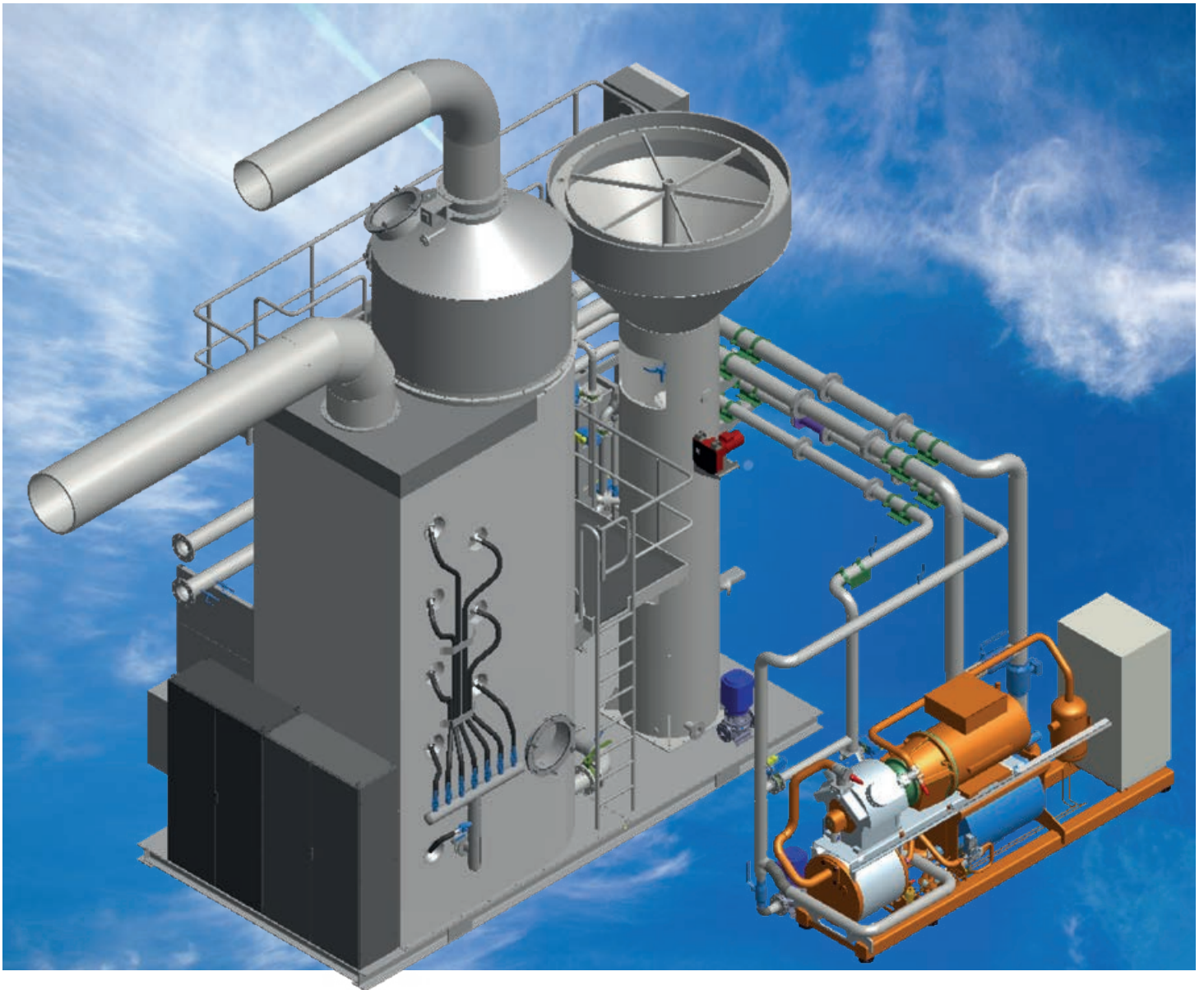




**Caligo**  
*-savukaasupesurijärjestelmä*

# Lämmön talteenoton vallankumous

## Caligo-savukaasupesuri

*Biolämpölaitosten savukaasujen mukana poistuu ilmakehään edelleen merkittävä määrä lämpöenergiaa riippumatta polttotekniikan energiatehokkuudesta. Perinteisten savukaasulauhduttimien haasteena on niiden lämmön talteenottotehon riippuvuus kaukolämpöverkon paluulämpötilan tasosta. Jos paluulämpötila on korkea, lauhduttimessa ei aliteta riittävästi savukaasujen kastepistelämpötilaa ja lauhtuminen jää vaatimattomaksi. Riittävä savukaasujen lauhtuminen on edellytys tehokkaalle lämmön talteenotolle. Olemme ratkaisseet ongelman kytkemällä lämpöpumpun osaksi pesurin lämmöntalteenottoa. Vuositason energiansäästössä ero perinteisiin ratkaisuihin on merkittävä.*

**C**aligo CSX edustaa savukaasupesureiden uutta sukupolvea. CSX:n huippuunsa viritetyt lämmön talteenotto-ominaisuudet perustuvat lämpöpumpun ja pesurin lauhdutinvyöhykkeen termodynaamiseen yhteistyöhön optimaalisen lauhtumisen ja lämmön siirtymisen aikaansaamiseksi lauhdutinyksikössä.

