

## SAVONIA

## Lämpö kiertoon Pohjois-Savossa –hankkeen

## Loppuraportti



savonia.fi

Pohjois-Savon liitto tukee  
maakunnan  
menestystäVipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

1

## SAVONIA

Lämpö kiertoon Pohjois-Savossa –  
hankkeen taustaa

Hanketta valmisteltiin Pohjois-Savon Energiaklusterin toimijoiden kesken. Hankkeen tavoitteena on ollut edistää polttoon perustumatonta lämmöntuotantoa Pohjois-Savossa, edistää tähän liittyvien teknologioiden kuten hukkalämpöjen talteenoton, lämmön varastoinnin, lämpöpumpputekniikoiden, geotermisen lämmön hyödyntämisen jne. yleistymistä Pohjois-Savossa. Tähän liittyen on myös selvitetty uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Energia-alan murroksesta johtuen polttoon perustuva ja erityisen voimakkaasti fossiilisten polttoaineiden polttoon perustuva energiantuotanto, tulee edelleen vähenemään. Pohjois-Savon alueella, jossa energia-alan laitevalmistus on paljolti perustunut keskittyneeseen fossiilisiin polttoaineita hyödyntävään teknologiaan, on syytä etsiä korvaavaa liiketoimintaa polttoon perustumattomasta energian tuotannosta ja niihin liittyvistä uusista teknologioista. Näin yritykset ovat tuki tehneetkin. Hankkeessa edistettiin Pohjois-Savon ilmastotiekartassa määriteltäviä toimenpiteitä, joiden tavoitteena on luoda Pohjois-Savosta hiilineutraalialue vuoteen 2035 mennessä. Tähän tavoitteeseen liittyen Pohjois-Savon alueella toteutetussa hankkeessa selvitettiin alueellisia hukkalämmön lähteitä ja niiden hyödyntämismahdollisuuksia, tutkittiin sekä termokemiallista että maaperään tapahtuvaa lämmönvarastointia ja selvitettiin suurten lämpöpumppujen mahdollisuuksia kaukolämmöntuotannossa.

Hanke jakaantui kehittämishankkeeseen ja sitä tukevaan investointihankkeeseen. Investointihankkeessa parannettiin Savonian Energiatutkimuskeskuksen valmiuksia tehdä lämmön varastointiin ja erityisesti maaperävarastointiin ja termokemialliseen energianvarastointiin liittyvää tutkimustyötä.

Osana hanketta perustettiin hankkeen nettisivut, jolla esitellään Suomessa hiilineutraaleja erityisesti polttoon perustumattomaan lämmöntuotantoon liittyviä teknisiä ratkaisuita, niiden toteuttajia ja toteutetuista ratkaisuista saatuja kokemuksia. Plattformin perustamista Suomessa alalla tutkimustyötä tekeville ammattikorkeakouluille ehdotti Business Finlandin Clean Tech – ryhmä, jonka tavoitteena on koota yhteen (verkottaa) Suomessa lämpöenergian tuotannon hiilioksidipäästöjä vähentävän tutkimustoiminnan kanssa tutkimustyötä tekeviä organisaatioita (tutkimuslaitokset ja yritykset) ja esitellä keskitetysti ja kattavasti Suomessa hiilineutraalia erityisesti polttoon perustumattomaan lämmöntuotantoon liittyen tehtyä tutkimustyötä, soveltuvia teknisiä ratkaisuita niiden toteuttajia ja toteutetuista ratkaisuista saatuja kokemuksia.



savonia.fi

Pohjois-Savon liitto tukee  
maakunnan  
menestystäVipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

2

1

## Lämpö kiertoon Pohjois-Savossa –hankkeen toteutuksen työpaketit

- Hankkeen työpaketit
  - WP1 Hukkalämmön talteenotto (casekohteet)
  - WP2 Suuret lämpöpumput
  - WP3 Energian varastointi (TCES-reaktorin esittely)
  - WP4 Tiedotus



