



LowTEMP2.0

Pilottitestastoimet



LowTEMP –koulutuspaketti – YLEISKATSAUS

Johdanto

Johdanto – Ilmastonsuojelupolitiikka ja sen tavoitteet

Johdanto – Energianjakelujärjestelmät ja matalan lämpötilan kaukolämpö

Energianjakelujärjestelmät Itämeren alueella

Energiastrategiat ja pilottiprojektit

Energiastrategioiden kehittämisen metodologia

Pilottienergiastrategiat – tavoitteet ja edellytykset

Pilottienergiastrategiat – Esimerkkejä

Pilottitestaustoimet

CO₂-päästöt ja elinkaariarviointilaskenta

Taloudelliset näkökohdat

LTDH-hankkeiden elinkaarikustannukset

Taloudellinen tehokkuus ja rahoitusvajeet

Sopimus- ja hinnoittelumallit

Liiketoimintamallit ja uudet rahoitusrakenteet

Tekniset näkökohdat

Putkistojärjestelmät

Sähkön ja lämmön yhteistuotanto (CHP)

Ison mittakaavan aurinkoenergiajärjestelmät

Hukka- ja ylijäämälämpö

Ison mittakaavan lämpöpumput

Power-2-Heat ja Power-2-X -tekniikat

Lämpö-, aurinkoenergia/jää- ja faasimuutosmateriaalivarastot

Lämpöpumppujärjestelmät

Matalan lämpötilan järjestelmät ja lattialämmitys

Talousveden tuotanto

Ilmanvaihtojärjestelmät

Hyvä käytäntö

24 Hyvä käytäntö I

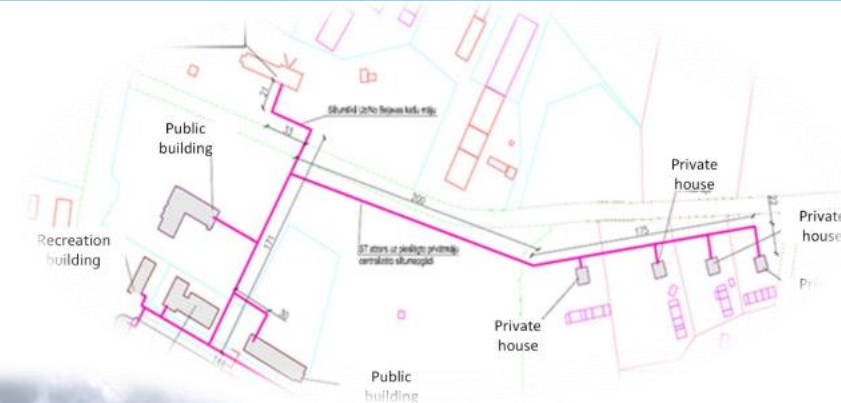
25 Hyvä käytäntö II

Johdanto



Kuva 1a: Beļavan kylān nykyisen kaukolämpöverkon layout [1] **LowTEMP2.0**

- Pilottitoimien **toteuttaminen** kunnissa matalan lämpötilan kaukolämpöjärjestelmän (LTDH) käyttöönoton testaamiseksi ja/tai aloittamiseksi kaukolämpöinfrastruktuurissa (yksi tai kaksi pilottiprojektia kussakin kunnassa)
- **Eri ominaisuuksien kartoittaminen** (ts. kaukolämmön tämänhetkinen jakeluinfrastruktuuri, siihen yhdistettyjen rakennusten tyypit, nykyiset ongelmat ja parannusmahdollisuudet)
- Selvitetään, onko **mahdollista soveltaa matalan lämpötilan kaukolämmön jakelua** Itämeren alueen nykyisiin rakennuksiin ja asuinalueille
- **Testataan nykyaikaisilla seurantalaitteilla**, onko LTDH -järjestelmää mahdollista yhdistää perinteiselle vanhantyyppisten talojen asuinalueelle jälkiasennuksen jälkeen



Kuva 1b: Kaukolämpöjärjestelmän uudistaminen Beļavan kylāssä. Lähde: Gulbenen kunta

Kuva 1c: Beļavan kylān kaukolämpöjärjestelmän seurantalaitteita. Lähde: V. Kirsanovs (Riian Teknillinen yliopisto)

6 lämmön kulutusmittaria etun lämmön seuranta
- Lämmönkuluttajien monitorointi



Datan visualisointijärjestelmä

Datan vastaanotin

41 lämpömittaria



1 sääasema

- Auringonsäteilyn seuranta
- Ulkolämpötila

Tässä esityksessä käydään läpi:

- Matalan lämpötilan kaukolämpöverkon toteutus täysin uudella asuinalueella Halmstadissa, Ruotsissa
- Matalan lämpötilan keskitetty lämmönjakojärjestelmä Belavan kylässä, Gulbenen kunnan alueella Latviassa

Lisäaineistoa:

- Kaasukattilahuoneen nykyaikaistaminen absorptiolämpöpumpulla kunnallisen lastentarhan lämmittämiseen Rumiassa, Puolassa
- Laitteiston käyttöparametrien alentaminen olemassa olevissa ylisuurissa rakennuksissa Wejherowossa, Puolassa
- Vedenjäähdytystornien hukkalämpöpotentialitutkimus Koskenkorvalla, Ilmajoella, Suomessa
- 145 sosiaalisen / julkisen kohteen tarkastelu, joiden tarkoituksena on kerätä ja analysoida tietoja lämmönjakelusta, lämpöhäviöistä ja lämmönkulutuksesta, Petroskoi (Venäjä),
- Lämmönjakokeskusten jälleenrakentamiseen ja/tai nykyaikaistamiseen suunnittelu sekä muita asiaankuuluvia energiansäästötoimenpiteitä valituissa kohteissa, Petroskoi (Venäjä)



Pilottitestastoimi

Matalan lämpötilan kaukolämpöverkko täysin uudella asuinalueella Halmstadissa

- Ranagård Halmstadissa: uusi asuinalue, jossa on matalan lämpötilan kaukolämpöverkko (LTDH)
- Ranagårdin lämmöntarve enimmillään: 3MW
- Ranagård: 3 pääaluetta, joista yhteen toimitetaan neljännen sukupolven kaukolämpöä 3-putkijärjestelmällä (4GDH-3P) ja alueille 2 ja 3 tavanomaisella LTDH-järjestelmällä

Pilot Testing Measures

Click on the pins to learn more about the activities in the different municipalities.



Kuva 2 – Pilottitestaustoimen sijainti, Ranagård, Halmstad [2]

Taustaa (II)

- 4GDH-3P
 - On neljännen sukupolven kaukolämpöjärjestelmä matalan lämpötilan verkossa 3-putkijärjestelmällä toimitettuna
 - Kolmas putki: menoveden kierto, kun lämmitystarve on alhainen. Se korvaa rakennusten lämmönkierron. Kierto kolmannessa putkessa mahdollistaa alhaisemmat paluu-lämpötilat
- Tekninen ratkaisu jakeluverkoille Ranagårdissa
 - Yhteys Halmstadin perinteiseen kaukolämpöverkkoon kahden teknisen tilan kautta, joissa perinteisen verkon menolämpötila alennetaan LTDH-verkon ja 4GDH-3P-verkon menolämpötilaan.
 - Lämpötilaa alennetaan sekoittamalla ensisijaista menovettä LTDH- ja 4GDH-3P-verkkojen paluuveteen



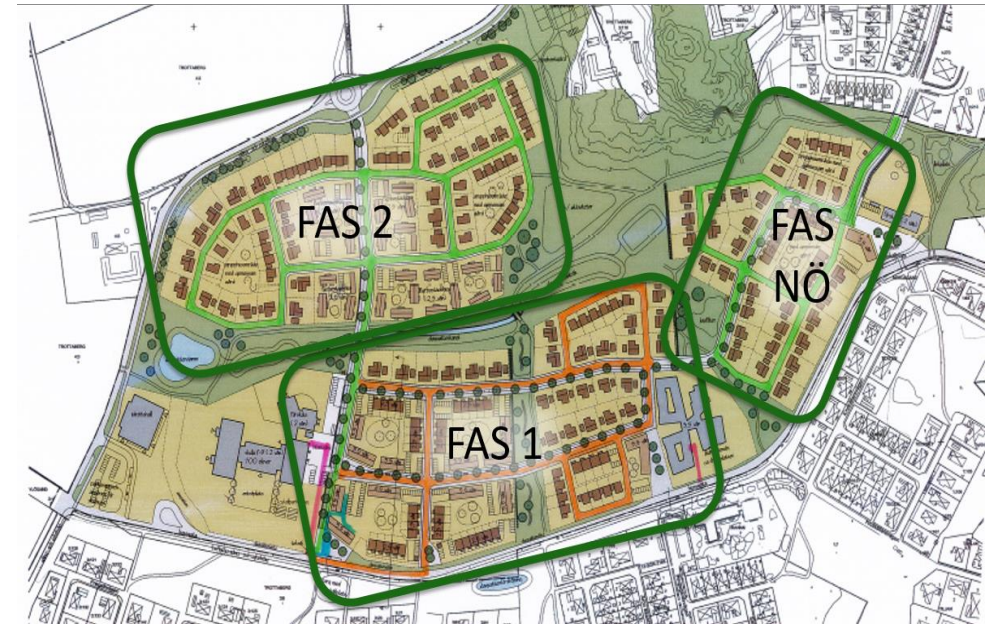
Kuva 3 – Ranagård - Halmstad kasvaa – Halmstadin kunta
Lähde: www.halmstad.se [3]

Taustaa (III)



LowTEMP2.0

- Halutun lämpötilan aikaansaamiseksi noin 50 % paluvedestä sekoitetaan menoveden kanssa venttiilillä, jota säädetään jakelupumppujen jälkeen 4GDH-3P-verkon menolämpötilalla
- Loput paluvedestä virtaa takaisin perinteisen kaukolämpöverkon paluuvesiputkistoon
- Menolämpötila matalan lämpötilan kaukolämpöverkossa ja 4GDH-3P-verkossa on 65 °C
- Paluulämpötilan odotetaan olevan 32°C matalan lämpötilan kaukolämpöverkossa ja 28 °C 4GDH-3P-verkossa.