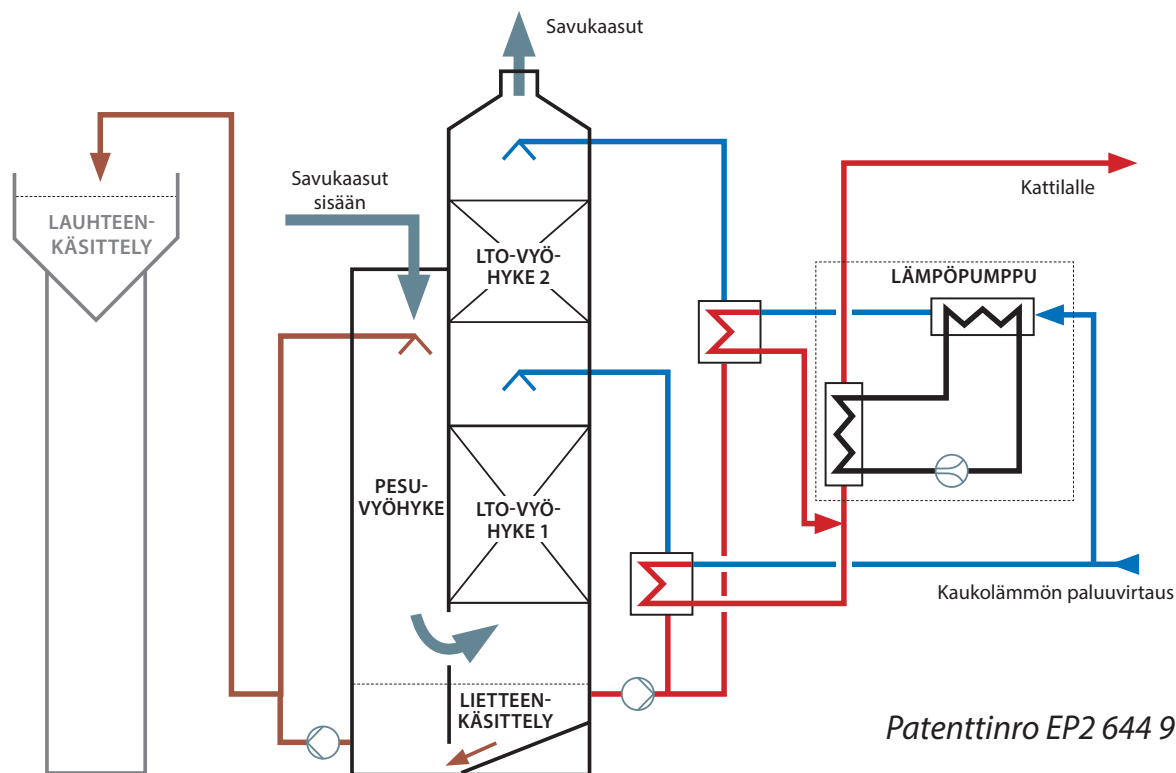
CSX:n lämmön talteenotto toimii lähes riippumatta kaukolämpöverkoston paluulämpötilasta. Lämpöpumpulla säädämme dynaamisesti pesurin lauhdekierron lämpötilaa siten, että lauhdutinyksikön lauhdekierto on joka tilanteessa riittävästi savukaasujen kastepistelämpötilan alapuolella. Lauhtuminen tapahtuu varmasti ja lauhtumisikkuna on aina riittävän suuri.

Polttaessa massakosteudeltaan 50 % haketta kaukolämpöverkon paluulämpötilan ollessa samanlaisesti 60°C CSX:n lämmön talteenottoteho on edelleen yli 20 %. Vastaavissa olosuhteissa perinteisen pesurin lämmön talteenotto laskee n. 6 %:iin.



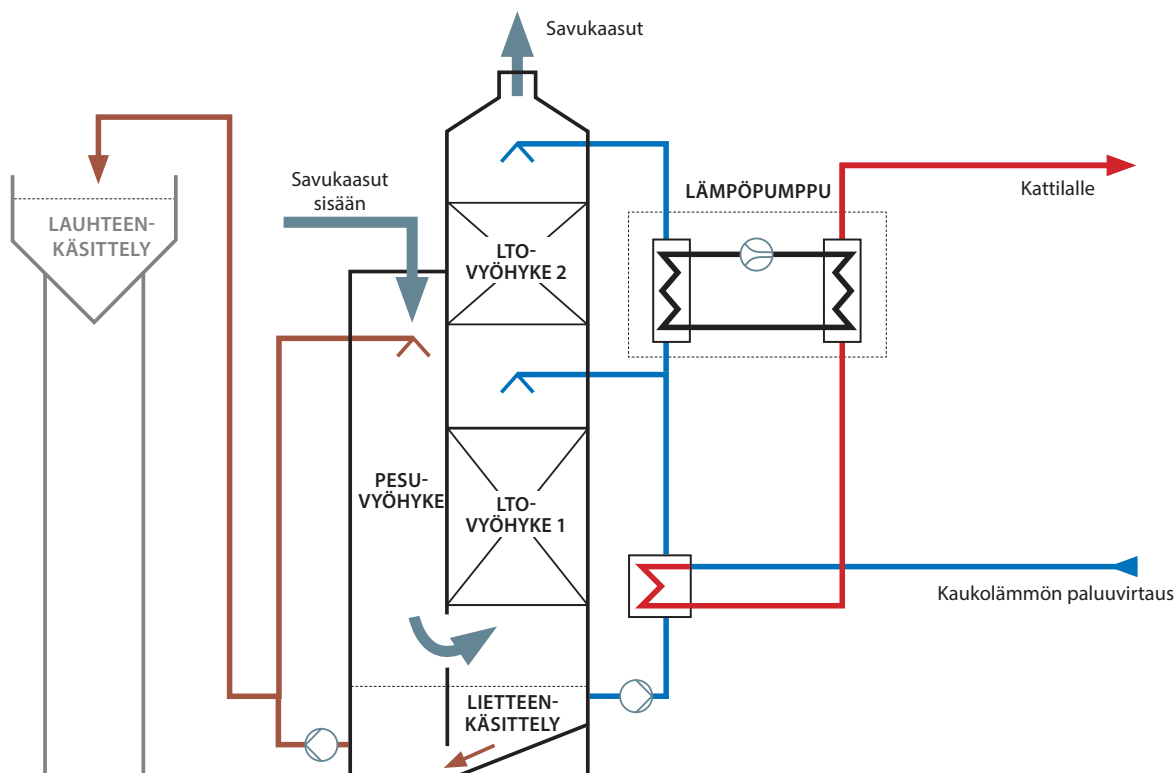
## Caligo PHP-kytkentä

kaukolämmön paluulämpötila 65°C:een asti



## Caligo SHP-kytkentä

kaukolämmön paluulämpötila 80°C:een asti



### **Energiatehokkuutta lämpöpumpulla**

Caligo CSX:ssä käytetään lämpöpumppuratkaisuja, jotka on mitoitettu ja suunniteltu erityisesti pesurin lauhdutinvyöhykkeen toimintaa silmällä pitäen. Lämpöpumpun pääosat, kuten höyrystin, lauhdutin ja kompressorin, mitoitetaan erikseen kutakin toimitettavaa pesuria varten sekä integroidaan osaksi lämmön talteenottokokonaisuutta patentoidun kytkennän avulla.

