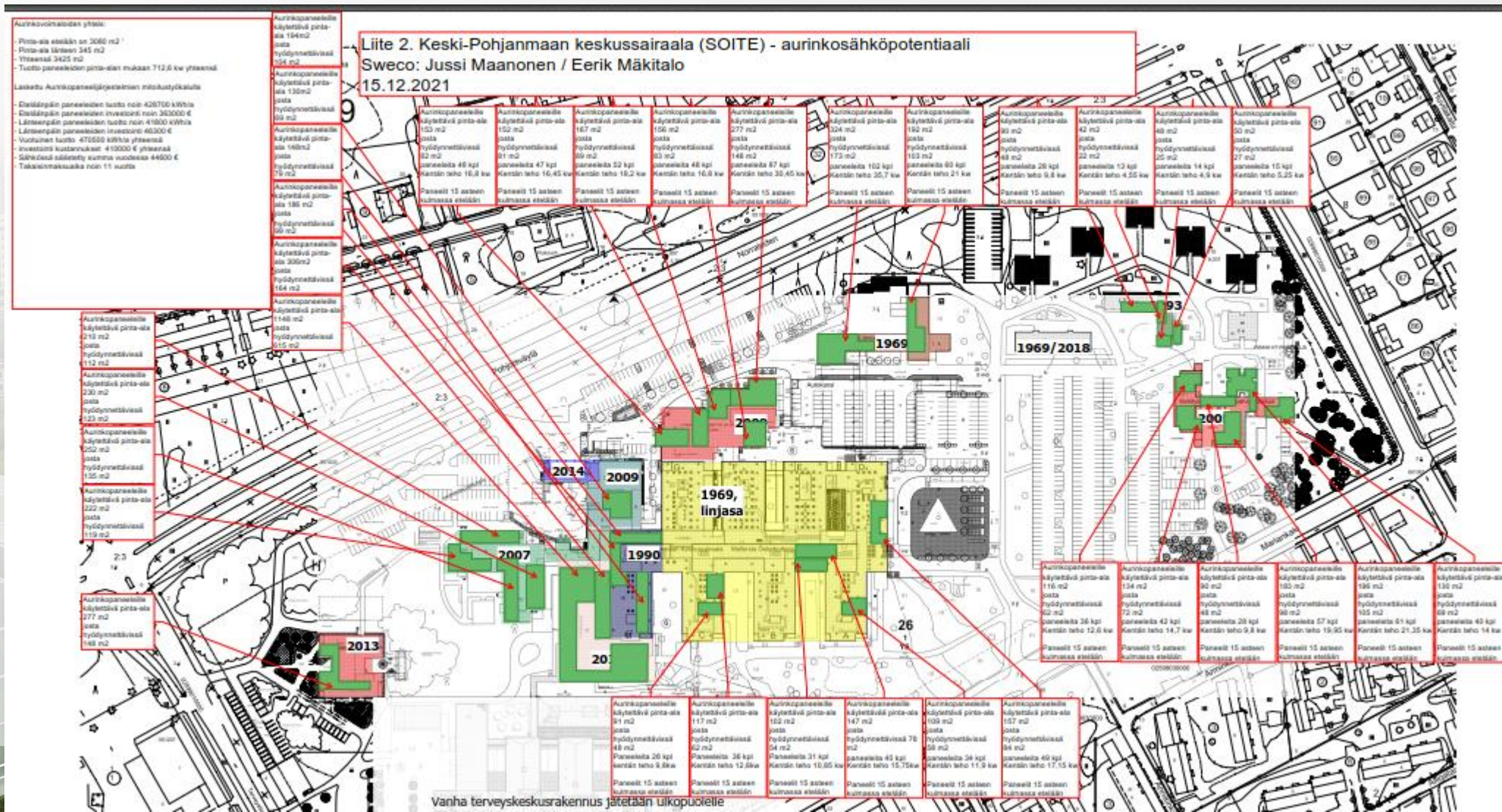
- Ennen: LED-valaistusta 50 %. Loput pääosin monimetallilamppuja.
- Jälkeen: LED-valaistusta 100 %.
- Prosessi: Monimetallilamppujen sähkönkulutus noin 2 kWh/m<sup>2</sup>\_tontin ala. LED-valaisimilla 30..40 % vähemmän. Usein valaisimien uusimisen yhteydessä halutaan lisää valaistusta, joten tässä on oletettu energiansäästön olevan noin 25 %. Investointina on käytetty keskimäärin 400 €/valaisin asennuksineen. Valaisimien lukumäärä on skaalattu vastaavan sairaalan valaisinmäärän perusteella (noin 250 kpl monimetallilamppuja). Käyttöaika noin 4 400 h/vuosi.
- Investointi: 100 000 €
- Sähkönmuutos: -13 MWh
- Lämmönmuutos: 0 MWh
- Energiakustannusmuutos: - 1 200 €
- Takaisinmaksuaika: 85 vuotta
- Kannattavuus: Välttävä
- Energiatuki: Ei saatavilla
- Huomioitava: Takaisinmaksuajan perusteella valaisimien uusiminen kannattaa valaisimen/loisteputken teknisen käyttöiän päättyessä tai saneerauksien yhteydessä.