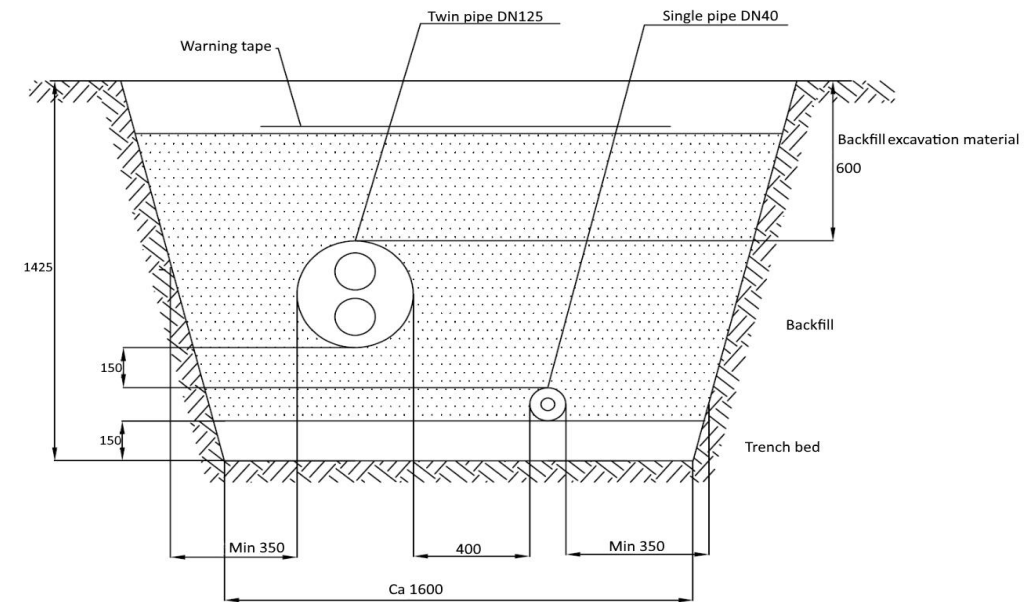
Kuva 4 – Ranagårdin kaukolämpöalueet. Lähde: [Halmstads Energi och Miljö AB \[4\]](#).

Pääongelma

- 3. ja 4. kaukolämpösukupolvien välisten rakennussuunnittelun erojen vuoksi tehtiin käytännön kenttätutkimus, jotta saatiin määritettyä, minkä verran tilaa putkien ulkokuoren välillä pitää vähintään olla, että voidaan rakentaa 3-putkinen kaukolämpöverkko
- Halmstads Energi och Miljö -yritys on tehnyt myös laskelmatestejä saadakseen oikean mitoituksen riittävälle virtaukselle minimaalisilla energiahäviöillä.



Kuva 5 – Kuva 6 – Hitsaustestejä. Lähde: [Halmstads Energi och Miljö AB](#) [4].



Kuva 4 – Putkiston poikkileikkaus. Lähde: [Halmstads Energi och Miljö AB](#) [4].

Pääongelma (II)

- Kenttätutkimuksen mittausten perusteella rakennettiin "standardiosio"
- Tässä osiossa näkyy DN125 -putken ja yksiputkisen DN40:n sijoitus
- Ulkoputken liitosten yhteensovitus ja putkien helppo asennus on taattu
- Säästää aikaa ja vaivaa rakennusvaiheessa ja vähentää myös kaivantojen uudelleensäätöjä putkien paikalleen laskemiseen yhteydessä



Kuva 6 – Hitsauskokeita.
Lähde: [Halmstads Energi och Miljö AB](#) [4].

Kuva 6 – Hitsauskokeita.
Lähde: [Halmstads Energi och Miljö AB](#) [4].



Putket sijoitettiin teoreettisen putkisegmentin mukaisesti. Putkia säädettiin myöhemmin, jotta löydettiin optimaalinen korkeus/leveysuhde putkien ja liitosten kokoamiseksi.

Pilottitoimen tavoite ja soveltamisala

PÄÄASIAALLINEN TAVOITE JA SOVELTAMISALA:

matalan lämpötilan kaukolämpöverkon rakentaminen uudelle Halmstadin asuinalueelle

TARKEMMAT TAVOITTEET JA SOVELTAMISALAT:

- Kolmiputkijärjestelmän hyötyjen / haittojen testaus ja vertailu energiatehokkuuteen, rakentamiseen jne. liittyen. 4GDH-3P-verkko on energiatehokas 3-putkijärjestelmä, joka mahdollistaa matalammat kiertoveden lämpötilat
- 3-putkijärjestelmäverkon suunnittelun ja mitoituksen haasteesta selviäminen, ja kolmannen ja neljännen sukupolven kaukolämpöjärjestelmien välisten rakennesuunnittelun erojen ratkaiseminen (ts.: on tiedettävä minkä verran tilaa putkien ulkokuoren välillä pitää vähintään olla, jotta voidaan rakentaa 3-putkinen kaukolämpöverkko)

Pilottitoimen tavoitteet ja soveltamisala (II)

- Lämpötilanlaskuasemien suunnittelu ja mitoitus LTDH-verkon rakentamiseen jo olemassa olevaan korkean lämpötilan verkkoon
- Kolmen ala-alueen rakentaminen Ranagårdin alueelle eri järjestelmien vertailua varten (yksi kolmeputkinen 4GDH-3P-verkko ja kaksi LTDH-verkkoa, joissa on matalan lämpötilan vedellä toimivat kaksiputkiset järjestelmät)
- Sen takaaminen teknisesti ja taloudellisesti, että lämpötilanlaskuasemat ja asiakkaan kaukolämmönvaihtimet toimivat matalan lämpötilan järjestelmässä ja ettei asiakkaan laitteistolle ole muita vaatimuksia



Kuva 8 – Hitsaustestejä.