Lämpöpumpun ohjaus ja säätö on toteutettu pesurin automaatiojärjestelmällä. Lämpöpumpun termoisena käytetään pääsääntöisesti ammoniakia toiminta-alueen säädettävyyden sekä korkean hyötysuhteen takaamiseksi. Tyypillisesti PHP-kytkentäisen lämpöpumpun COP<sub>h</sub>-arvot ovat välillä 7–9 ja SHP-kytkennässä 5–6.

Lämpöpumpun lämmön talteenotto on toteutettu energiatehokkaasti. Lämpöpumpulla aikaansaatua kaukolämpöveden jäähdytys ei hukkaa lämpöä, vaan lämpö siirretään pesurin ohi takaisin kaukolämpökiertoon. Samoin lämpöpumpun sähkömoottorin ja mekaniikan tuottama hukkalämpö siirretään hyötyenergiaksi kaukolämpökiertoon.

### **Kaksi tehokasta lämpöpumppukytkeä**

Johtuen laitosprosessiarvojen vaihtelusta Caligo on kehittänyt kaksi tehokasta kytkentätapaa lämpöpumpun ja pesurin välille. Molemmista kytkennöissä käytetään kahta lämmöntalteenottovyöhykettä pesurin lauhdetornin sisällä. Alempi vyöhyke on kaukolämmön paluuvirtauksen aikaansaamalle peruslauhtumiselle ja ylemmässä vyöhykkeessä hyödynnetään lämpöpumpun tuottamaa viilennystä lauhtumisen tehostamiseksi.

Niin sanottu rinnankytketty lämpöpumppu (Parallel Heat Pump, PHP) mahdollistaa lämpöpumpun käytön kohteissa joissa kaukolämmön paluuvirtauksen lämpötila pysyy alle 65°C:een. Kytkennässä ylemmän ja alemman lämmöntalteenottovyöhykkeen lämmönsiirtimet on kytketty rinnan. Sovellus mahdollistaa parhaan lämmöntalteenoton markkinoiden pienimmällä energiankulutuksella. Tämän lisäksi kytkentä mahdollistaa lämpöpumpun mitoituksen optimoinnin ja tämän myötä lyhyen takaisinmaksuajan pesurin kokonaisinvestoinnille.

Sarjaan kytketty lämpöpumppu (Serial Heat Pump, SHP) mahdollistaa lämpöpumpun käytön kohteissa joissa kaukolämmön paluuvirtauksen lämpötila nousee jopa 80°C:een. Tässä kytkennässä ylemmän ja alemman lämmön talteenottovyöhykkeen lämmönsiirtimet on kytketty sarjaan. Kun kaukolämpövirtauksen paluulämpötila on riittävästi alle kastepisteen, alemman vyöhykkeen lämmönsiirrin hoitaa suurimman osan lämmön talteenotosta. Jos paluulämpötila kuitenkin nousee suuriin lämpötiloihin (65–80°C), lämpöpumppu ja ylempi lämmön talteenottovyöhyke yhdessä ovat ainoa tapa saada lämpö talteen savukaasuista. Sarjakytkennässä käytetyt lämpöpumput ovat erikseen suunniteltu kestämaan korkeita lämpötiloja.

### **Merkittävä savukaasujen puhdistaja**

CSX on kehitetty puhdistamaan tehokkaasti savukaasujen sisältämät haitalliset hiukkaset sekä rikkidioksidi. Pesurin perusominaisuuksilla voidaan savukaasuista poistaa huomattava osa yli 2 µm:n kokoisista hiukkasista, kun laitoksella käytetään asianmukaisesti toimivia esisuodatusasteita.

CSX -järjestelmä voidaan myös toimittaa varustettuna tehostetulla pesuominaisuudella, joka on lisäoptio. Tehostetulla pesuominaisuudella voidaan pesurin hiukkaskuormitustaso nostaa 3–6-kertaiseksi, mikä mahdollistaa tapauskohtaisesti sähkösuodattimen pois jättämisen laitoksen prosessista. Alle 2 µm:n hiukkaskoon poisto savukaasuista vaatii tyypillisesti sähkösuodattimen käyttöä lämpölaitosprosessissa.

### **Tehostettu lietteen poisto**

Tehostettu lietteen poisto (HSC) varmistaa pesurin moitteettoman toiminnan tilanteissa, joissa lauhteen kiintoainepitoisuus on korkealla tasolla. HSC-toiminnolla säädetään aktiivisesti pesurilauhteen kiintoainepitoisuutta, jolloin kiintoaineiden sakkautuminen ja pesurin tukkeutuminen estyy. HSC-ominaisuus on lisäoptio.

### **Lähes täydellinen rikkidioksidin poisto**

CSX poistaa lähes kokonaan savukaasujen sisältämän rikkidioksidin. Hapan pesuvesi neutraloidaan lipeällä. Neutralointi on CSX:n vakio-ominaisuus.

## Caligo CSX – tekniset tiedot

### Materiaalit

- ▶ Pesutorni: Super Duplex -teräs
- ▶ Lauhdutintorni: Super Duplex -teräs
- ▶ Lauhteenkäsittely: WTXB, teräs EN1.4404
- ▶ Tikkaat ja kaiteet: teräs EN1.4301 (ruostumaton)
- ▶ Hoitotasot: teräs EN1.4301 (ruostumaton)
- ▶ Jalusta: teräs S355 (maalattu)

### Automaatio

- ▶ Logiikka: Siemens S7 (sis. PC-valvomon sekä paikallinäytön)
- ▶ Sääto ja ohjaus: Caligo SW v.2.03 ohjelmisto
- ▶ I/O-määrä: n. 120 kpl
- ▶ Tiedonsiirto: Profibus-väylä

### Lauhteenkäsittely

- ▶ WTXB (ks. erillinen esite)