# Energiatohokkuustoimenpide-ehdotukset Aurinkopaneelit









# Aurinkopaneelit Potentiaali

- **Ennen:** Ei aurinkopaneeleja.
- **Jälkeen:** Aurinkopaneeleja max-määrä, mitä vesikatolle mahtuu. Asennetaan itään ja/tai länteen suunnattuna vesikatolle 15 asteen kulmassa aurinkopaneeleja 345 m<sup>2</sup>, 71 kWp. Asennetaan etelään suunnattuna vesikatolle 15 asteen kulmassa aurinkopaneeleja 3 080 m<sup>2</sup>, 641 kWp. Koko maksimipotentiaalia noin 3 425 m<sup>2</sup> ja 712 kWp. Käytetyn aurinkopaneelin hyötysuhde 18 % ja piikkiteho 290 Wp.
- **Prosessi:** Kaikki aurinkopaneelien tuotto saadaan käytettyä ilman ylijäämätuottoa vuoden 2019 sähkön tuntikulutuksen mukaan.
- **Investointi:** 409 000 €
- **Sähkönmuutos:** -476 MWh
- **Lämmönmuutos:** 0 MWh
- **Energiakustannusmuutos:** - 43 000 €
- **Takaisinmaksuaika:** 10 vuotta
- **Kannattavuus:** Hyvä
- **Energiatuki:** 20 % mahdollinen (Business Finland)
- **Huomioitava:** Suunnittelussa on huomioitava katon kantavuus (paneelit mahdollisine painoineen ja lumen kinostumakuorma). Koko maksimipotentiaalia noin 3 425 m<sup>2</sup> ja 712 kWp ei ole mahdollista käyttää.



# Energiatohokkuustoimenpide-ehdotukset Muut



# Muut toimenpide-ehdotukset

- Vaativat erillistarkastelun (ei kuulunut toimeksiantoon)
- Krematoriosta saatavan lauhdelämmön tehostaminen
- Suorahöyrysteisen jäähdytyksen lauhdelämmön talteenotto (kylmiöt, ruumiit, pikajäähdytyskaapit)  
Paineilmakompressoreiden lauhdelämmön talteenotto
- Kaukolämmön kysynnänjousto (ei tarjolla eikä järkevä)
- Sähkön kysynnänjousto
- Vesikalusteiden lämpötilan rajoittaminen
- Ikkunoiden uusimisen yhteydessä niiden muuttaminen auringonsuojaikkunoiksi (teknisen käyttöiän päättyessä)
- Rakennusautomaatio (osa toimeksiantoa)



# Energiatehokkuustoimenpide-ehdotukset Yhteenveto



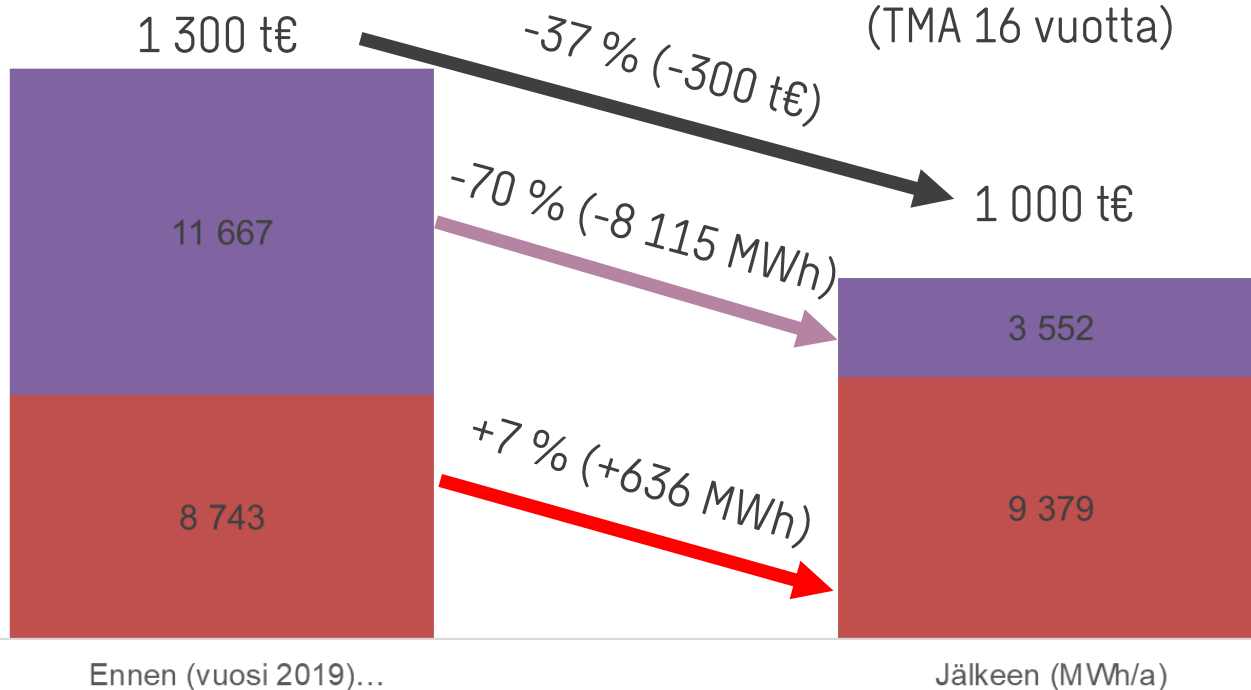
# Yhteenveto

## Energiansäästöpotentiaali, max (vertailuvuosi 2019)

Energiankulutus ennen ja jälkeen (ehdotetut energiansäästötoimenpiteet), MWh/a

■ Sähkö ■ Kaukolämpö

Toimenpiteiden  
investointikustannus 5,15 m€  
(TMA 16 vuotta)

