



**Visions of  
Tomorrow**

**Engineered  
Today**

# Hukkalämmöt, lämpöpumput ja sähköistyminen

Motivan yhteishanke – työpaja  
8.11.2022

# Sisällys

## Kenttäselvitykset

1. Boliden Kokkola
2. Boliden Kevitsa
3. Orion Espoo
4. Rudus Tuusula
5. Rudus Vanttila

## Kirjoituspöytäselvitykset

1. Umicore Kokkola
2. SSAB Hämeenlinna

# Boliden Kevitsa

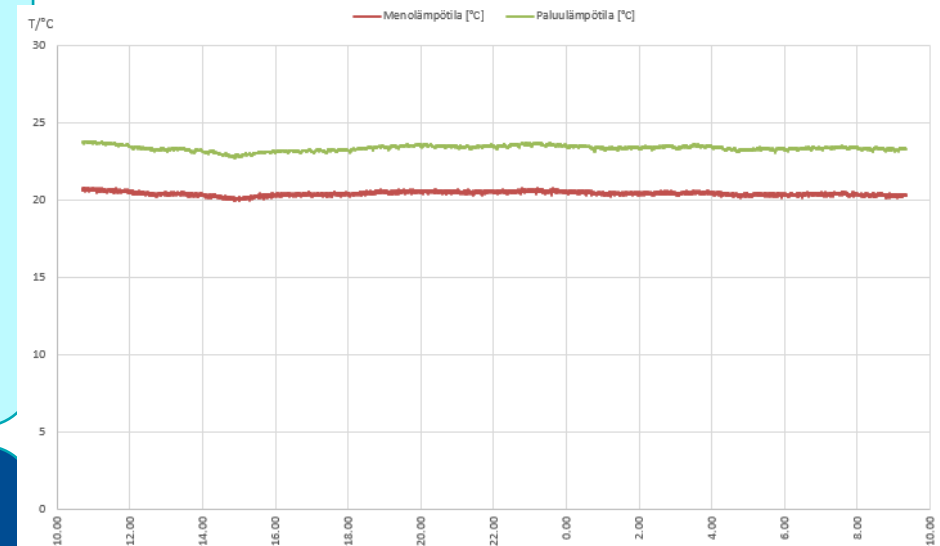
# Tausta ja tavoite

## Kuvaus nykytilasta

- Tuotantoprosessi on hyvin energiantensiivinen, etenkin sähköä kuluu tuotannossa huomattavan paljon.
- Rikastamoalueen tehdasrakennukset lämmitetään alueella olevalla ulkoisen toimijan operoimalla lämpölaitoksella, joka käyttää polttoaineenaan talvisin haketta ja kesäaikana hakekattilan minimitehon (1 MW) alittuessa polttoöljyä.
- Jauhinmyllyjen moottorit, hydraulikkayksiköt sekä mm. paineilmakompressorien jäähdytys tuottavat hukkalämpöä