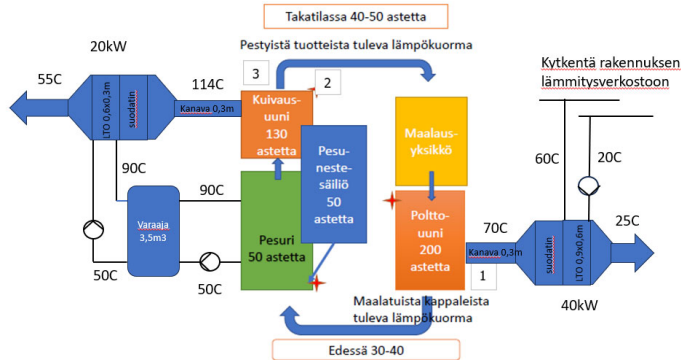
## WP1 Hukkalämmön talteenotto

- WP1 Hukkalämmön talteenotto (Casekohteet)
- Teollisuusprosessien casekohdetarkastelu (opiskelijaprojektit)
  - Maalaamo (OC-systems, Joroinen)
  - Valimo, muottihiekan jäähdytin (Suomivalimo, Iisalmi)
  - Puutavarankuivaus (StoraEnso, Varkaus)
- Muita esille tulleita aiheeseen liittyviä selvitystarpeita
  - Riikinvoiman alueen tulevien hukkalämpöjen hyödyntäminen
  - Warkaus Works lämpökäsittelyyunit
  - HT-Laser maalauslinja

**SAVONIA**

## WP1 Hukkalämmön talteenotto

- WP1 Hukkalämmön talteenotto
- Casekohde: OC-System, Joroinen nestekaasulämmitteinen pulverimaalauslinja



LTO uunien poistokaasuista (60 kW)

- pesuvien lämmitykseen 20 kW
- tilojen lämmitykseen 40 kW

TMA

- energiansäästö

- kaukolämpö 4000 €

- nestekaasu 3000 €

- yhteensä 7000 €

- investointi

- yhteensä 18 000 €

TMA

2,6 vuotta



Pohjois-Savon liitto tukee  
maakunnan  
menestystä



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014-2020

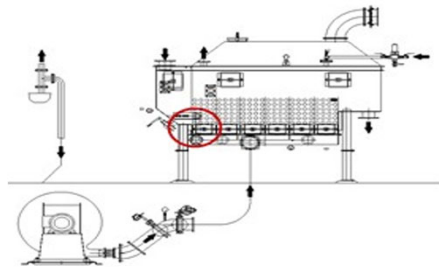


5

**SAVONIA**

## WP1 Hukkalämmön talteenotto

- WP1 Hukkalämmön talteenotto
- Casekohde: SuomiValimo Iisalmi, käytetyn muottihiekan jäähdytin



Jäähdytettävä hiekkamäärä 15 tn/h

Jäähdytys vesijohtovedellä

jäähdytysteho 210 kW

Veden kulutus 27 000 m3/v



Pohjois-Savon liitto tukee  
maakunnan  
menestystä



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014-2020

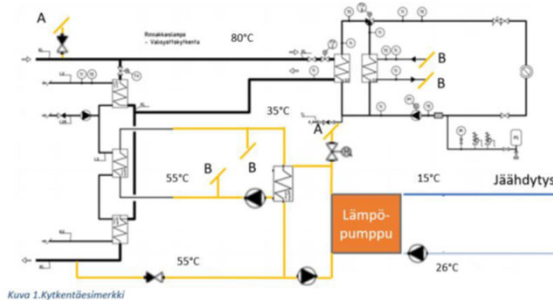


6

3

## SAVONIA WP1 Hukkalämmön talteenotto

- WP1 Hukkalämmön talteenotto
- Casekohde: SuomiValimo Iisalmi, käytetyn muottihiekan jäähdytin  
Vesijohtovesijäähdytyksen korvaaminen lämpöpumpulla, jonka lämpö hyödynnetään rakennuksen lämmityksessä karvaamaan kaukolämmöllä tuotettua lämpöä



Kuva 1. Kytkentäesimerkki

### TMA-laskelma

#### Säästö

- vesimaksut 27000 €

- Kaukolämpö 51000 €

Lämpöpumpun sähkön kulutus

23 000 €

Netto säästö 54 000 €/v

Investointi 273 000 €

-> TMA 5 v

savonia.fi



Pohjois-Savon liitto tukee  
maakunnan  
menestystä



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



7

## SAVONIA WP1 Hukkalämmön talteenotto

- **WP1 Hukkalämmön talteenotto (Casekohteet)**  
**Puutavarakuivaamon hukkalämmön hyödyntäminen lämpöpumpulla**  
Casekohde StoraEnso Varkaus