Lähde: [Halmstads Energi och Miljö AB](#) [4].

*Putkien hitsaus
yhteen ja
putkiliitosten
yhteenliittäminen*



Kuva 9 – Hitsaustestejä. Lähde: [Halmstads Energi och Miljö AB](#)

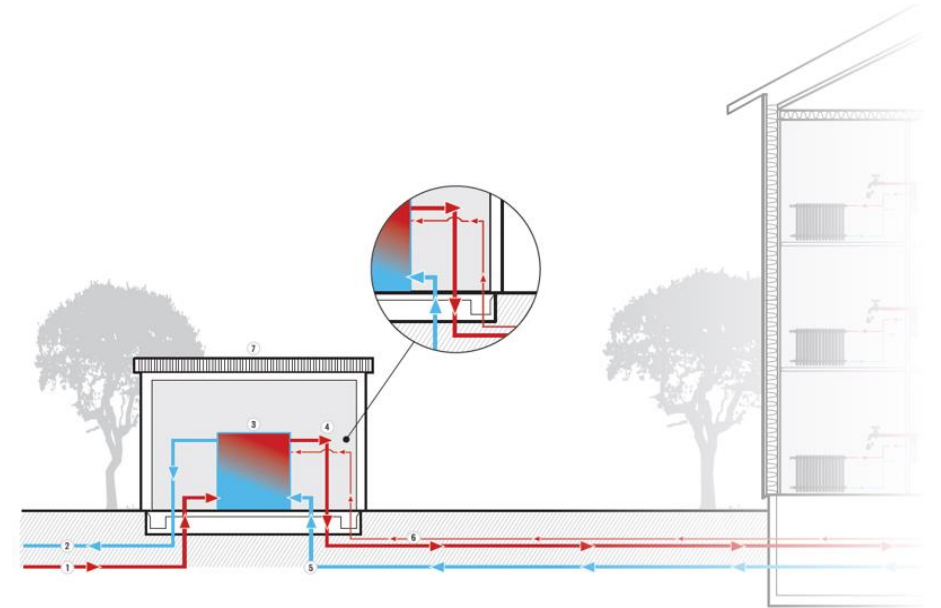


Pilottitoimen tavoitteet ja soveltamisala (III)

- Riskianalyysien eteenpäin kehittäminen ja ehdottaminen, miten riskit tulisi analysoida
- Vuoropuhelun avaaminen talonvalmistajien kanssa siitä, että lämpöpumppuja ei sisällytettäisi vakiovarusteena talon toimitukseen ja että ne voitaisiin korvata kaukolämmönvaihtimella
- Teknisen ratkaisun ja liiketoimintaratkaisun kehittäminen siihen, kuinka hukkalämmönlähteet voidaan integroida verkkoon ja miten verkko yhteensovitetään lämpövirtojen ja tietoliikenneverkon kanssa
- Teknisen ja liiketoimintaratkaisun kehittäminen siihen, miten asiakkaat tulisi kytkeä 4GDH-3P-järjestelmiin
- Sopivien kannustin-ehdotusten laatiminen, jotta tuote kiinnostaisi asiakkaita
- Viestintäsuunnitelman laatiminen Ranagårdin neljännen sukupolven kaukolämmön käyttöönottoa varten
- Myyntisuunnitelman laatiminen Ranagårdille