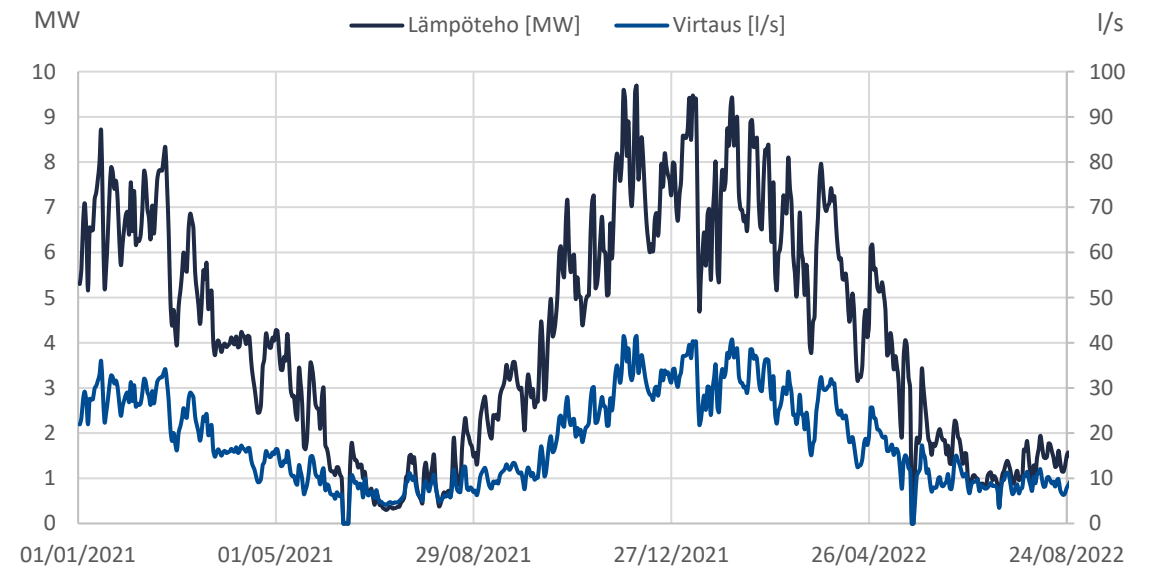
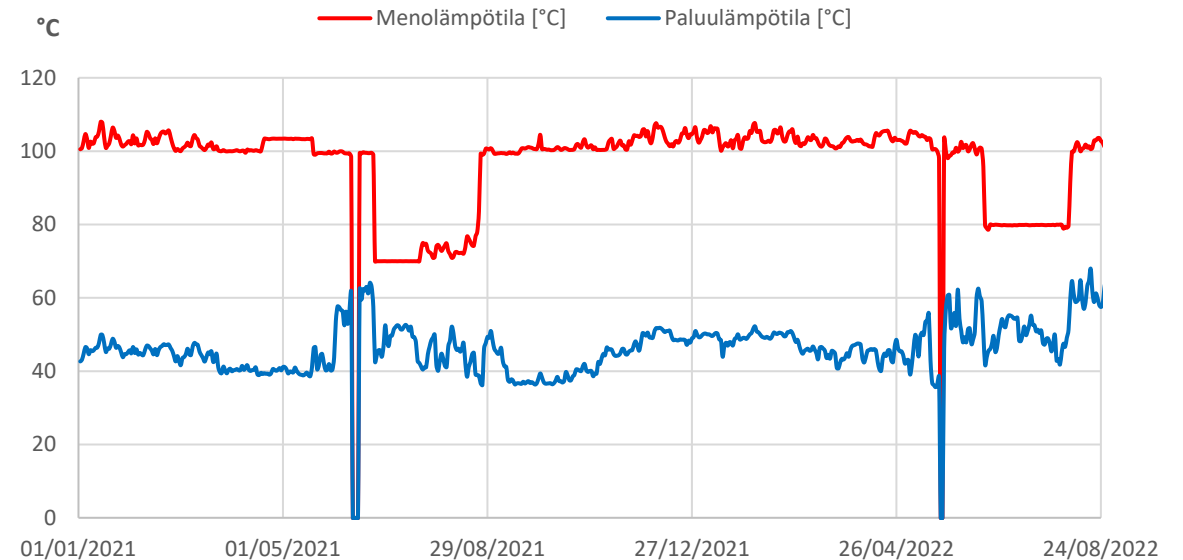
## Tavoite

- Työn tavoitteena on selvittää, kuinka hukkalämpöä voitaisiin hyödyntää rakennusten lämmitykseen, korvaamaan lämpölaitoksella tuotettua lämpöä ja etenkin kesäaikaista polttoöljyn käyttöä.