### Lämpöpumppu

- ▶ HeatPac-sarja, valmistaja Johnson Controls

### Liitynnät

- ▶ Kaukolämpö: Laippaliitokset x 2 kpl, DN150–DN250
- ▶ Savukaasukanavat: Laippaliitokset 3 kpl, DN500–DN1200
- ▶ Sähkön syöttö: Pesuri 10–50 kW, Lämpöpumppu 50–250 kW
- ▶ Paineilma: Instrumentti-ilma 6 bar (g)
- ▶ Raakavesi: Laippaliitos DN32
- ▶ Lipeän syöttö: 8–12 mm putkiliitos
- ▶ Poistuva lauhde: DN40–DN65
- ▶ Poistuva liete: DN40–DN50

## Caligo CSX – optiot

### Moduulit

- ▶ SB – Lietteen säkitysjärjestelmä
- ▶ CC – Lauhteen jäähdytin
- ▶ ES – Tehostettu pesuysikkö
- ▶ CEP – Caligo ESP-järjestelmä
- ▶ NaOH säiliö turva-altaainen

### Kenttäkytkentäpalvelut

- ▶ Savukaasukanavat laitokselta pesurille ja pesurilta savupiippuun
- ▶ Savukaasupeltien liittäminen, jos Caligon vakiosijoitusratkaisua ei käytetä
- ▶ Kaukolämpöputkien liittäminen verkosta pesuriin ja pesurilta kattilalle
- ▶ Sähkönsyöttö pesuriin ja lämpöpumpun sähkökaappiin
- ▶ Paineilman ja raakaveden syöttöputkisto laitokselta pesurille
- ▶ Lietteen poistoputkitus pesurilta laitoksen tuhkan käsittelyyn
- ▶ Datakaapelointi pesuriin automaatiosta laitoksen automaatioon
- ▶ Kaukolämpöputkisto pesuriin ja lämpöpumpun välillä
- ▶ Pesuriin ja lämpöpumpun välinen kaapelointi

### Rakennukset ja infra

- ▶ Peruslaatta
- ▶ Suojarakennukset
- ▶ Rakennuksen viemäröinti- ja raakavesijärjestelmät
- ▶ Ilmastointi ja varalämmitysjärjestelmä
- ▶ Häätäsuihku
- ▶ Lämpöpumppukontti
- ▶ Haponkestävä hormi asennettuna
- ▶ Haponkestävä piippu asennettuna
- ▶ Internet-liittymä ja pesuriin etäyhteys teknistä tukea varten



## Lauhteen käsittely

Caligo CSX:n vakiomalli toimitetaan aina varustettuna Caligo WTXB -lauhteenkäsittely-yksiköllä (kts. erillinen tekninen esite). Lauhteenkäsittely-yksikkö on integroitu osaksi pesurin mekaniikkaa ja yksikköä ohjataan pesurin logiikalla.

## Lietteen käsittely

Pesurissa muodostuva liete poistetaan automaattisesti joko laitoksen lietteenkäsittelyyn tai pesurin lisäoptiona toimitettavaan lietteen jälkikäsittely- ja säiliöintiyksikköön. Jälkikäsittely- ja säiliöintiyksikkönä toimitetaan suursäkitysjärjestelmää suodostaiteen. Jälkikäsittelyssä lietteen vesipitoisuutta vähennetään mekaanisen suodatuksen avulla siten, että säiliöidyn lietteen kiintoainepitoisuus nousee yli 40 %:iin. Kiintoainepitoisuuden nosto helpottaa lietteen jatkokäsittelyä ja kuljetusta. Lietteen käsittely-yksikköä tarjotaan optiona.