Käyttöön otetun tekniikan kuvaus

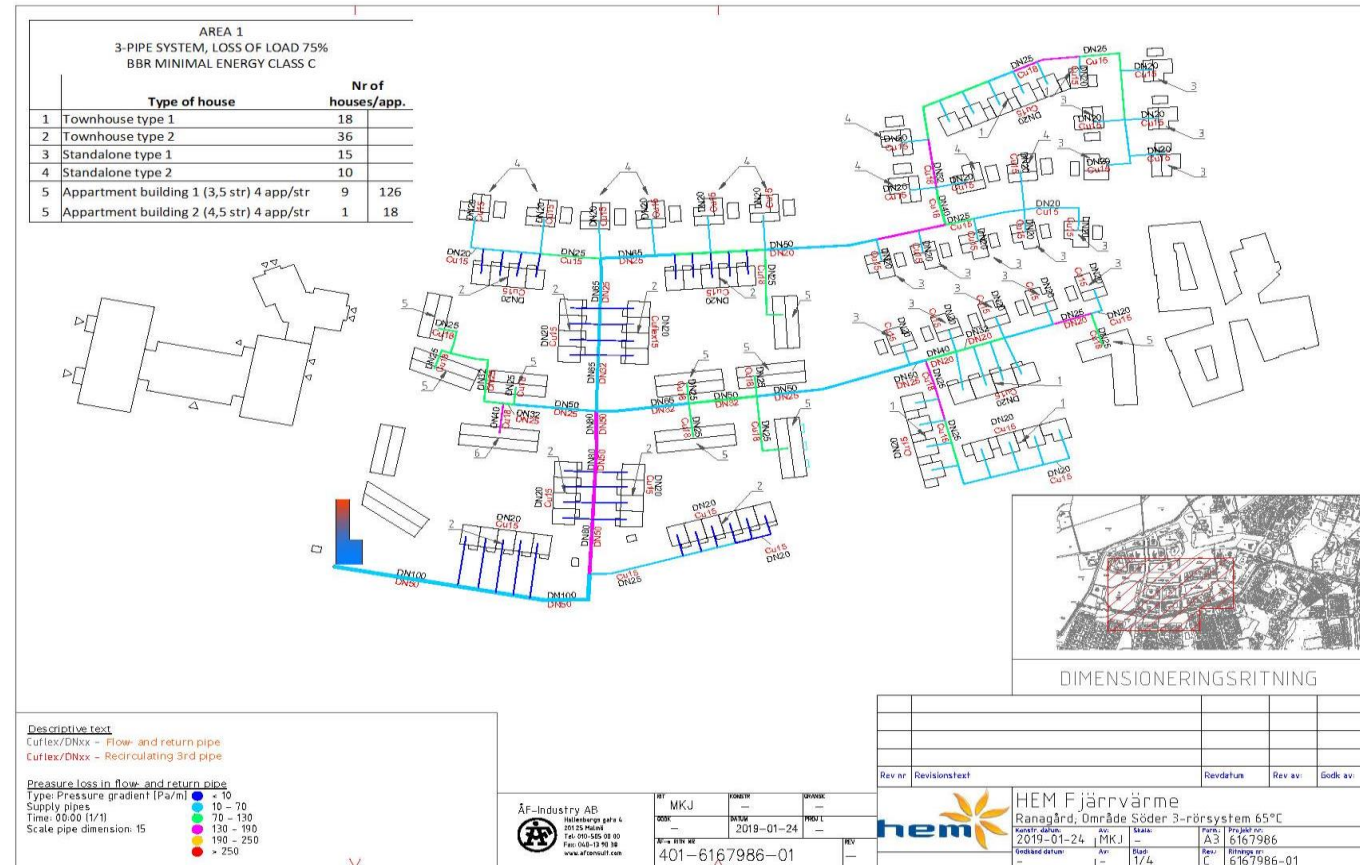
- LTDH-aliverkoston lämpötilanlaskuaseman malli rakennetaan korkean lämpötilan kaukolämpöverkon keskelle
 - Rakentaminen alkoi vuoden 2020 puolivälissä ja ensimmäiset talot on tarkoitus rakentaa vuoden 2022 puolivälissä
- Halmstadin Ranagård toimittaa matalan lämpötilan kaukolämpöä noin 500 talolle ja huoneistolle
- Ranagårdin enimmäislämmöntarve on noin 3MW kokonaisuudessaan



Kuva 10 – karkeat tekninen piirustus 4GDH-3P-verkon lämpötilanlaskuasemasta.
Lähde: [Varberg Energi](#) [5].

Käyttöön otetun tekniikan kuvaus (II)

- Ranagård on jaettu kolmeen alueeseen:
 - alueella 1 on 3-putkinen LTDH-verkko
 - alueella 2 on 2-putkinen LTDH-verkko
 - alueella 3 on 2-putkinen LTDH-verkko
- Alueilla on 2 lämpötilanlaskuasemaa:
 - Ensimmäistä lämpötilanlaskuasemaa käytetään alueille 1 ja 2
 - Toista lämpötilanlaskuasemaa käytetään alueelle 3

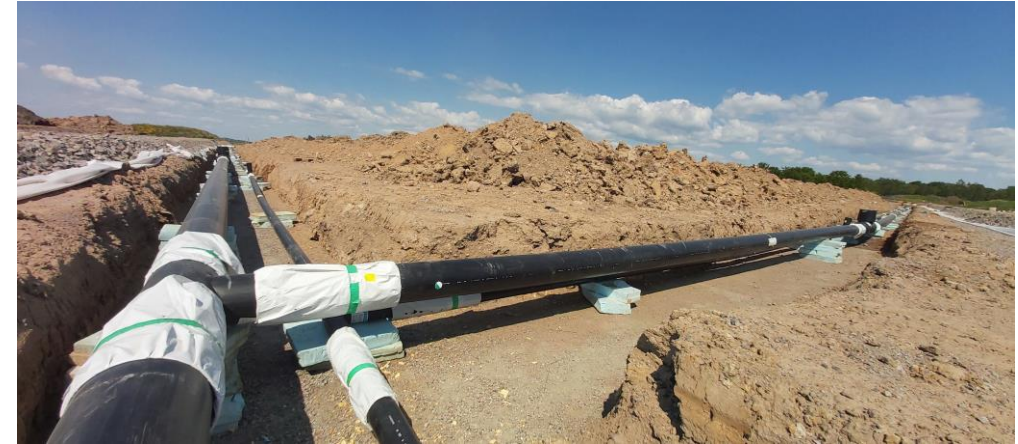


Kuva 11 – Verkon mitoitus. Lähde: Halmstads Energi och Miljö AB [4].