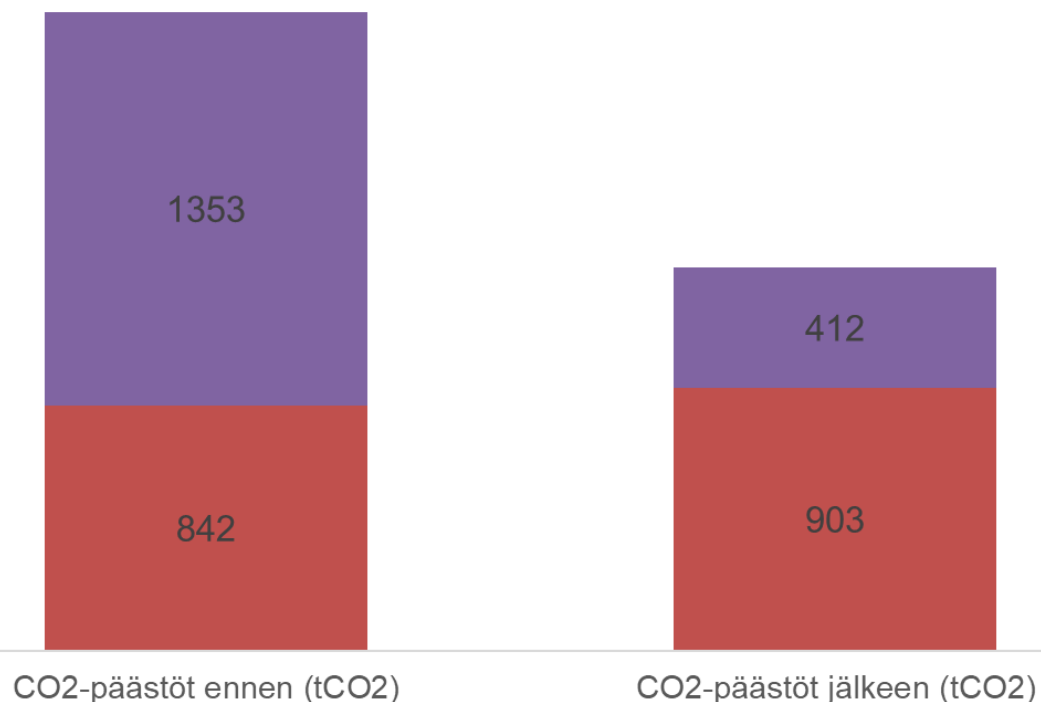




# Yhteenveto CO2-säästöpotentiaali, max (vertailuvuosi 2019)

CO2-päästöt ennen ja jälkeen (ehdotetut energiansäästötoimenpiteet), tCO2/a

■ Sähkö ■ Kaukolämpö



- CO2-päästöt ennen 2 195 tCO2/a
- CO2-päästöt jälkeen 1 315 tCO2/a
- Muutos -40 % (-880 tCO2/a)
- Kaukolämpö – 70 %
- Sähkö + 7 %



# Yhteenveto

- Energiansäästön kannalta seuraavat toimenpiteet tehtävissä nyt
  - Rakennusautomaatiomuutokset
  - Verkostojen tehokas ilmanpoisto ja virtaamien tarkistaminen. LVK-paluu max 55°C.
  - KL-tilausvesivirran tarkistaminen (yhteys Kokkolan Energiaan, kts Liite 1)
  - Laudelämmön talteenotto nykyisistä vedenjäähdytyskoneista (pumppujen virtaamadatan ja lämpötilojen avulla suositeltavaa selvittää 15 vedenjäähdytyskoneen talviaikaisen J-tehontarve jatkosuunnittelua varten)
  - Leikkaussalien IV-kuivatusjäähdytyksen tehostaminen
  - M-siiven IV-koneiden uusiminen (jo teknisen käyttöikänsä päässä, samaan yhteyteen jäähdytys lämpöpumpulla)
  - Aurinkopaneelit (katon kantavuuden selvittäminen jatkosuunnittelun osalta seuraava)
- Energiansäästön kannalta seuraavat toimenpiteet tehtävissä laitteiden teknisen käyttöiän loppuessa
  - Vedenjäähdytyskoneiden yhdistely lämpöpumpuiksi
  - Sisä- ja ulkovalaistuksen muutos LED-valaistukseen
  - Suorahöyrysteisten J-laitteiden yhdistely ja lauhdelämmön LTO
  - Vesikalusteiden lämpötilan ja virtaaman rajoittaminen (vesikalusteita uusittaessa)
- Sähkön kysynnänjousto vaatii lisäselvittelyä, ei ollut osana toimeksiantoa
- Kaikkia toimenpiteitä ei kannata tehdä, jos ajatellaan sairaalan tekniseksi käyttöajaksi 2021-2041. Seuraavilla sivuilla on esitetty realistiset säästöt, jos halutaan kaikkien maksavan itsensä takaisin vuoteen 2041 mennessä.