savonia.fi



Pohjois-Savon liitto tukee  
maakunnan  
menestystä



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



### Selvityksen eteneminen

osana Hanssi Mustosen opinnäytetyötä

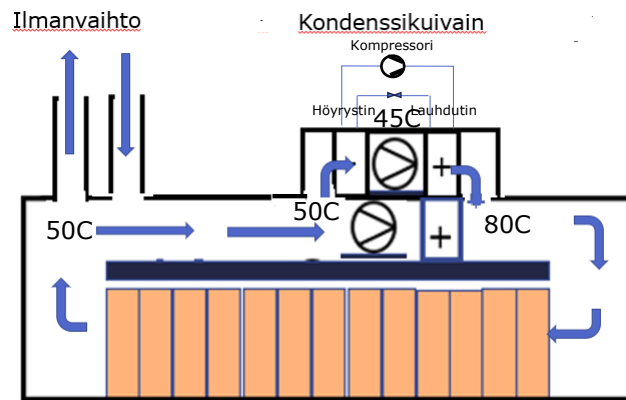
- Mittaukset vk 22
- Tuloksia
- Puutavaran kosteusmuutos 60% -> 12%
  - Laskettu lämpöteho 1200 kW
- Poistoilman lämpötila 50C (36-52C)
- Kosteus 100%
- Ilmavirta 6 – 15 kg/s
- Talteensaataavateho jos lämpötila lasketaan 40C:seen
  - 1200kW (200 – 1700kW)

8

4

## SAVONIA WP1 Hukkalämmön talteenotto

- WP1 Hukkalämmön talteenotto
- Casekohteet: Puutavarankuivaus (StoraEnso, Varkaus)
- Tehoilman tarjoama kondenssikuivain
- Lämmitysteho 1350 kW
- Vesi tiivistyy höyrystimen kylmään pintaan (ilmanvaihtoa ei tarvita)  
Lämpöpumppu siirtää tiivistymisessä vapautuvan lämmön lauhduttimella kuivausilman lämmittämiseen



savonia.fi



Pohjois-Savon liitto tukee  
maakunnan  
menestystä



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



9

## SAVONIA WP1 Hukkalämmön talteenotto

- WP1 Hukkalämmön talteenotto
- Casekohteet: Puutavarankuivaus (StoraEnso, Varkaus)
- **Puutavarakuivaamon hukkalämmön hyödyntäminen lämpöpumpulla**
- Hanssi Mustosen opinnäytetyössä todetaan
  - Tarjoukset saatiin neljältä laitetoimittajalta, joista yksi tarjosi kondenssikuivainlämpöpumppua
  - Lämpökertoimet vaihtelivat 2,5-5:n välillä riippuen ratkaisusta ja valitusta lämpötilaerosta
  - **Takaisinmaksuajat** vaihtelivat 2,8 ja 12,8 vuoden välillä
  - Yhdistämällä kahden kuivaamon hukkalämpöjen talteenotto yhdelle isolle lämpöpumpulle näyttäisi johtavan investointina edulliseen ratkaisuun
  - Osin takaisinmaksuerot jouhtuvat siitä, että osa tarjouksista ei sisältänyt kaikkia tarvittavia kanavia tai putkistoja
  - Kondenssikuivauksella on mahdollista päästä parhaaseen lämpökertoimeen
- **StoraEnso jatkaa vaihtoehtojen vertailua saadun materiaalin pohjalta**

savonia.fi



Pohjois-Savon liitto tukee  
maakunnan  
menestystä



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



10

5

Kirjallisuusselvitys – State of Art reviews

Heat Pumps by Markku Huhtinen, Raquel Mier G3nlez and Leena P3ntynen

CONTENTS

1 INTRODUCTION	9
2 THEORETICAL BASIS	14
3.MAIN MANUFACTURES OF LARGE HEAT PUMPS	26
4 CASE STUDIES OF REALIZED DISTRICT HEATING HEAT PUMPS IN NORDIC COUNTRIES	49
5 HEAT PUMPS IN 5th GENERATION OF DISTRICT HEATING AND COOLING	61
6 MARKET SHARE AND FUTURE POTENTIAL OF LARGE HEAT PUMPS IN DISTRICT HEATING (IN FINLAND AND IN NORDIC COUNTRIES)	66
7 CONCLUSIONS	70