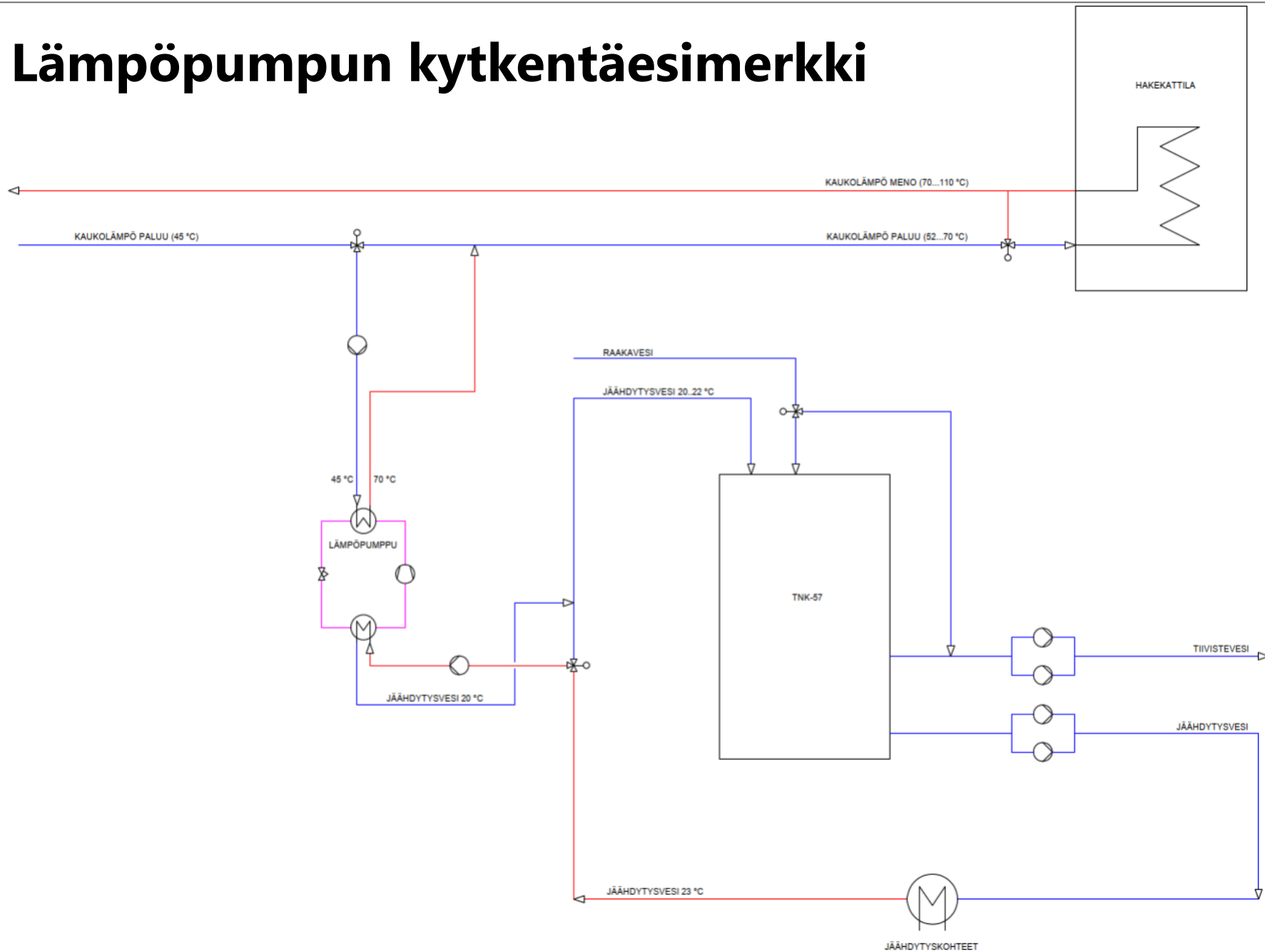


# Yhteenveto

- Jäähdytysvedestä on saatavilla tehoa jatkuvasti ainakin noin 1,5 MW teholla lämpötilanmuutoksella 23 -> 20 °C.
- Hukkalämpöä voitaisiin lämpöpumpun avulla hyödyntää tuottamaan lämpöä lämpöverkkoon
- Mitoitus lämpöpumpulle esim:
  - Kesäaikana öljykattilan käytön korvaaminen ja talviaikana hakekattilan syöttöveden esilämmitys (kytkentä KL-verkon paluupuolelle). Mitoitusteho noin 1 MW, jäähdyttää jäähdytysvettä osittain.



# Lämpöpumpun kytkentäesimerkki



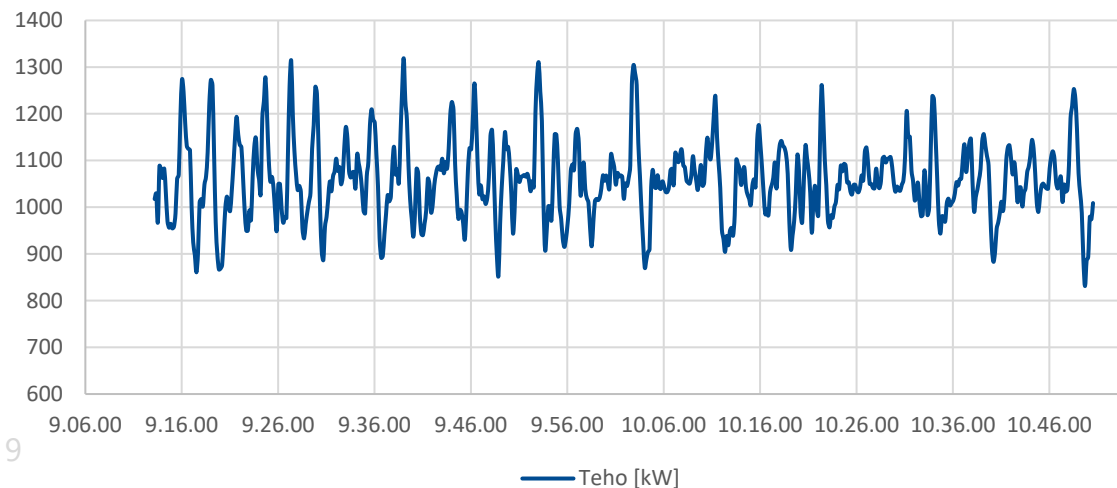
# Boliden Kokkola



# Tausta ja tavoite

## Kuvaus nykytilasta

- Boliden Kokkola Oy tuottaa sinkkiä ja rikkihappoa Kokkolan suurteollisuusalueella.
- Prosessin höyrynkäytössä syntyvät lauhteet sisältävät kattilalle haitallisia epäpuhtauksia, minkä vuoksi niitä ei voida palauttaa.
- Bolidenin tehdasrakennukset lämmitetään Kokkolan Energialta ostetulla kaukolämmöllä.