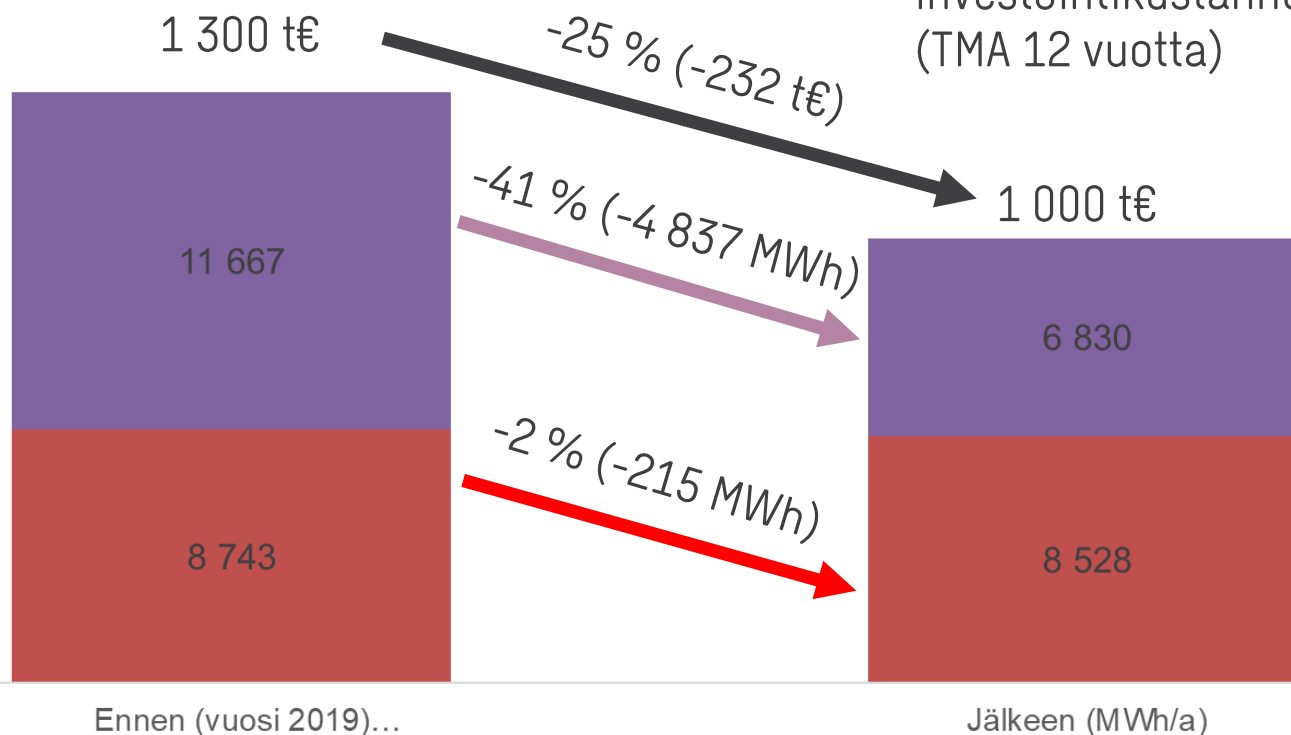
# Yhteenveto

## Energiansäästöpotentiaali, realistinen (vertailuvuosi 2019)

Energiankulutus ennen ja jälkeen (ehdotetut energiansäästötoimenpiteet), MWh/a

■ Sähkö ■ Kaukolämpö

Toimenpiteiden  
investointikustannus 3,41 m€  
(TMA 12 vuotta)



Toimenpiteet tehdään seuraavin poikkeuksin (huomioitu 20 vuoden elinkaari sairaalalle + katon kantavuuden rajoitukset ulkoasenteisten lämpöpumppujen ja aurinkopaneelien osalta);

- Ilma-vesilämpöpumpuiksi uusitaan vain 40 %
- Aurinkopaneeleja asennetaan vain 30 %
- Monitoimilämpöpumppuja ei asenneta (sen sijaan lauhdelämpöpumput ja kuivatusjäähdytyksen lauhdelämmön tehostaminen)