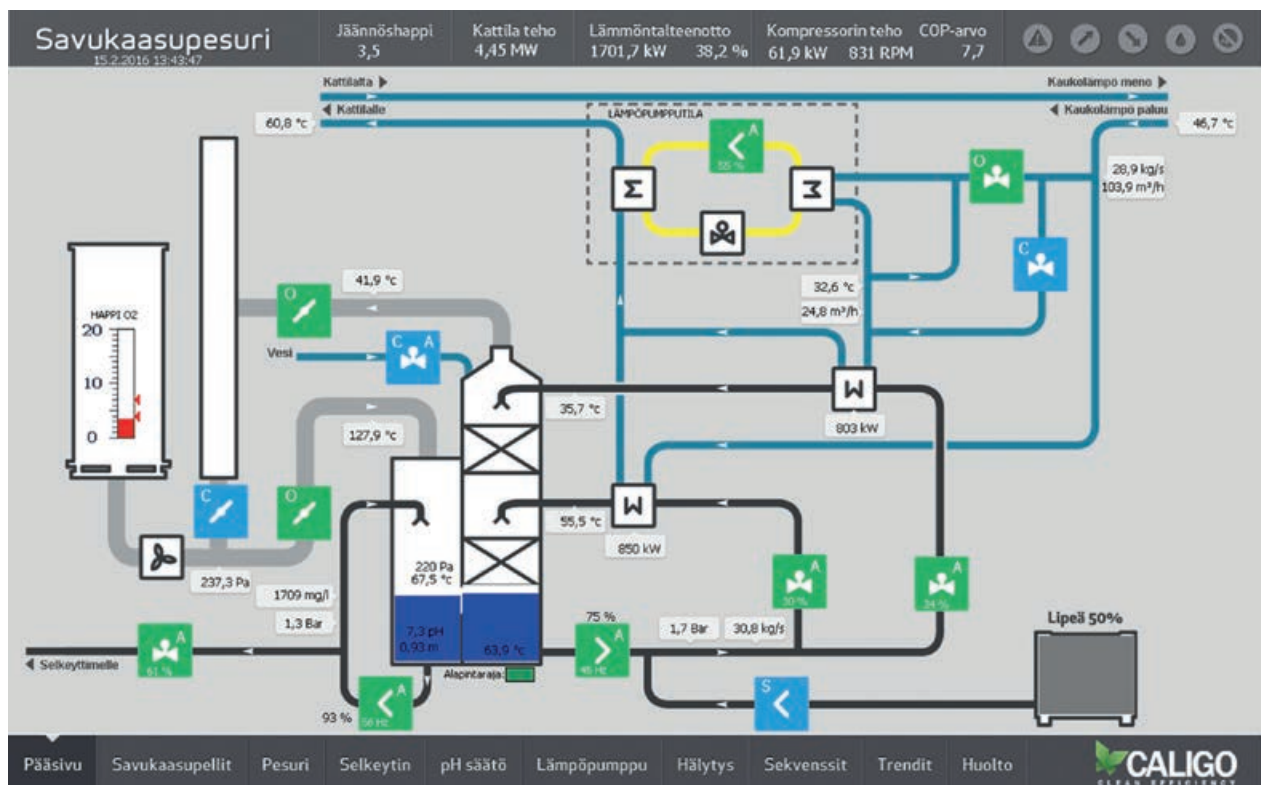
## Päämitat

| Pesurimoduuli (CS <sub>x</sub> HP) | Pituus (mm) | Leveys (mm) | Netto-<br>korkeus (mm) | Netto-<br>paino (t) |
|------------------------------------|-------------|-------------|------------------------|---------------------|
| CSX (4 MW)                         | 6000        | 3000        | 6000                   | 8,0                 |
| CSX (6 MW)                         | 6000        | 3500        | 7500                   | 12,0                |
| CSX (12 MW)                        | 9000        | 4000        | 8000                   | 20,0                |
| CSX (20 MW)                        | 11000       | 5000        | 8500                   | 28,0                |

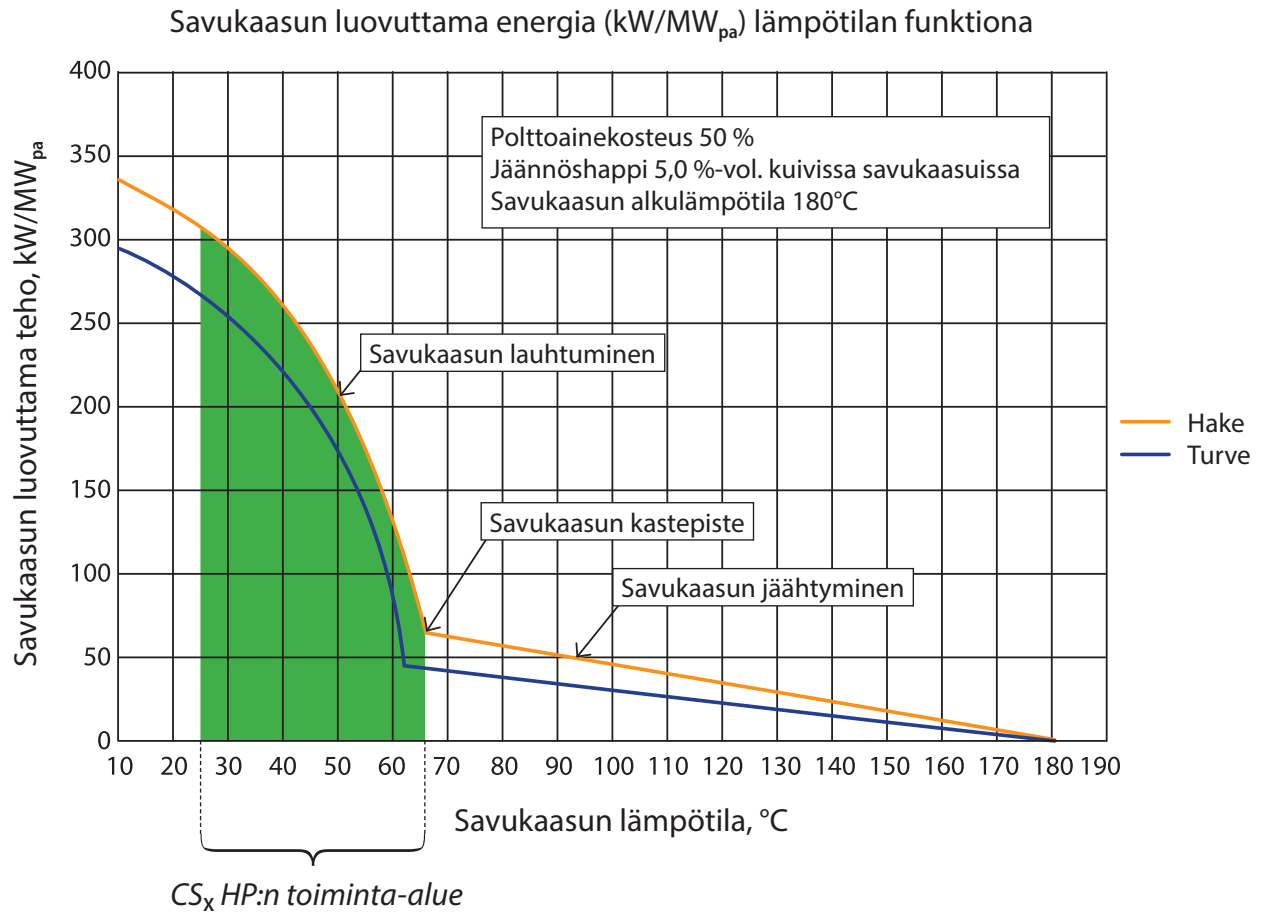
| Lämpöpumppu-<br>moduuli (HP) | Pituus (mm) | Leveys (mm) | Netto-<br>korkeus (mm) | Kuiva-<br>paino (t) |
|------------------------------|-------------|-------------|------------------------|---------------------|
| HeatPac 104                  | 3050        | 1000        | 2000                   | 2,6                 |
| HeatPac 106                  | 3750        | 1000        | 2000                   | 3,3                 |
| HeatPac 108                  | 4050        | 1000        | 2000                   | 4,0                 |

Päämitat ovat suuntaa-antavia.