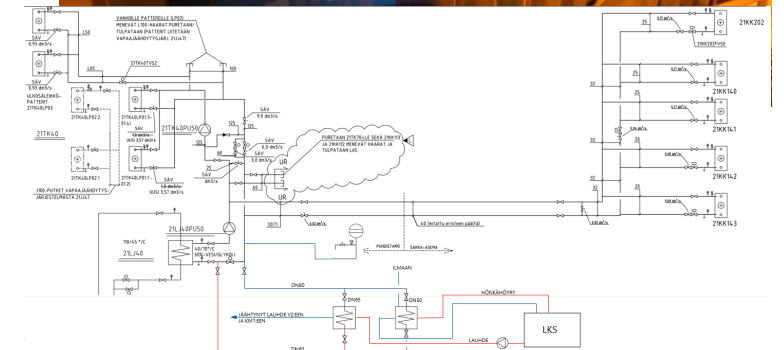


## Tavoite

- Työn tavoitteena on selvittää, kuinka lauhteen hukkalämpöä voitaisiin hyödyntää leikkaamaan kaukolämmön huipputehoa ja vähentämään kaukolämmön kokonaiskulutusta.
- Lisäksi selvityksessä huomioidaan lauhteenkeruusäiliön hönkähöyryn lämmöntalteenottopotentiali.

# Yhteenveto

- Lauhteen ja hönkähöyryn lämmöntalteenottopotentiali on merkittävä. Lämpö on helposti talteenotettavissa ja siirrettävissä puhdistamon lämmityspiiriin. Hukkalämpötehoa on jatkuvasti saatavilla yhteensä noin 1,5 MW lämpötilassa 90 °C.
- Kaukolämmön säästöpotentialit ja kannattavuus:
  - Lauhde-LTO: Kaukolämmön säästö 4750 MWh/a, TMA alle 1 vuosi
  - Hönkä-LTO: Kaukolämmön säästö 3100 MWh/a, TMA alle 1 vuosi
  - Lauhde+Hönkä-LTO: Kaukolämmön säästö 4900 MWh/a, TMA alle 1 vuosi
- Mikäli lauhdetta jäähdytettäisiin edelleen 45 -> 10 °C, saataisiin lämpöpumpputekniikkaa hyödyntämällä vielä noin 1 MW:n verran lämpöä 90 °C:ssa hyödynnettäväksi. Puhdistamon lämpöverkko ei kuitenkaan niele lämpöä niin paljon, joten lämpö tulisi siirtää kauemmas. Mikäli Bolidenin tehdasrakennuksilla olisi oma alueverkko, voitaisiin hukkalämpöjä hyödyntää sen lämmitykseen.



# Rudus Tuusula / Vanttila

# Rudus Oy, Yhteishankkeeseen osallistuminen

- Ympäristövastuuohjelmamme on neljä painopistettä:
  - Hiilijalanjälki
  - Hiilikädenjälki
  - Kiertotalous
  - Luonnon monimuotoisuus
- Ruduksen tavoite on puolittaa hiilijalanjälki koko arvoketjun osalta vuoteen 2035 mennessä.
- Suorien päästöjen osalta haemme vähennyksiä energiatehokkuutta parantamalla sekä siirtymällä mahdollisuuksien mukaan päästöttömiin tai vähäpäästöisiin energiamuotoihin.



# Rudus Oy, Selvityskohde ja tavoitteet

- Ruduksella on aktiivisessa käytössä n. 50 valmisbetoniasemaa sekä 17 betonituotetehdasta. Lähes kaikissa käytetään kevyttä polttoöljyä raaka-aineiden (kiviaines ja vesi) ja kiinteistön lämmitykseen.
- Selvityksen tavoitteena oli tutkia erilaisia vaihtoehtoja polttoöljyn korvaamiseksi kahdella eri toimipaikalla (valmisbetoniasema ja betonituotetehdas).
- Tavoitteena oli löytää kustannustehokkaita vaihtoehtoja/parannuksia nykyiseen lämmitysjärjestelmään, CO<sub>2</sub> -päästöjen pienentämiseksi.