ISSN: 2343-5496 (Savonia-ammattikorkeakoulun julkaisusarja)

ISBN: 978-952-203-332-1 (painettu)

978-952-203-333-8 (e-julkaisu)

Julkaisun numero 20/2023



Raquel Mier G3nlez, Leena P3ntynen, Markku Huhtinen  
Savonia University of Applied Sciences  
October 2023



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014-2020



Pohjois-Savon liitto tukee  
maakunnan  
menestyst3

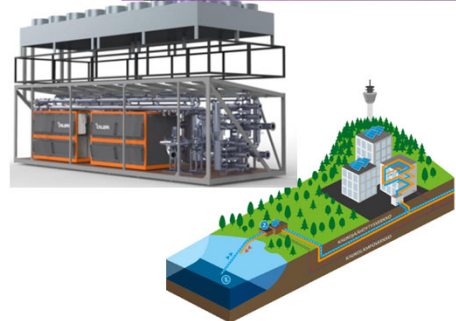


savonia.fi

11

WP2 Suuret lämpöpumput, Pohjois-Savon Casekohteet

- Lepp3virt3
  - hiihtoputken ja j33hallin j33hdytyksen lauhdel3mm3st3 kaukol3mp33),
  - l3mp3teho 1334 kW, j33hdytysteho 1018 kW COP 4,2
  - KL veden l3mp3tilat 40-75°C
  - toimittaja Suomen tekoj333 Oy
- Iisalmi (Savon Voima Iisalmi)
  - voimalaitoksen prosessin j33hdytysveden l3mm3st3 kaukol3mp33
  - l3mp3teho 830 kW, j33hdytysteho 530 kW COP 3,4
  - toimittaja Calefa Oy
- Savilahden kaukokylm3 (Kuopion Energia), kylm3 kiertoon
  - J33hdytysteho Pmax 6 MW Vuotuinen energia 3890 MWh (2021)
  - Kylm3n j33rviveden k3ytt3 kaukokylm3j33rjestelm3ss3 COP 20
  - Vastaavalla kylm3konej33hdytteisell3 j33rjestelm3ll3 COP 3,5
- Suonenjoki, Pakkasmarjat
  - Mit3 tehty?**



Pohjois-Savon liitto tukee  
maakunnan  
menestyst3



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014-2020



savonia.fi

12



## SAVONIA

## WP3 Energian varastointi

WP3 Energian varastointi, koetoiminta

- NaCl-kokeet tätä varten valmistetussa reaktorissa
- $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$  -kokeet leijukerroskattilla
  - Ennen leijukerroskattilakoetta tutkittiin reaktiota kolmella rinnakkaisella sähköuunilla eri lämpötiloissa. (Unit on varustettu höyrykehittimillä)
  - Uuneissa reaktion hallinta oli vaikeaa ja rakennettiin tätä varten erillinen pieni reaktori, joka muistuttaa rakenteeltaan pommikalomietria ja tässäkin reaktiolämpö siirretään vaipan ulkopuolella olevaan veteen, josta syntyvä lämpö määrä saadaan määritettyä veden lämpötilan muutoksen kautta.
- Lämmön varastointi maaperään (muutos tutkimushallin lämpöpumppujärjestelmään)
  - Syötetään kattilan polttokokeissa syntyvää ylijäämälämpöä maaperään ja seurataan maaperässä olevan veden lämpötilaa, mittaamalla putkessa olevan mittakaapelin avulla. Mittakaapeli jäi asentamatta, mutta maalämpökaivo on varustettu ylimääräisellä putkella, johon mittakaapelin saa painotettuna laskettua.

savonia.fi



Pohjois-Savon liitto tukee  
maakunnan  
menestystä



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



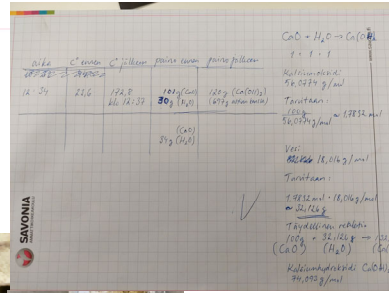
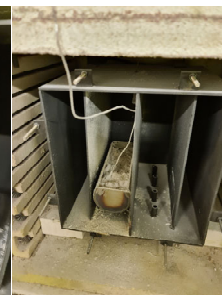
13