## Käyttöliittymä

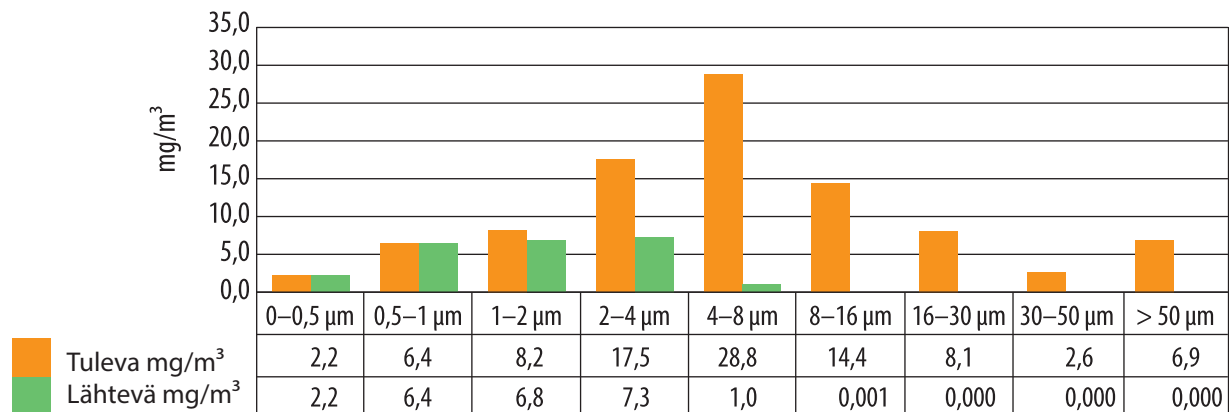


## Savukaasun luovuttama energia

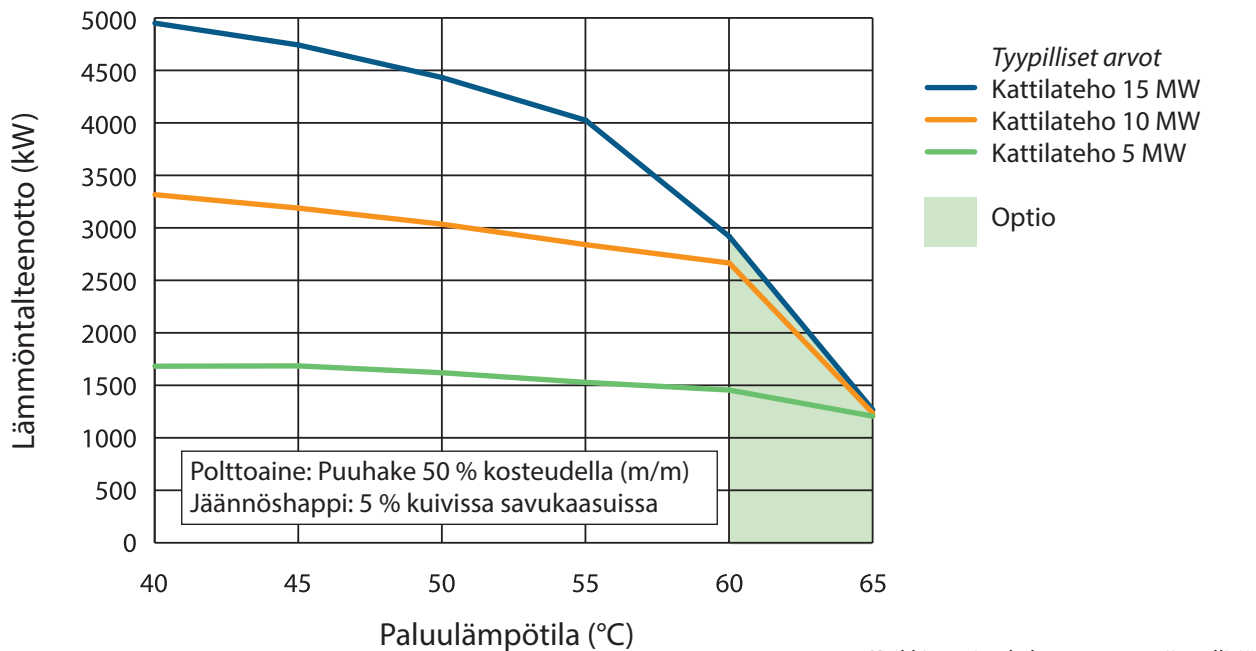


## Savukaasun hiukkaspitoisuus

Pesuvaiheeseen tulevan ja lähtevän savukaasun hiukkaspitoisuus partikkelikootain

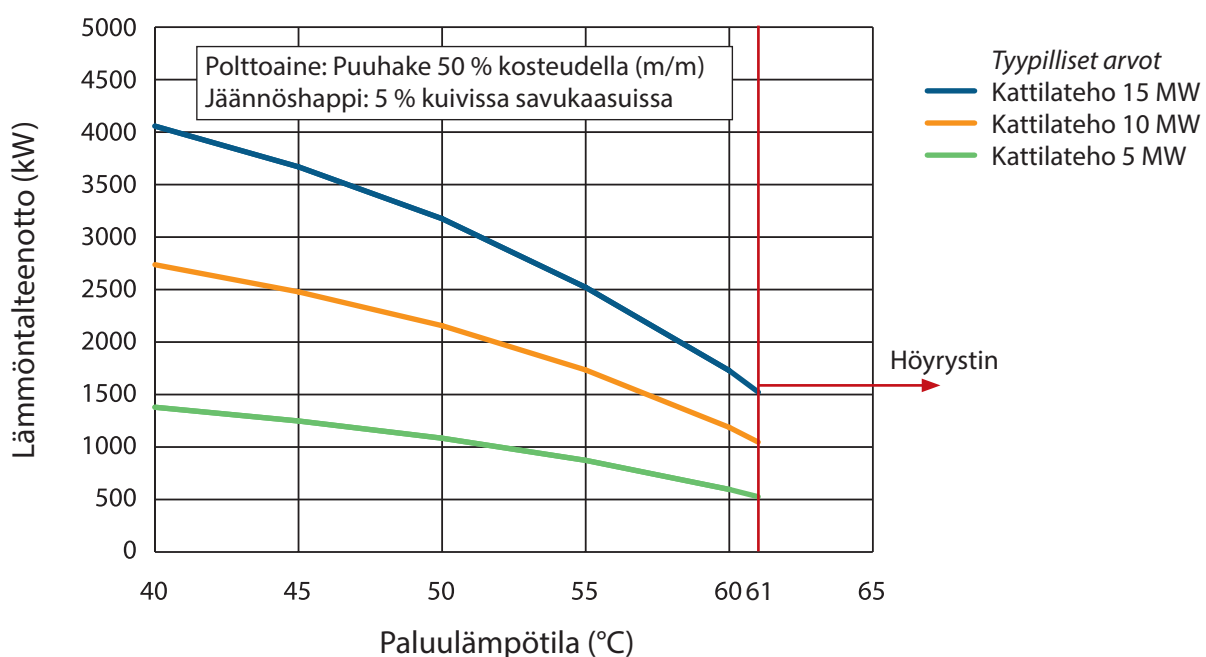


## PHP-kytketyn pesurin lämmön talteenotto



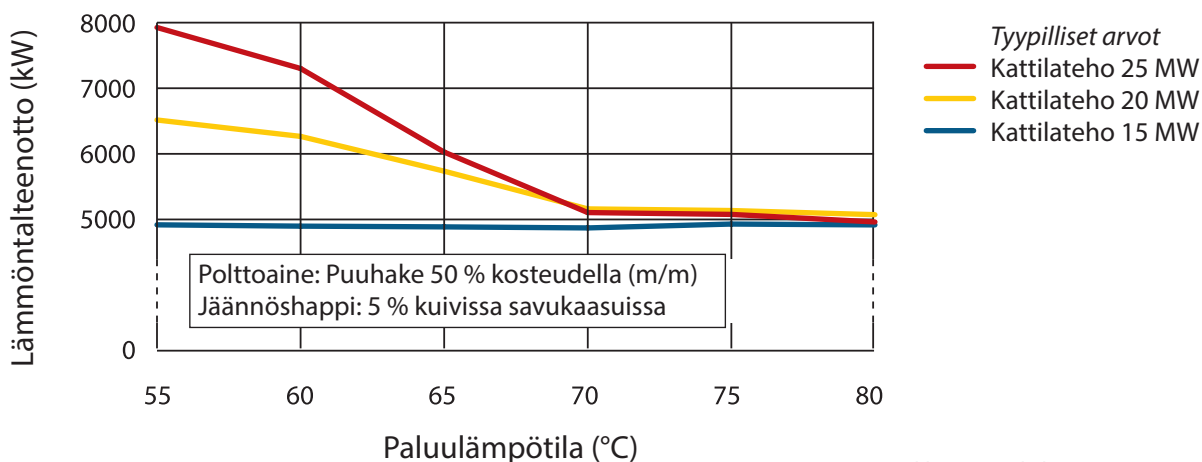
Kaikki suorituskykyarvot ovat viitteellisiä

## Peruspesurin lämmön talteenotto



Kaikki suorituskykyarvot ovat viitteellisiä

## SHP-kytketyn pesurin lämmön talteenotto



Kaikki suorituskykyarvot ovat viitteellisiä

## Sähkönkulutus

| Kattilateho      | KL-paluulämpötila | Tyypillinen käyttö |
|------------------|-------------------|--------------------|
| Caligo SHP 15 MW | matala            | 650 kW             |
|                  | korkea            | 1150 kW            |
| Caligo SHP 20 MW | matala            | 700 kW             |
|                  | korkea            | 1150 kW            |
| Caligo SHP 25 MW | matala            | 750 kW             |
|                  | korkea            | 1150 kW            |

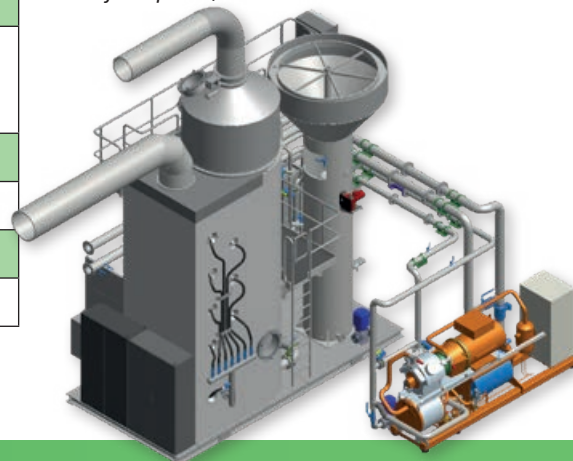
| Kattilateho      | KL-paluulämpötila | Tyypillinen käyttö |
|------------------|-------------------|--------------------|
| Caligo PHP 10 MW | matala            | 140 kW             |
|                  | korkea            | 240 kW             |
| Caligo PHP 15 MW | matala            | 180 kW             |
|                  | korkea            | 240 kW             |