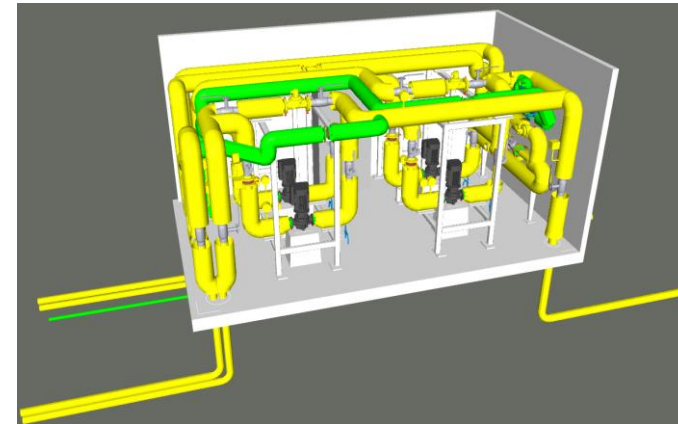
Käyttöön otetun tekniikan kuvaus (III)

Lämpötilanlaskuaseman pääkomponentit ovat:

- 2 jakelupumppua kullekin verkolle: kumpikin pumppu on mitoitettu huolehtimaan kokonaisvirtauksesta ja ne toimivat vuorotellen
- Säätöventtiilit säätelevät paluuveden määrää, joka sekoitetaan menoveden kanssa verkkoihin halutun menolämpötilan saavuttamiseksi.
- Mahdollinen varaus toimittaa Ranagårdin alueelle samassa lämpötilassa kuin tavanomaisessa kauko-lämpöverkossa avaamalla teknisen tilan ohitusventtiilit
- Valvonta-, ohjaus- ja säätötekniikka



Kuva 12 – 3-putkijärjestelmä. Lähde: [Halmstads Energi och Miljö AB](#) [4].



Kuva 13 – Lämpötilanlaskuasema. Lähde: [Halmstads Energi och Miljö AB](#) [4].

- Verkko, joka mahdollistaa energian virtaamisen sisään ja ulos tarpeen mukaan ja joka on suunniteltu siten, että häviöt ovat mahdollisimman pieniä
- Kolmiputkijärjestelmän ansiosta energiahäviöt pienenevät
- Matalan lämpötilan vedellä verkko voi toimittaa ja vastaanottaa ylijäämälämpöä helpommin
- Paluulämpötilaa voidaan alentaa, mikä tekee polttoprosessiin perustuvista laitoksista tehokkaampia. Tehokkaampi polttolaitos säästää energiaa ja vähentää päästöjä
- Paremmat ympäristönsuojelun tasot ja joustavammat liiketoimintamallit



Kuva 14 – 3-putkijärjestelmä kohteessa.
Lähde: [Halmstads Energi och Miljö AB](#) [4].

- Halmstadin kunta: teknisen tiedon vaihto suunnitteluvaiheen teknisten piirustusten aikana, jotka perustuvat rakennelaskelmiin
- Muut kunnat: ehdotettua teknistä ratkaisua voidaan hyödyntää muissa kaukolämpöjärjestelmissä niin Euroopassa kuin maailmanlaajuisestikin
- Kolmoiskierre-, eli Triple Helix -kehikko: Halmstadin yliopisto, HFAB (Halmstad Real Estate AB) ja Halmstadin kunta
- Muiden kuntien, kiinteistöyhtiöiden, lämpöyhtiöiden ja kansalaisten kiinnostus

Havaitut esteet ja vaikeudet

- Sellaisen liiketoimintamallin löytäminen kaukolämpöverkkojen rakentamiseen, joka hyötyy vähentyneestä sähkönkulutuksesta, vihreän sähkön käytöstä ja siitä, että asiakkaat saavat kokea tekevänsä oikein
- Arvoketjun löytäminen ja liiketoimintamallin rakentaminen kiertotalousarvoille lineaarisen ajattelun sijaan
- Ympäristö-, energia- ja liiketoimintapolitiikka ja parametrien hallinta
- Kaukolämmön ja yksilöllisen lämpöpumppu -lämmityksen välinen valinta
- Yksityisten ja julkisten energiayhtiöiden välinen ero, voittotaso, sijoitetun pääoman tuottojen saamiseen kuluva aika, sosiaalinen vastuu, jäännöslämmön käsittely, jätteistä saatavan energian hyödyntäminen ja oikea energian hintataso, joka auttaisi aktiivisesti vähentämään energiankulutusta

Seuraava vaihe



LowTEMP2.0

- Infrastruktuurin rakentaminen alueelle. Teiden, viemärien, kuituverkon ja kaukolämpöputkiston rakentaminen
- Omakotitalojen ja kerrostalojen rakentaminen alueelle



Kuva 15 – Yleiskuva pellosta ennen rakentamisen aloitusta. Lähde: [Halmstads Energi och Miljö AB](#) [4].