# Rudus Oy, Nykytila ja tarkastelut

## Kuvaus nykytilasta:

- Tuotantoprosessi vaatii talvisin kiviaineksen lämmitystä sekä kuumaa vettä betonimassaan ja betoniautojen pesuun. Samaa laitteistoa käytetään lisäksi kiinteistön lämmitykseen.
- Lämpö tuotetaan betonituotantoon kehitetyllä Turbomatic öljykattilalla.
- Lämmitysenergiasta 80-100 % kuluu lämpimän veden tuotantoon, savukaasut ohjataan kiviainessiiloihin ja maataskuun, joissa jäinen kiviaines sulatetaan. Kiviaineksen lämmitys tapahtuu hyvin lyhytkestoisissa jaksoissa, jolloin hetkittäiset tehontarpeet ovat suuria, mutta kokonaiskäyttöaika ja energiankulutus pientä.

## Tarkasteltuja vaihtoehtoja olivat:

- Kuuman veden tuottamiseksi
  - Hukkalämpöjen talteenotto
  - Lämpöpumppu
  - Sähkökattila
  - Uusiutuva polttoöljy
  - Suuremmat sähkövastukset nykyiseen Turbon kattilaan
- Kiviaineksen lämmittämiseksi
  - Höyrykehitin
  - Kuuma ilma
  - Kuuma ilma + höyry
  - Erillinen turbohöyrygeneraattori
  - Jäisen kiviaineksen sulatus ennen toimitusta

# Rudus Oy, Yhteenveto tuloksista

## Kuuman veden lämmitys

- Hukkalämpöjen talteenotto:** Joitakin hukkalämmönlähteitä tunnistettiin Tuusulan tehtaalla, mutta ne ovat pieniä ja hajallaan ympäri tehdasrakennusta. Vanttilassa ei tunnistettuja hukkalämmön lähteitä.
- Lämpöpumppu:** ei sovellu kohteiden ainoaksi lämmönlähteeksi, sillä investointikustannus on suuri, tuotettava lämpöenergiamäärä tarvittavaan tehoon nähden pieni ja lämpökerroin kylmimpään aikaan heikko. Hybridijärjestelmä, missä kiinteistö lämmitetään osittain/pääasiassa lämpöpumpulla (erityisesti betonituotetehdas) näyttää järkevältä, mutta asiaa on vielä selvitettävä.
- Sähkökattila:** Investointina suhteellisen edullinen ja yksinkertainen, mutta lämmöntuotantokustannus on suoraan sähkön hinnasta riippuvainen. Lisäksi vaatii suuren sähkösyötön.
- Turbon käyttämän polttoöljyn vaihto uusiutuvaan:** Uusia laiteinvestointeja ei tarvittaisi. Edullinen muutos, jolla saavutettaisiin jopa 90 % CO<sub>2</sub>-päästövähennykset, mutta polttoaine on kalliimpaa.
- Sähkövastusten asentaminen Turbon kattilaan:** Uusia laiteinvestointeja ei tarvittaisi, mutta vastusten asentaminen vesitilaan vaatii työtä ja suuren sähkösyötön. Lämmöntuotantokustannus riippuu suoraan sähkön hinnasta. Kapasiteetti ei todennäköisesti riittäisi Vanttilan tarpeeseen.

# Rudus Oy, Yhteenveto tuloksista

## Kiviaineksen lämmitys (Turbohöyryn korvaus)

- 1. Nykyisen Turbon käyttövoiman vaihto uusiutuvaan dieseliin:** Uusia laiteinvestointeja ei tarvittaisi. Edullinen muutos, jolla saavutettaisiin jopa 90 % CO<sub>2</sub>-päästövähennykset, mutta polttoaine on kalliimpaa. Kuuman veden tuotanto olisi edelleen yhteydessä Turbohöyryn tuotantoon.
- 2. Höyrynkehitin:** Ei sovellu hyvin lämmitykseen, liiallisen kosteuden takia.
- 3. Kuuma ilma:** Kiviaineksen viipymä siloissa on lyhyt, eikä ilman entalpia ole riittävä sulattamaan jäätä tarpeeksi nopeasti.
- 4. Kuuma ilma + höyry:** Voisi toimia (vrt. Turbohöyry), mutta valmiita tuotteita ei olemassa. Vaatisi paljon suunnittelua ja investointeja.
- 5. Erillinen turbohöyrygeneraattori ja uusiutuva diesel:** Kuuman veden tuotanto erotettaisiin Turbohöyryn tuotannosta kokonaan, mutta vaatisi investoinnin uuteen laitteeseen.
- 6. Jäisen kiviaineksen sulatus ennen tehtaalle tuontia:** Turbohöyryn käytöstä voitaisiin luopua kokonaan. Kiviaineksen lämmityksen tehontarve olisi huomattavasti nykyistä pienempi, koska viipymäaika olisi pidempi. Voittaisiin toteuttaa esim. Ilmakuivauksella (viirakuivain tms.). Vaatisi uusia investointeja.