Caligon peruspesurin tyypillinen sähkön kulutus on <30 kW optimoidulla lämmön talteenotolla. Kaikki PHP ja SHP arvot ovat ilmoitettu mallispesifisillä lämpöpumpuilla.

## Muut suorituskykyarvot

| Suorituskyvyn määritelmä                                                                          | Malli         | Takuuarvo                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------|
| Hiukkaspitoisuus pesurin jälkeen, kun tulevien hiukkasten pitoisuus max 150 mg/m <sup>3</sup> n * | CS15/5        | Alle 50 mg/m <sup>3</sup> n |
| Hiukkaspitoisuus pesurin jälkeen, kun tulevien hiukkasten pitoisuus max 300 mg/m <sup>3</sup> n * | CS30/5        | Alle 50 mg/m <sup>3</sup> n |
| Rikkidioksidin erotusaste                                                                         | Kaikki mallit | Yli 95 %                    |
| Poistuvan lauhteen pH                                                                             | Kaikki mallit | 6...10                      |
| Poistuvan lauhteen kiintoainepitoisuus                                                            | Kaikki mallit | Alle 10 mg/l                |
| Raakaveden käyttö normaaliajotilanteessa                                                          | Kaikki mallit | 0 m <sup>3</sup> /h         |

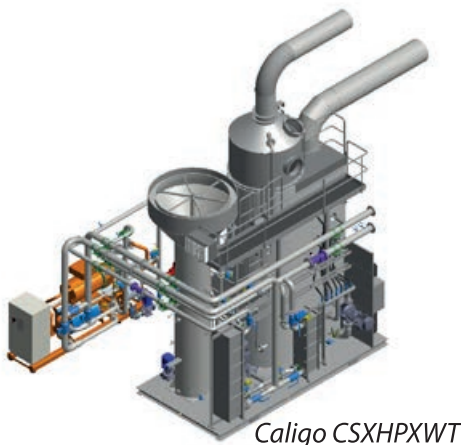
\* Huom! Suodatuskykyarvon takaaminen edellyttää, että savukaasupesuriin tulevien hiukkasten kokojakauma noudattaa standardin SMS 2027 Diagram 4:ää (hakkeelle ja turpeelle).