- Halmstads Energi och Miljö AB
 - Tel. +46 (0)35 / 190 190 , info@hem.se;
 - Contact person Rolf Strandell tel. +46 (0)35 / 190 613 , rolf.strandell@hem.se



Pilottitestastoimi

Keskitetty matalan lämpötilan lämmönjakelujärjestelmä Beļavan kylään Gulbenen kunnassa, Latviassa

Yleistietoja Belavasta



LowTEMP2.0

Gulbenen kunta

- Pinta-ala: 1872 km²
- Asukasluku: 22 066
- 13 pitäjää – Gulbenen kunta

Belavan pitäjä:

- 169 km²
- 5 kylää
- Asukasluku - 1546 ihmistä

Pilot Testing Measures

Click on the pins to learn more about the activities in the different municipalities.



Kuva 16 –Pilottitestaustoimen sijainti Belavan pitäjässä, Gulbenessa (Latvia) [2]

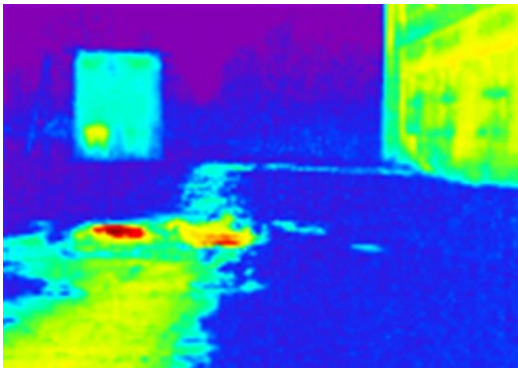
- Beļavan entinen kaukolämpöjärjestelmä koostui puulämmitteisestä kattilasta ja yhdeksästä rakennuksesta
- Kaukolämpöjärjestelmään kuuluu erilaisia kuluttajaryhmiä: julkisia rakennuksia (esim. paikallisviranomaisen, päiväkotia, postia), 1 kulttuurikeskus, 1 virkistysrakennus, 1 kauppa, 1 useamman perheen talo ja 4 yksityisasuntoa
- Julkinen rakennus, kulttuuritalo ja kauppa kunnostetaan
- Usean perheen talo ei ole eristetty ja sillä on suuri lämmönkulutus: noin 190 kWh/m² vuodessa
- Olemassa oleva kattilahuone: 1 MW polttopuukattila.

Pääongelma

Nykyinen kaukolämpöjärjestelmä oli vanha ja tehoton

- **Lämmönsiirto**

- epäsuhtainen kaukolämpöverkko
- vanhat putket, joissa on huono eristys
- verkon lämpöhäviöt olivat ~40 %



Kuva 17: Lämpökuvia Belavan kylän kaukolämpöjärjestelmästä. Kuvien ottaja: V. Kirsanovs (Riian Teknillinen yliopisto)



Kuva 18: Belavan kylän nykyisen kaukolämpöjärjestelmän layout [1].

Pääongelma (II)

- **Lämmöntuotanto**

- Kattila ei kovin tehokas (50 – 60 %)
- Tarvittiin 3 työntekijää halkojen käsittelyyn ja kattilan täyttämiseen

- **Lämmönkuluttajat**

- Kuluttajilla ei omaa lämmönkulutusmittaria
- Kaukolämpöverkon ja rakennusten lämmitysjärjestelmän välissä ei ole lämmönvaihdinta
- Maksu perustuu EUR/m² eikä riipu kuluttajien lämmönkulutuksesta
- Kuluttajat eivät ole motivoituneita säästämään lämpöenergiaa
- Korkea lämmönjakelumaksu – 87.50 EUR/MWh



Kuva 19: Puukattila Belavan kylässä Lähde: Gulbenen kunta [6].