# Rudus Oy, Lopputulema

- Nykyinen Turbomatic lämmitysjärjestelmä on varsin tehokas raaka-aineiden lämmittämiseen, eikä sen korvaamiseen (kokonaan) löytynyt kustannustehokasta ratkaisua.
- Kustannustehokas ratkaisu näyttäisi löytyvän hybridijärjestelmästä, missä osa kuumasta vedestä tuotetaan lämpöpumpulla ja saadaan siten vähennettyä polttoöljyn kulutusta. Tämä on järkevää kohteissa, missä kiinteistön lämmittämiseen menee merkittävä osa kulutuksesta. Selvitettävä vielä tarkemmin ja mitoitettava toimipaikkakohtaisesti erikseen.
- Lisäksi vaihto uusiutuvaan polttoöljyyn → Lämmityksestä aiheutuvat päästöt alenevat yli 90%
- Turbomaticin käytön vähentämiseksi kannattaa selvittää mahdollisuuksia kiviaineksen lämmitystarpeen pienentämiseksi. Esim. Varastoinnin ja lastauksen kehittäminen kiviainestoimipaikalla.
- Turbomaticin käytön vähentämiseksi kannattaa selvittää mahdollisuutta alentaa pesuvesien lämpötilaa esim. Sääto ulkolämpötilan mukaan.

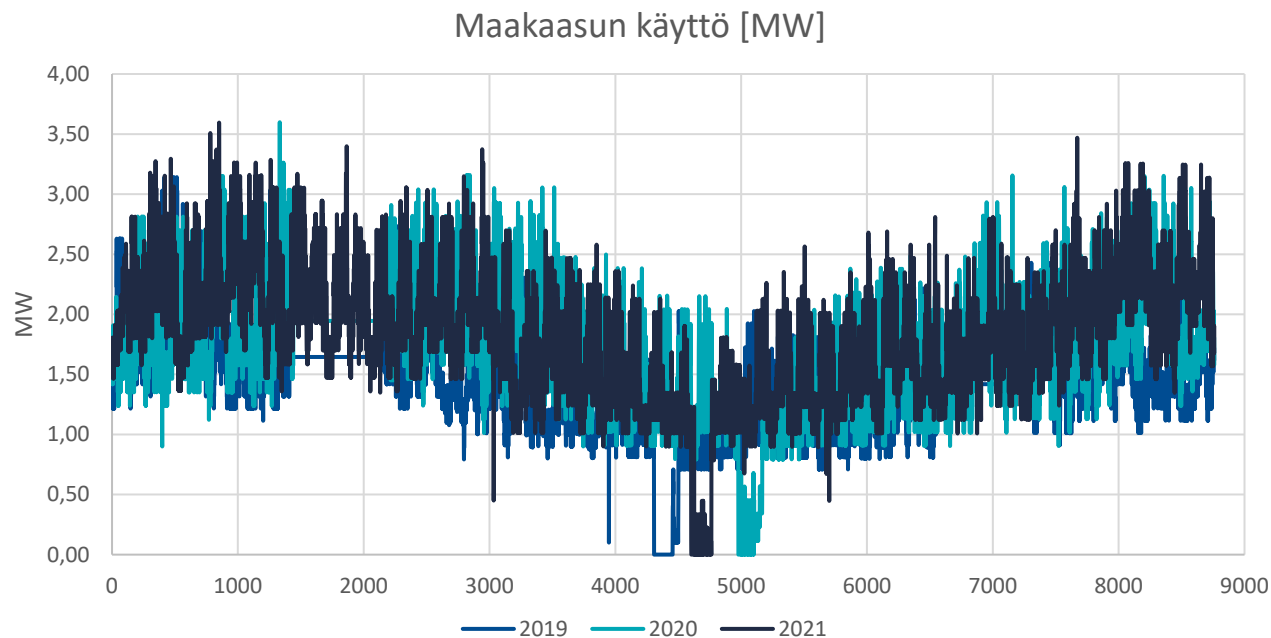
Toimipaikkäkäynnit tehtiä elokuussa, jolloin mahdollisuuksia varsinaisiin mittauksiin lämmityksen kulutuksista ei ollut.

# Orion Espoo

# Tausta ja tavoite

## Kuvaus nykytilasta

- Höyryntuotanto maakaasulla (ulkoistettu erilliselle toimijalle)
- Höyrynkulutuskohteet hajautuneet eri puolille tonttia eri rakennuksiin. Kulutus painottuu päivätunneille, mutta pohjakuormakin on suuri.