## SAVONIA

## WP3 Energian varastointi

WP3 Energian varastointi Koetoiminta kevät- syksy 2023

- $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$  -kokeet leijukerroskattilla
  - Ennen leijukerroskattila-koetta tutkittiin reaktiota kolmella rinnakkaisella sähköuunilla eri lämpötiloissa. (Unit on varustettu höyrykehittimillä)
  - Rakennettiin myös erillinen reaktori, joka sopii tälle eksotermiselle reaktiolle



savonia.fi



Pohjois-Savon liitto tukee  
maakunnan  
menestystä



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



14

7

## SAVONIA

## WP3 Energian varastointi

WP3 Energian varastointi  
TCES-(NaCl)-reaktori

Koelaitteisto testattu

Toteutettu kolme  
testijaksoa



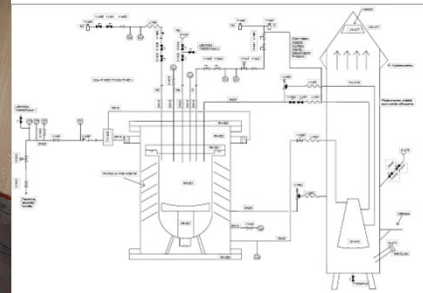
savonia.fi



**Energy Cluster**  
POHJOIS-SAVO • NORTH SAVO



Pohjois-Savon liitto tukee  
maakunnan  
menestystä



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

15

## SAVONIA

## WP3 Energian varastointi

WP3 Energian varastointi  
TCES-(NaCl)-reaktori

- Toteutettu kolme erillistä testiä ja niistä keskeisimmät huomiot raportin liitteessä.
- Toteutettu myös  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$  testejä ja tehty kirjallinen katsaus muiden toimijoiden koetoiminnasta. Näistäkin raportit liitteessä.



**Energy Cluster**  
POHJOIS-SAVO • NORTH SAVO

savonia.fi

Pohjois-Savon liitto tukee  
maakunnan  
menestystä



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

16



## SAVONIA

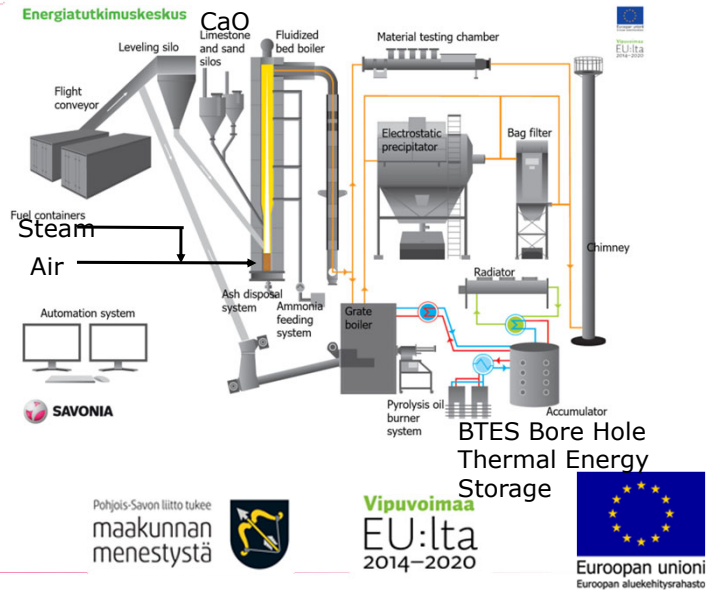
## WP3 Energian varastointi

WP3 Energian varastointi:

- $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$  -kokeet
  - Sähköuuneilla ja erillisessä reaktorissa
  - Leijukerroskattilla (jäi hankkeessa tekemättä)
    - $\text{CaO}$ :n ja  $\text{H}_2\text{O}$ :n syöttö
    - Lämpötilatason ylläpito ja seuranta
- Lämmön varastointi maaperään (muutos tutkimushallin lämpöpumppujärjestelmään)



savonia.fi



Pohjois-Savon liitto tukee  
maakunnan  
menestystä



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



17

## SAVONIA

## WP3 Energian varastointi

WP3 Energian varastointi:

Kirjallisuusselvitys

State of Art review

Energy Storage Systems

by Raquel Mier González

ISSN: 2343-5496 (Savonia-amk:n julkaisusarja)