## Tuotteet



Caligo CSXBWT



Caligo CSXHPXWT



Caligo CSWTX

### Caligo CSXBWT

#### – peruspesuri

CSX B on Caligo-pesurin perusmalli. Perusmalli pitää sisällään savukaasujen partikkeli- ja SO<sub>2</sub>-suodatuksen, yhden lämmön talteenottoalueen, lauhteen ja lietteen käsittelyn.

### Caligo CSXHPCWT

#### – lämpöpumppukytkentäinen pesuri

Tätä yksikköä suosittelemme, jos peruspesuri on riittävä täyttämään tämänhetkiset tarpeet, mutta kaukolämmön paluulämpötila saattaa tulevaisuudessa nousta esimerkiksi uusien teollisuusasiakkaiden liittyessä verkkoon. Pesurissa on tilavaraus toiselle lämmön talteenottovyöhykkeelle ja lämpöpumpulle (ei sisällä lämpöpumppua).

### Caligo CSXHPXWT

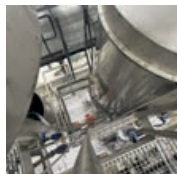
#### – Savukaasupesuri lämpöpumpulla

Lämpöpumpulla varustetun CSX HP -pesurimallin lämmön talteenottokyky perustuu patentoimaamme lämpöpumppukytkentään, joka nostaa lämmön talteenoton täysin uudelle tasolle. Lämpöpumppukytkentä varmistaa maksimaalisen lämmön talteenoton myös silloin, kun kaukolämmön paluulämpötilat nousevat korkeiksi ja perinteisen savukaasupesurin lämmön talteenotto romahtaa. Lämmön talteenotolla saavutettava vuosittainen polttoaineen säästö on jopa yli 30 %.

### Caligo CSWTX

#### – Lauhteenkäsittely-yksikkö

Lauhteenkäsittely-yksikkö on mahdollista saada myös erillisenä kokonaisuutena joka hoitaa lauhteen käsittelyn, suodatuksen sekä lietteen erotuksen täysin itsenäisesti. Käsitelty lauhde voidaan jotta viemäriin.



### Valikoituja referenssejä

#### *Alajärven Lämpö Oy, Alajärvi, 2016*

- 8 MW:n lämpölaitos (turve, hake, kuori)
- Caligo-pesuri ja lämpöpumppu
- Lämmön talteenotto: >35 % (ka.)

#### *Kauhavan Kaukolämpö Oy, Kauhava, 2017*

- 5 MW:n hakelämpölaitos
- Caligo-pesuri, Caligo CSSX Piccolo (kuljetus-kontit ja lämpöpumppukytkeä)
- Lämmön talteenotto: >20 % (suunniteltu)

#### *Paimion lämpö Oy, Paimio, 2017*

- 9 MW:n hakelämpölaitos
- Caligo-pesuri ja lämpöpumppu

#### *Haapajärven Lämpö Oy, Haapajärvi, 2017*

- 15 MW lämpölaitos
- Caligo-pesuri CSXBWTS

#### *Dalkia Group EDF, Joué-lès-Tours, Ranska 2018*

- 9,5 MW:n hakelämpölaitos
- Caligo-pesuri ja kaksi lämpöpumppua

#### *Lempäälän lämpö Oy, Lempäälä, 2018*

- 7,5 MW:n hakelämpölaitos
- Caligo-pesuri ja lämpöpumppukytkeä

#### *Pudasjärven Lämpö Oy, Pudasjärvi, 2018*

- 8 MW:n lämpölaitos
- Caligo-pesuri

#### *Flo Energie – Piveteau Bois, Sainte-Florence, Ranska, 2019*

- 15 MW biomassalaitos
- Caligo-pesuri kuivuriaplikaatiolle

#### *Herrfors Oy, Ylivieska, 2019*

- 31 MW CHP-laitos
- Caligo-pesuri ja lämpöpumppu CSXPHPXWTS

#### *Keitele Timber Oy, Alajärvi, 2019*

- 16 MW Alajärven sahan biomassalaitos
- Caligo-pesuri kuivuriaplikaatiolle

#### *Keitele Energy Oy, Keitele, 2019*

- 18 MW Keiteleen sahan biomassalaitos
- Caligo-pesuri kuivuriaplikaatiolle

#### *Tuotannossa: Haapajärven Lämpö, Haapajärvi, 2020*

- 5 MW biolämpövoimalaitos
- Caligo-pesuri



# Caligo Industria Oy

## *Puhtautta ja energiatehokkuutta*

Kehitämme ja toimitamme tuote- ja järjestelmäratkaisuja energia- ja prosessiteollisuuden savukaasujen puhdistukseen sekä prosessin jätelämmön hyödyntämiseen.

Kaikki Caligo-ratkaisut toimitetaan valmiina toiminnallisina kokonaisuuksina, jotka on testattu ja koekäytetty jo osana valmistusprosessia. Lisäksi Caligo-ratkaisut ovat erittäin pitkälle tuotteistettuja. Kalliit kenttäasennushankkeet eivät enää ole tarpeellisia.

Toimistomme sijaitsevat Turussa ja Jyväskylässä. Ota yhteyttä ja kerro meille haasteistasi. Löydämme sinun tarpeitasi parhaiten vastaavan tuoteratkaisun valikoimastamme.



## Caligo Industria Oy

Itäinen Rantakatu 72, 20810 Turku  
Ylistönmäentie 33C, 40500 Jyväskylä

Oskari Salovaara, toimitusjohtaja  
+358 50 452 8208  
oskari.salovaara@caligoindustria.com

Ari-Matti Mattila, myyntipäällikkö  
+358 50 374 6802  
ari-matti.mattila@caligoindustria.com

[www.caligoindustria.com](http://www.caligoindustria.com)