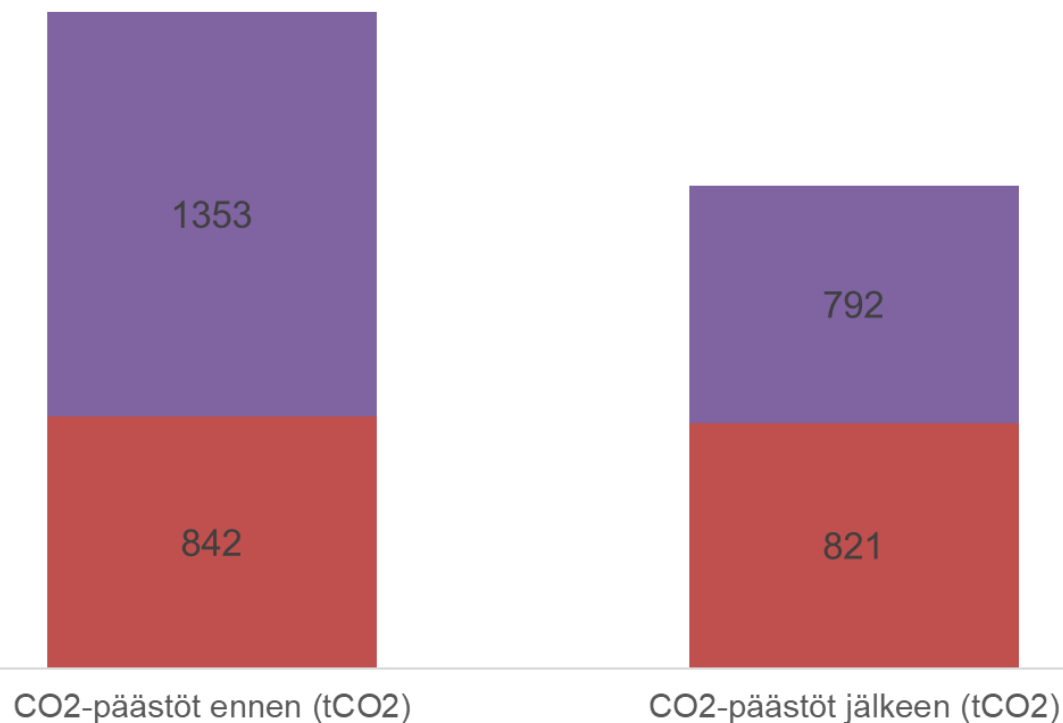


# Yhteenveto

## CO2-säästöpotentiaali, realistinen (vertailuvuosi 2019)

CO2-päästöt ennen ja jälkeen (ehdotetut energiansäästötoimenpiteet), tCO<sub>2</sub>/a

■ Sähkö ■ Kaukolämpö



- CO<sub>2</sub>-päästöt ennen 2 195 tCO<sub>2</sub>/a
- CO<sub>2</sub>-päästöt jälkeen 1 613 tCO<sub>2</sub>/a
- Muutos -27 % (-582 tCO<sub>2</sub>/a)
- Kaukolämpö – 41 %
- Sähkö + 2%



# Rakennusautomaatiokartoitus



# Sisältö

## Yleistä

- Hyödyntämällä koontigrafiikkakuvat voidaan tehokkaasti seurata rakennusten vointia. Käytännössä ei ole koontikuvia käytössä
- Järjestelmät toteutettu pääsääntöisesti ilman ns. 0-Energia alue jäähdytyksen ja lämmityksen välissä
- IV-koneet pyörivät pääsääntöisesti 24/7 täydellä teholla. Laskemalla tehot yöllä tai käyttämällä muuttuvaa säästetään energia tinkimättä hyvästä ilmanlaadusta aamulla.
- Suositellaan että rakennuksen paine-suhteet mitataan, ilmamäärät tarkistetaan ja paine-ero anturit vaihdetaan 0-piste kalibroinnilla varustetuksi.
- ”vanhat” jäykät pumput vaihdetaan ”älypumpuiksi” niiden vikaantuessa ja verkostot ohjataan verkoston yli paine-erolla



# Sisältö

## Siipi-kohtaisesti merkittävimmät havainnot

### A-siipi

- - Tuloilmakoneiden TK2A LTO:n lämpötilahyötysuhde on huono.
- - Paine-ero lähettimet ovat pääsääntöisesti ilman nollapisteen automaattikalibrointi, tai ovat kalvotoimisia paine-ero kytkimiä. - lv-koneet käy aina täydellä teholla.
- - Aulakone LIK17, lämmitysventtiilin kunto tulee tarkistaa. pienellä avauksella lämmittää ilmaa paljon.
- - Ilmanvaihtokoneiden kokonaisilmamääriä ( $\pm$ ) tulee selvittää. (siipi kohtainen)

### B-siipi

- - Tuloilmakoneiden TK2A ja TK02B LTO:n lämpötilahyötysuhteet oli huonoja.
- - Paine-ero lähettimet ovat pääsääntöisesti ilman nollapisteen automaattikalibrointi, tai ovat kalvotoimisia paine-ero kytkimiä.
- - lv-koneet käy aina täydellä teholla.
- - Ilmanvaihtokoneiden kokonaisilmamääriä ( $\pm$ ) tulee selvittää.
- - VJK01 on häiriötilassa
- - TK4.2 ei saavuta ilmamäärän asetusarvoa
- - LJH, Pumpun vaihdon yhteydessä tulisi harkita mikäli olisi syytä lisätä verkoston yli paine-ero lähetin. Näin voidaan varmistaa että verkoston paine-ero aina on oikea. Suositellaan vaihdettavaksi verkostojen painevahdit paine-antureiksi.
- - Eristystilan paine-ero anturi näyttää 4 Pa vaikka huone on aseteltu tasapainotilaan. Ovi tilatiedot on syytä lisätä. Käytävän ja sulkuilan välinen paine-ero on syytä mitata. Samaa koske TK1 (leikkaus). Mallina TK4.2.