ISBN: 978-952-203-322-2 (painettu)

978-952-203-323-9 (e-julkaisu)

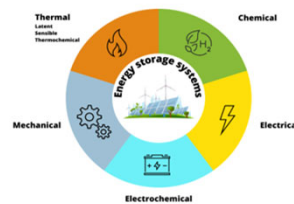
Julkaisun numero: 12/2023

julkaistaan Savonian julkaisusarjassa

HEAT CIRCULATION INNOVATION PLATFORM NORTH SAVO  
HCIP-NS-PROJECT

### ENERGY STORAGE SYSTEMS

A state-of-the-art study



Raquel Mier González  
Savonia University of Applied Sciences  
September 2023



Pohjois-Savon liitto tukee  
maakunnan  
menestystä



Leverage from  
the EU  
2014–2020



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



savonia.fi



18

- WP4 Tiedotus
- Ajankohtaiset asiat ovat olleet ja tulevat olemaan esillä uutiskirjeissä
  - 17.8.23 lähetetty energiatekniikan uutiskirje sisälsi 10.5. seminaarin aineistoihin linkin
    - Julkaistu juttu yritysten ja amkien välisestä yhteistyöstä [Korkeakoulujen ja yritysten välistä yhteistyötä kehittämässä Lämpö Kiertoon -seminaarissa - Next \(xamk.fi\)](#)
- Nettisivujen päivitykset (jatketaan) <https://lampokierto.fi/>
  - Kooste alan tutkimustoiminnasta Suomessa
  - Casekohteiden päivitys/lisäys

### Verkostoituminen ja alueellinen/kansallinen yhteistyö

#### 4.2 FINHCIP (Heat Circulation Innovation Platform) amk verkosto

- Yhteistyöverkosto muiden ammattikorkeakoulujen (**Turku amk, XAMK Kaakkois-Suomen amk, SAMK Satakunta amk, Centria amk, Novia, Vaasa Amk**, kanssa pidetty säännöllisiä teams palavereja, vaihdettu ajankohtaista tietoa ja tehty yhteistyötä eri tapahtumien järjestämisessä, kehitetty ja mietitty yhdessä toteutettavia hankemahdollisuuksia. Työtä jatketaan energiaklusterin toimintana.

**4.3 FINHCIP laajennettu verkosto**, jossa amk edustajien lisäksi mukana myös yritysten edustajia ja kehitysyhtiöiden edustajia

(Amk verkoston lisäksi mukana Cursor Oy, Prizztech Oy, Turku Business Region, Mäntsälän Yrityskehitys, Haminan Energia, Åbo Akademi, Yrityssalo, Business Finland, Kotkan Energia, Nivos Energia Oy)

- Yhteistyöverkoston tavoitteena ollut koota yhteen energia-alalla tutkimustyötä tekevät tahot yhteen
- Tiedon, asiantuntijuuden, osaamisen vaihtoa
- Työtä jatketaan energiaklusterin toimintana

**Yhteistyö Sykkeen kanssa:** Sykkeen ylläpitämät tiedot Lämpökiertoon nettisivuille

- Hankkeen nettisivujen päivitykset
- kooste alan tutkimustoiminasta Suomessa
- Centria: Etevä-pilotti, Energiatehokkaat ja vähähiiliset pilottiratkaisut (hakemus 309217)
- Lämpöä-hanke 1.4.2017-31.12.2020 Varsinais-Suomi
- Hukaton 1.5.2018-31.12.2020 Uusimaa ja Varsinais-Suomi
- Huima 1.9.2018-31.8.2020 Uusimaa ja Varsinais-Suomi
- Evakot 1.1.2017-31.10.2020 Keski-Pohjanmaa
- HukkaVeks 1.1.2020-31.12.2021 Kymenlaakso
- Hukkalämmöstä hyötyenergiaa 1.8.2019-31.7.2022 Satakunta
- Energiavarastot ja lämpöpumput osana tulevaisuuden energiajärjestelmiä 1.6.2019-31.5.2022 Etelä-Karjala
- <https://lab.fi/fi/projekti/energiavarastot-ja-lampopumput-osana-tulevaisuuden-energiajarjestelmaa>
- <https://www.eura2014.fi/rrtiepa/projekti.php?projektikoodi=A75147>
- Sustainable Energy Storage 1.1.2020-31.12.2021 Kymenlaakso