## Tavoite

- Tavoitteena tutkia eri vaihtoehtoja höyryn (tai lämmön) tuottamiseksi
  - Sähkökattila
  - Suora sähköistys
  - Lämpöakuteknologia
  - Jokin kombinaatio yllä mainituista
- Toisena tavoitteena kartoittaa kulutuskohteiden sijainnin painopisteet ja arvioida höyry- ja lauhdejärjestelmän muutostarpeita mikäli höyryntuotanto esimerkiksi on hajautettua

# Yhteenveto

- **Sähkökattila:** höyryn hinta riippuu suoraan sähkön hinnasta, yösähköä ei kyetä hyödyntämään. Sähköliittymän muutos suuri kustannus → Ei houkutteleva
- **Suora sähköistys:** kaikkia höyrynkulutuskohteita ei voida sähköistää → Ei mahdollinen
- **Lämpöakkuteknologia:** houkutteleva, halvat tunnit saadaan hyödynnettyä, kulutuksen parempi monitorointi helpottaisi latauksen ja purkamisen optimointia
- **Jokin kombinaatio yllä mainituista:** Osa prosesseista olisi sähköistettävissä, helpottaisi lämpöakun mitoitusta. Vaatii jonkin verran prosessiteknistä tarkastelua



# Umicore Kokkola

# Tausta ja tavoite

## Kuvaus nykytilasta

- Umicore Finland Oy jalostaa kobolttia ja valmistaa akkumateriaaleja Kokkolan suurteollisuusalueella.
- Tuotantoprosessissa syntyy jatkuvasti 30...40 °C jätevettä, jonka hukkalämpöpotentiaalin Umicore on tunnistanut.
- Umicoren tehdasrakennukset lämmitetään Kokkolan Energialta ostetulla kaukolämmöllä.

## Tavoite

Työn tavoitteena on selvittää, kuinka jäteveden hukkalämpö voitaisiin hyödyntää tehdasrakennusten kaukolämmityksen korvaamiseen lämpöpumpun avulla.

Jäteveden lämpötila [°C]



Virtaus [m<sup>3</sup>/h]



Hukkalämpöteho [MW]