# Sisältö

## Siipi-kohtaisesti merkittävimmät havainnot

### C-siipi

- Tuloilmakoneiden TK1C LT0:n pumpun säätömahdollisuus poistettu järjestelmästä..
- Paine-ero lähettimet ovat pääsääntöisesti ilman nollapisteen automaattikalibrointi, tai ovat kalvotoimisia paine-ero kytkimiä.
- Iv-koneet käy aina täydellä teholla.
- Ilmanvaihtokoneiden kokonaisilmamäärä ( $\pm$ ) tulee selvittää.
- Osasto 8 lattialämmitys, yllämmön pysäytys puuttuu.
- JK8 jäähdytyskoje tulee sitoa TK8 iv-koneen jäähdytystarpeeseen.
- LJH, Lattialämmityspumput suositellaan ohjattavan verkoston paine-eron avulla.
- TK1-CT, TE02 anturin toiminta tulee varmistaa. näyttää 19.2 astetta ja tuloilma on 19.7 astetta
- Jälkilämmitys-/jäähdytyspatterien asetusarvot tulee miettiä uudestaan ettei iv-koneen lämmityspatteri ja jälkijäähdytyspatterit säätyvät yhtä aikaa. Iv-koneen asetusarvo pitää sitoa jälki-lämmitys/jäähdytyspatterien asetusarvoon

### D-siipi

- Tuloilmakoneiden TK5D tuloilmamäärä on 800l/s suurempi kuin poisto.
- Paine-ero lähettimet ovat pääsääntöisesti ilman nollapisteen automaattikalibrointi, tai ovat kalvotoimisia paine-ero kytkimiä.
- Iv-koneet käy aina täydellä teholla.
- Ilmanvaihtokoneiden kokonaisilmamäärä ( $\pm$ ) tulee selvittää.
- KSK ja oviverhokojeet ei ole liitetty automaatiojärjestelmään.
- Kaikista puhatimen virtauspaine-erosta ei lasketa ilmamäärät.
- LJH, Patteriverkoston KL venttiilit tulee tarkistaa. Ei saavuta asetusarvoa.
- Patteriverkoston asetusarvo tulee määrittää alishunttauksista korkeimman pyynnön mukaa. Nyt ohjataan omalla käyrällä.
- IV-piirin asetusarvo tulee säätö ulkolämpötilan mukaan kun mikään iv-konetta ei tarvi kuivatusta. Kun jokin iv-kone tarvii kuivatusta annetaan korotuskäsky iv-piirille



# Sisältö

## Siipi-kohtaisesti merkittävimmät havainnot

### E-siipi

- Tuloilmakoneiden TK2D mitoitusilmamäärä on 2,2 m<sup>3</sup>/s, todellisuudessa +3,5m<sup>3</sup>/s ja - 2,8m<sup>3</sup>/s.
- Paine-ero lähettimet ovat pääsääntöisesti ilman nollapisteen automaattikalibrointi, tai ovat kalvotoimisia paine-ero kytkimiä.
- Iv-koneet käy aina täydellä teholla.
- Ilmanvaihtokoneiden kokonaisilmamääriä (±) tulee selvittää.
- KSK ei ole liitetty automaatiojärjestelmään.
- Kaikista puhatimen virtauspaine-erosta ei lasketa ilmamäärät.
- Erillispoisot PF4E - PF6E ei ole liitetty automaatiojärjestelmään.

### F-siipi

- **Rakennusautomaatio TAC Vista**
- Tuloilmakone 12TK, UPS-huone ylälämmönpoisto, huonelämpötila matala, peltejä ei liitetty automaatioon, 412PKN ei liitetty automaatioon. Raitisilmasuod. on painevahti
- Tuloilmakone 13TK, jääh.konehuone ylälämmönpoisto, ei huonelämpötilaa, peltejä ei liitetty automaatioon, puhaltimista ei liitetty automaatioon. Raitisilmasuod. on painevahti
- Tuloilmakone 11TK, pääkeskushuone/muuntamo, ylälämmönpoisto, huonelämpötila matala, peltejä ei liitetty automaatioon, 411/410PKN ei liitetty automaatioon. Raitisilmasuod. on painevahti
- 407VJK vedenjäähdytyskone,
- **Rakennusautomaatio struxureware**
- Tuloilmakoneiden TK301, IV-koneen Hidas ja nopea paineasetus on sama, IV-kone ei saavuta mitoitus ilmamääriä????, IMS säätimet vähän heittää
- Tuloilmakoneiden TK302, Sisäänpuhalluksen säätö ei toimi (huojuu), FV11 jälkilämmityspatteritarkistettava, IV-kone ei saavuta mitoitus ilmamääriä????, vaunupesukone F302-PF02 turvakytin pois päältä - Tuloilmakoneiden TK303, IV-koneen Hidas ja nopea paineasetus on sama, Sisäänpuhalluksen säätö ei toimi (huojuu), IV-kone ei saavuta mitoitus ilmamääriä????
- Kattopaneeliverkosto, asetus 60C ja mittaus tulos 47C, venttiili täysin auki, lämpöä ei tule. Kaukolämpö antaa 66C
- Paine-ero lähettimet ovat pääsääntöisesti ilman nollapisteen automaattikalibrointi, tai ovat kalvotoimisia paine-ero kytkimiä.
- Huonesäätö, lämpötiloissa heittoa (ulkolämpötila -14) Ei saavuta asetusta
- Kaukolämmön energia kulutukset ei näy rakennusautomaatiojärjestelmässä.