#### 4. Tilannekatsaus Lämpö kiertoon Pohjois-Savossa

- WP4 Tiedotus: nettisivujen päivitykset ; Raportit ja selvitykset (Täydennetään sitä mukaa kun tietoa saadaan)

1. Energian varastoinnin nykytila. VTT:n raportti, **2003**. (Raportti keskittyi sähköenergiaan)
2. Teollisuuden ylijäämälämmön hyödyntäminen kaukolämmityksessä. YIT Oy, **2010**.
3. Tuotannon hukkalämpö hyödyksi. Motiva, **2014**. (Raportti keskittyi teollisuuteen)
4. Ylijäämälämmön taloudellinen hyödyntäminen. Motiva, **2014**. (Raportti keskittyi teollisuuteen)
5. Ylijäämälämpö yhteiskuntien vähähiilisyysratkaisuna. Maankäyttö-lehti, **2018**.
6. Uudet energiateknologiat – yhteenvedo polttamisen vaihtoehtoista. ÅF-Consult Oy, **2019**.
7. Teollisuuden hukkalämpöjen hyödyntäminen kaukolämpöverkossa. Opinnäytetyö JAMK, **2019**.
8. Ylijäämälämmön potentiaali teollisuudessa. Motiva, esiselvitys **2019**.
9. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu, Energia, **2019**. Energiatehokkuusryhmän raportti 2019:53.
10. Toimenpidekortit. TEM-työryhmän raportin liite. Toimenpiteiden yksityiskohtaiset kuvaukset. **2019**.
11. Hukkalämpöjen hyödyntämisen liiketoimintanäkymät Suomessa. Hukaton-hankkeen kysely, **2020**.
12. Hukkalämpö kaukolämpöjärjestelmissä. VTT:n raportti, **2020**.
13. Hukkalämmön hyödyntämisen mahdollisuudet asuinrakennuksissa ja liikekiinteistöissä. AX-lvi, **2020**.
14. Energiatehokkuusdirektiivin mukainen selvitys hukkalämmön potentiaalista ja kustannushyötyanalyysi tehokkaasta lämmityksestä. AFRY. Raportti työ- ja elinkeinoministeriölle, **2020**.
15. Systemaattinen menetelmä hukkalämpöjen kartoittamiseksi, case Turku. VTT:n raportti/ diplomityö, **2020**.
16. Innovation Outlook – Thermal Energy Storages. IRENA, **2020**.
17. HUKATON-loppuraportti – Hukkalämpökuormien hyödyntäminen, varastointi ja kysyntäjouaston tehostaminen, **2020**.

- WP4 Tiedotus, nettisivujen päivitys/lisäys, **Hyvät esimerkit**
- **Tehdyt**
  - KL-akku (Kuopion Energia)
  - Savilahden kaukokylmä (Kuopion Energia)
  - Leppävirta (Savon Voima) hiihtoputken ja jäähallin jäähdityksessä syntyvästä lauhdelämmöstä kaukolämpöä kaukolämpöön), Täydennetään k 2023
  - Iisalmi (Savon Voima) voimalaitoksen prosessin jäähdityksen lämmöstä kaukolämpöä
  - Pakkasmarja
- **Tekeillä**
  - PILP (Högfors GST) Asunto Oy Kuusankoski HybridHEAT + Fiksuohjausjärjestelmä
  - CHC (Kuopion Energia) Kuopion kirjasto
  - Maalaamon LTO
  - Puutavaran kuivaus /kondenssikuivaus)
  - CTES (kalliuluolavaraajat), Vaasa
- **Ei tehdä hankkeessa**
  - BTES (FinnSpring, Toholampi)
  - RCEP (energiapaalut, Tekres, Turku)
  - Hiekkavaraaja (Polar Night Energy, Vatajankoski)
  - Smart Energy System (Savon Automaatio, sähkön käytön ohjaus)
  - KL-verkon lämpötilatason alentaminen (Varkauden Aluelämpö, Haijanvirran alue)

1. Na + Cl reaktorin esittely, käyttökokeet ja johtopäätökset
2. Testiraportti CaO testistä
3. Kirjallisuusselvitys CaO + H<sub>2</sub>O reaktioista ja koetoinnista
4. Julkaisu lämpöpumpuista
5. Julkaisu energian varastoinnista