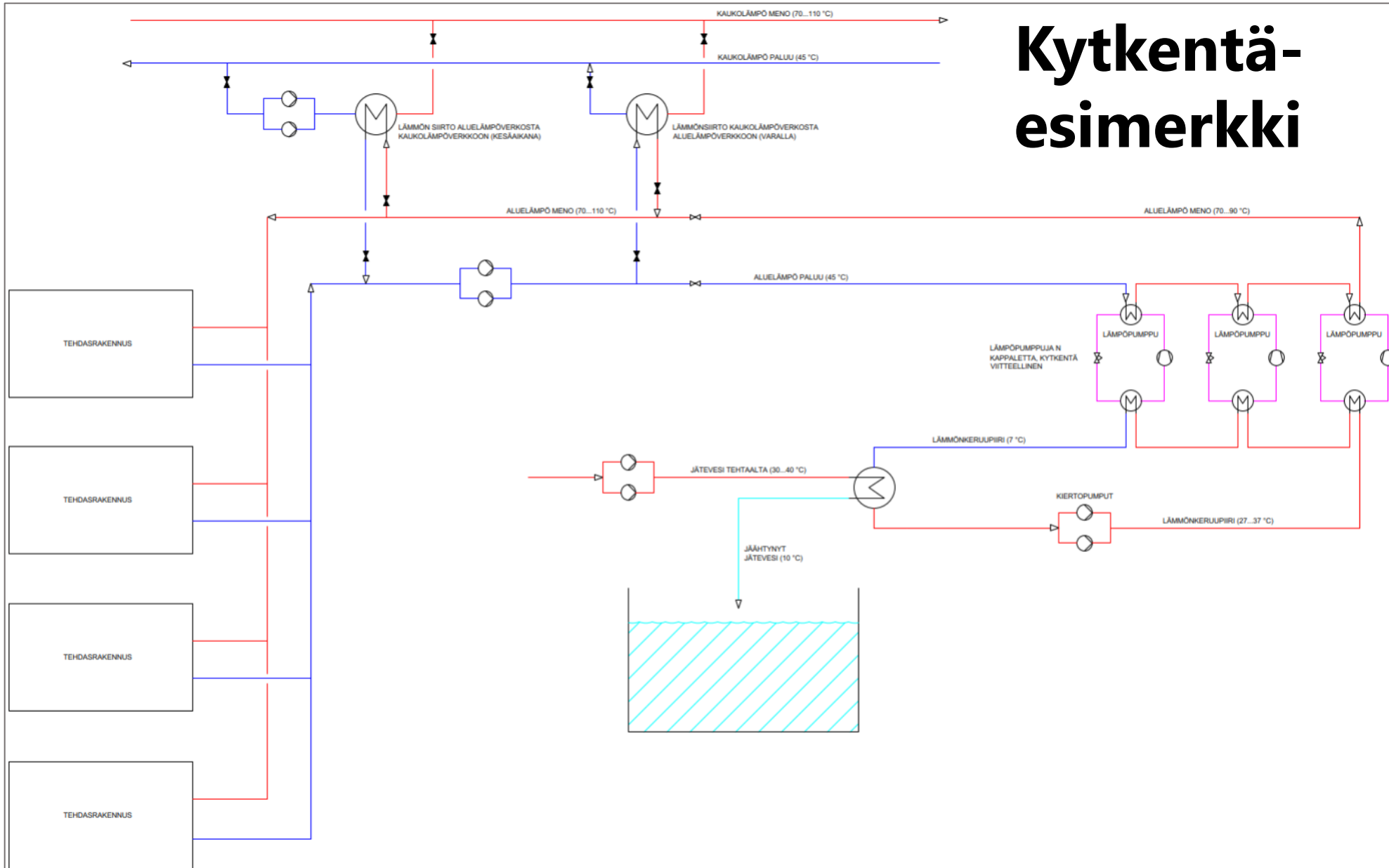


01/08/2021 30/09/2021 29/11/2021 28/01/2022 29/03/2022 28/05/2022 27/07/2022 25/09/2022

# Yhteenveto

- Jäteveden hukkalämmön hyödyntämispotentiaali on huomattavan suuri. Lämmönlähteestä tekee suotuisan sen jatkuva saatavuus ja hyvä lämpötilataso.
- Lämpöpumpun avulla hukkalämmöstä pystyttäisiin tuottamaan kaukolämpöä noin 12 MW:n teholla lämpökertoimen (COP) ollessa vuositasolla noin 3,5.
- Tuotettavan kaukolämmön lämpötilatason vaikutus investoinnin kannattavuuteen on merkittävä, minkä vuoksi tarvittavaa lämpötilatasoa tulisi tarkastella kriittisesti ja selvittää, onko todella tarve käyttää lämmitykseen 110 °C vettä talvisin.
- Investoinnin kannattavuus muuttuu paremmaksi, mikäli ylimääräinen kesällä tuotettu lämpö saadaan myytyä Kokkolan Energialle tai jollekin muulle tehtaalle teollisuusalueella. Toinen vaihtoehto olisi mitoittaa lämpöpumppulaitos pienemmäksi, jolloin investoinnin kannattavuus pelkkää lämpöpumppulaitosta tarkasteltaessa voisi parantua, mutta lämpöä menisi edelleen jäteveden mukana hukkaan merkittävästi.

# KytKentä- esimerkki





# SSAB Hämeenlinna

# Tausta ja tavoite

## Kuvaus nykytilasta

- SSAB tuottaa Hämeenlinnan tehtaallaan metalli- ja maalipinnoitettuja tuotteita, kuten teräskeloja, -nauhoja, -rainoja sekä putkia.
- Tuotannossa syntyy paljon hukkalämpöä, josta merkittävä osa siirtyy ulkoilmaan.

## Tavoite

- Työn tavoitteena on selvittää, kuinka tehdasrakennuksen poistoilmasta voitaisiin ottaa lämpöä talteen. Ilmanpoisto tapahtuu useilla katossa olevilla poistoilmapuhaltimilla ja huippuimureilla. Poistettavan ilman lämpötila vaihtelee sijainnin mukaan.
- Ongelmana on kattorakenteiden kuormituksen kestävyys. Rakennettavan LTO-järjestelmän tulisi olla kevyt, mikäli se rakennetaan katon varaan.

SSAB Hämeenlinna					Lämpötila [°C]	
Tunnus	Koje	Vaikutusalue	T [°C]	V [m³/s]	5	15
					teholaskenta [kW]	
	Poistopuhallin	ALUE 1	67	45	3348	2808
	Huippuimuri	"	35	16,7	601	401
	"	"	35	16,7	601	401
	"	"	35	16,7	601	401
	"	"	44	16,7	782	581
	"	"	44	16,7	782	581
	"	ALUE 2	39	14,1	575	406
	"	"	39	14,1	575	406
	"	"	44	14,1	660	491
	"	"	44	14,1	660	491
	"	"	43	14,1	643	474
	"	"	43	14,1	643	474

ALUE 1 YHTEENSÄ: 6715 kW (5 °C), 5173 kW (15 °C)

ALUE 2 YHTEENSÄ: 3756 kW (5 °C), 2742 kW (15 °C)



# Yhteenveto

- Kuvan periaatteella toimivalla poistoilman uudelleenkanavoinnilla lämpö saataisiin talteen tehokkaasti, mutta järjestelmä vaatisi järeitä muutoksia ja suuria investointeja.
- Tarkastelussa oli myös poistoilma-aukkoihin sijoitettavat vesikiertoiset lämmönkeruuputket, mutta niillä talteen saatava lämpöteho jää hyvin pieneksi.