# Sisältö

## Siipi-kohtaisesti merkittävimmät havainnot

### G-siipi

- - Tuloilmakoneiden TK1-SP, Tulo- ja poistopuh. ilmamäärä mittausta puuttuu.
- - Tuloilmakoneiden TK1G ja TK2G, ilmamäärät vähän korkeat. lämpötilahyötysuhteet ovat huonoja.
- - Tuloilmakoneiden TK3G, Tulo- ja poistopuh. ilmamäärä mittausta puuttuu. LT0-piiri poistopaine puuttuu.
- - Tuloilmakoneiden TK4G, Tulo- ja poistopuh. ilmamäärä mittausta puuttuu. LT0-piiri poistopaine puuttuu. LT0:n lämpötilahyötysuhteet ovat huonoja.
- - Paine-ero lähettimet ovat pääsääntöisesti ilman nollapisteen automaattikalibrointi, tai ovat kalvotoimisia paine-ero kytkimiä.
- - Poistoilmapuhaltimet PK06 ja PK07 eivät ole liitetty rakennusautomaatioon.
- - PF16 ei vastaa suunnittelua

### M-siipi

- - VJK11.1 ja VJK12.1 yksi niistä käy aina. TE51.2 anturi rikki.
- - Paine-ero lähettimet ovat pääsääntöisesti ilman nollapisteen automaattikalibrointi, tai ovat kalvotoimisia paine-ero kytkimiä.
- -TK3M, Hyötysuhdelaskenta ei toimi. TE35 ei toimi.



# Sisältö

## Siipi-kohtaisesti merkittävimmät havainnot

### T-siipi

- Paine-ero lähettimet ovat pääsääntöisesti ilman nollapisteen automaattikalibrointi, tai ovat kalvotoimisia paine-ero kytkimiä.
- Pumpun vaihdon yhteydessä tulisi harkita mikäli olisi syytä lisätä verkoston yli paine-ero lähetin. Näin voidaan varmistaa että verkoston paine-ero aina on oikea.
- Suositellaan vaihdettavaksi verkostojen painevahdit paine-antureiksi.
- Energiamittari ja veden kulutusmittari ei ole automaatiojärjestelmässä
- Palopellit ei ole liitetty automaatiojärjestelmään
- IV-koneiden virtauspaine-erosta tulisi laskea ilmamäärät. Mikäli puhaltimien yli paine-ero anturit puuttuvat tulee ne lisätä.
- PF5-PF9, puhaltimien toiminnasta ei ole varmuutta. Tilatieto tulee kontaktorilla mutta ei ole varmuutta toimiiko ilmanvaihto.
- Jäähdytyskonvektorit ja huonesäätimet ei ole liitetty järjestelmään. VJK3 ei ole sidottu tilajäähdytyksen tarpeisiin, ainoastaan iv-koneet 3 ja 4
- IV-koneiden puhallinnopeus säätö kannattaa muuttaa kanavapaine tai ilmamäärä mukaan säädettäväksi. Vakionopeus ei huomioi suodattimien likaantuminen ja vaaran on että paine-suhteet muuttuu talossa. - Kiertoilmakoje ei ole liitetty automaatiojärjestelmään.

### Y-siipi

- Paine-ero lähettimet ovat pääsääntöisesti ilman nollapisteen automaattikalibrointi, tai ovat kalvotoimisia paine-ero kytkimiä.
- Pumpun vaihdon yhteydessä tulisi harkita mikäli olisi syytä lisätä verkoston yli paine-ero lähetin. Näin voidaan varmistaa että verkoston paine-ero aina on oikea. - Palopellit ei ole liitetty automaatiojärjestelmään
- ATK-konesalin kiertoilmakojeet antaa hälytyksen kun avaa sivun.
- PF7-PF14, puhaltimien toiminnasta ei ole varmuutta. Tilatieto tulee kontaktorilla mutta ei ole varmuutta toimiiko ilmanvaihto.
- Ilmastointi pyörii aina täydellä teholla.
- TK4Y, On syytä tarkistaa ilmamäärät. Poisto 200l/s vähemmän kuin tulo.
- VJK1-5 käy aina, vähän tietoja näkyy järjestelmässä. Olisi syytä selvittää saadaanko luettua enemmän tietoa kojeesta.
- LT0:n patterin yli poistopuolella voidaan asentaa paine-ero anturi jolloin tiedetään milloin patteri menee jäähän.



# Sisältö

## Siipi-kohtaisesti merkittävimmät havainnot

### Leikkaussalit

- LS02TK01, Tarkistettavaa jos jäähdytyspatterin venttiili vuotaa. TE4.2 on 21,3°C ja TE10 on 19.6°C. -LS01TK01, painemittaukset (jokainen) vaihtelee, muuttaa arvoa usein, "hyppii ja pomppii"
- IMS säätimet heittelee aika paljon, IMS-17.2140B varsinkin.
- LS3TK01 hyötysuhdetta lasketaan väärin. TE21 Väärässä paikassa grafiikassa
- LS4TK01, tuloilma lämpötilan säätö ei toimi, jatkuvaa huojuntaa esiintyy.
- Leikkaussalien kuivain oli häiriötilassa.

### Lämpökeskus

- Paine-ero lähettimet ovat pääsääntöisesti ilman nollapisteen automaattikalibrointi, tai ovat kalvotoimisia paine-ero kytkimiä.
- TK1, Kone käy vakionopeudella, kiinteällä prosentilla. Tämä ei huomioi suodattimien likaantumista ja pahimmassa tapauksessa saattaa aiheuttaa tasapaino-ongelmia. Hyötysuhde 100%. Ei voi pitää paikkaansa. TE02 anturit kunto tarkistettava
- TK2, Kone käy vakionopeudella, kiinteällä prosentilla. Tämä ei huomioi suodattimien likaantumista ja pahimmassa tapauksessa saattaa aiheuttaa tasapaino-ongelmia. Hyötysuhde lasketaan väärin, 100%. Ei voi pitää paikkaansa. TE02 anturit kunto tarkistettava - Lämmönjako uusitaan patologian laboratorion saneerauksessa



# Sisältö

## Siipi-kohtaisesti merkittävimmät havainnot

### Psykiatria

- - Paine-ero lähettimet ovat pääsääntöisesti ilman nollapisteen automaattikalibrointi, tai ovat kalvotoimisia paine-ero kytkimiä.
- - Oviverhopuhaltimet ei ole liitetty rakennusautomaatioon.
- - Poistoilmapuhaltimet PK06 ja PK07 eivät ole liitetty rakennusautomaatioon.
- - Kaukolämmön energia kulutukset ei näy rakennusautomaatiojärjestelmässä.
- - Pumpun vaihdon yhteydessä tulisi harkita mikäli olisi syytä lisätä verkoston yli paine-ero lähetin. Näin voidaan varmistaa että verkoston paine-ero aina on oikea.
- - Suositellaan vaihdettavaksi verkostojen painevahdit paine-antureiksi.
- - Energiamittari ja veden kulutusmittari ei ole automaatiojärjestelmässä
- - Palopellit ei ole liitetty automaatiojärjestelmään
- - PF3-PF7, puhaltimien toiminnasta ei ole varmuutta. Tilatieto tulee kontaktorilta mutta ei ole varmuutta toimiiko ilmanvaihto.
- - IV-koneiden virtauspaine-erosta tulisi laskea ilmamäärät. Mikäli puhaltimien yli paine-ero anturit puuttuvat tulee ne lisätä.
- - Huonesäädöt 00.06P ja 00.07P ei saavuta huoneasetusarvoa



# Sisältö

## Siipi-kohtaisesti merkittävimmät havainnot

### Päihdekeskus

- Paine-ero lähettimet ovat pääsääntöisesti ilman nollapisteen automaattikalibrointi, tai ovat kalvotoimisia paine-ero kytkimiä.
- Pumpun vaihdon yhteydessä tulisi harkita mikäli olisi syytä lisätä verkoston yli paine-ero lähetin. Näin voidaan varmistaa että verkoston paine-ero aina on oikea.
- Suositellaan vaihdettavaksi verkostojen painevahdit paine-antureiksi.
- Kaukolämmön energiamittari ja veden kulutusmittari ei ole automaatiojärjestelmässä
- Kiertoilmakone ei ole liitetty automaatioon.
- Palopelleistä ei ole liitetty tilatiedot automaatioon
- PF03-PF5, puhaltimien toiminnasta ei ole varmuutta. Tilatieto tulee kontaktorilta mutta ei ole varmuutta toimiiko ilmanvaihto.
- IV-Koneet käyvät vakionopeudella, kiinteällä prosentilla. Tämä ei huomio suodattimien likaantumista ja pahimmassa tapauksessa saattaa aiheuttaa tasapaino-ongelmia

### L- ja K-osa

- Pumpun vaihdon yhteydessä tulisi harkita mikäli olisi syytä lisätä verkoston yli paine-ero lähetin. Näin voidaan varmistaa että verkoston paine-ero aina on oikea.
- Paine-ero lähettimet ovat pääsääntöisesti ilman nollapisteen automaattikalibrointi, tai ovat kalvotoimisia paine-ero kytkimiä.
- Suositellaan vaihdettavaksi verkostojen painevahdit paine-antureiksi.
- Energiamittari ja veden kulutusmittari ei ole automaatiojärjestelmässä
- TK02 iv-koneella on matala hyötysuhde
- IV-koneiden tehonrajoitusohjelma ei rajoita tulo ja poistopuhallinta yhtä paljon, suhde ei säily.
- Palopellit ei ole liitetty automaatiojärjestelmään
- Eristys huoneiden ovi tilatiedot on hyvä lisätä automaatiojärjestelmään.
- Eristyshuoneiden sulkutilojen ja käytävien paine-ero on hyvä mitata.
- VJK3.3 ei ole sidottu TK18 kuivatustarpeisiin.
- TK17 iv-koneella huono hyötysuhde. LTO rajoitus nostettu +6 asteeseen.



# Sisältö

## Siipi-kohtaisesti merkittävimmät havainnot

### Maria-Katariina

- Tuloilmakoneiden TK01, TK02 ja TK03 LT0:n lämpötilahyötysuhteet ovat huonoja.
- - Paine-ero lähettimet ovat pääsääntöisesti ilman nollapisteen automaattikalibrointi, tai ovat kalvotoimisia paine-ero kytkimiä.
- - KIK puhaltimet ei ole liitetty rakennusautomaatioon.
- - Poistoilmapuhaltimet PK06 ja PK07 eivät ole liitetty rakennusautomaatioon.
- - Kaukolämmön energia kulutukset ei näy rakennusautomaatiojärjestelmässä.