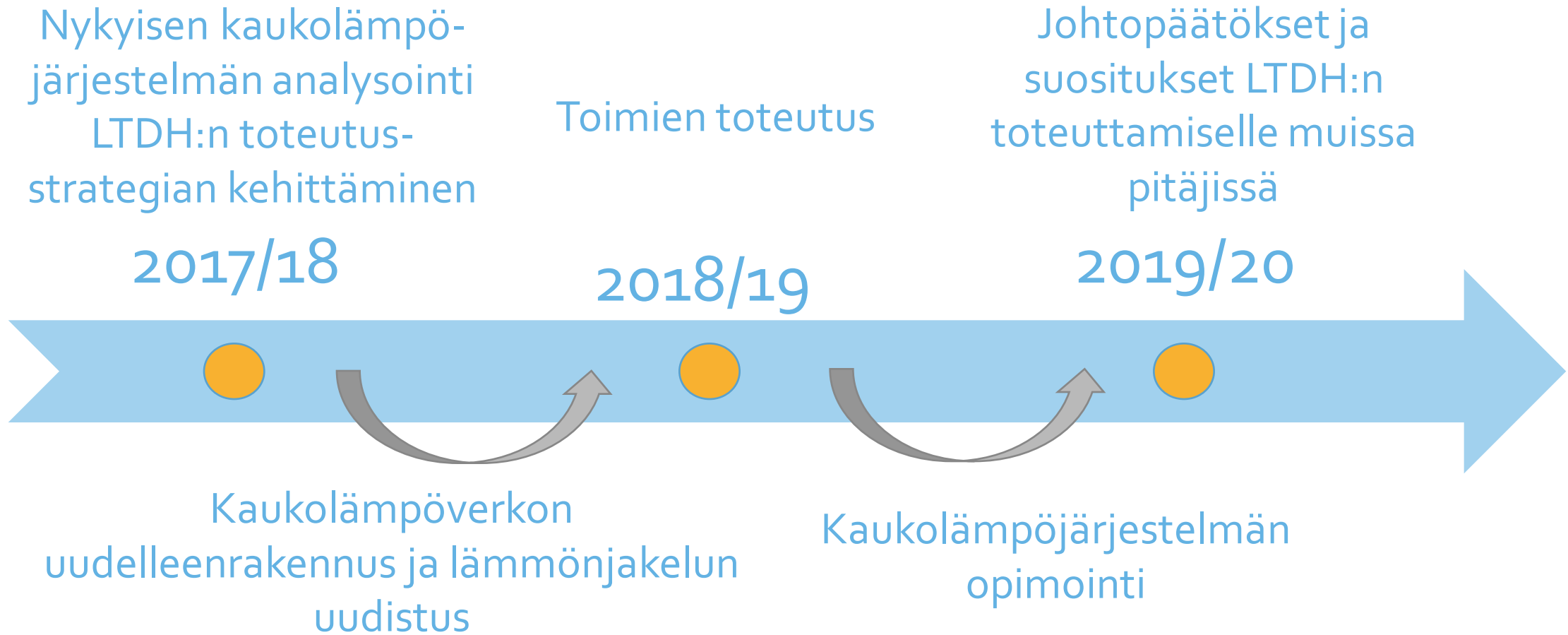
Kuva 20: Nykyinen kattilahuone Belavan kylässä. Lähde: Gulbenen kunta [6].

Pilottitoimen tavoite ja sovellusala

Modernin kaukolämpöverkon ja älykkään mittausjärjestelmän toteutus olemassaoleviin rakennuksiin:

- Olemassa olevan kaukolämpöverkon muuntaminen LTDH-verkoksi **havainnollistavan pilottiesimerkin kehittämiseksi**
- **Matalan lämpötilan kaukolämmön toimittaminen** kahdelle eristetylle rakennukselle ja kolmelle eri kuluttajaryhmälle Beļavan kylässä: kulttuurikeskus, paikallishallinto ja päiväkot
- **Älykkään mittausjärjestelmän kehittäminen** LTDH-verkon seuranta varten tulevaisuuden integroidun energianhallintajärjestelmän perustaksi
- **LTDH-järjestelmän toteutusstrategian testaaminen**, heikkojen kohtien tunnistaminen ja ehdotusten määrittäminen strategioiden parantamiseksi
- **Vastahakoisten asenteiden muuttaminen** matalan lämpötilan kaukolämmön toteuttamista kohtaan esittämällä saavutetut edut
- **Kaukolämpöjärjestelmän CO₂-päästöjen vähentäminen**

Pilottitoimen aikajana



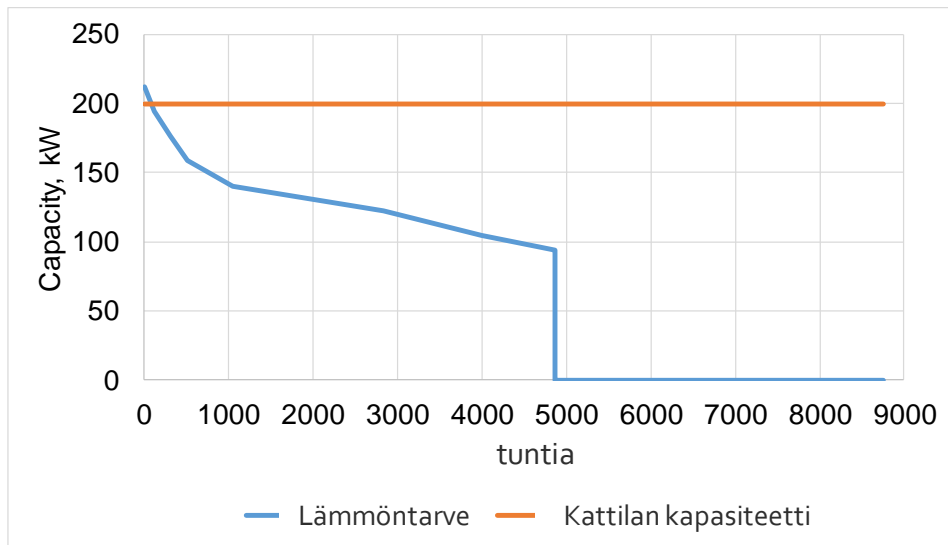
Käyttöön otetun tekniikan kuvaus

Kaukolämpöjärjestelmän monimutkainen uudistus ja muutos toteutettiin.

- **Lämmöntuotanto** - todellisen lämpökuorman laskenta ja säiliötyyppisen rakennuksen asennus, jossa on automaattisesti toimiva ja erittäin tehokas 200 kW:n pellettikattilavalikoima



Kuva 21 : Belavan kylän uusi kattilahuone.
Lähde: Gulbenen kunta [6].



Kuva 22: Pellettikattila Belavan kylässä. Lähde: Gulbenen kunta [6].

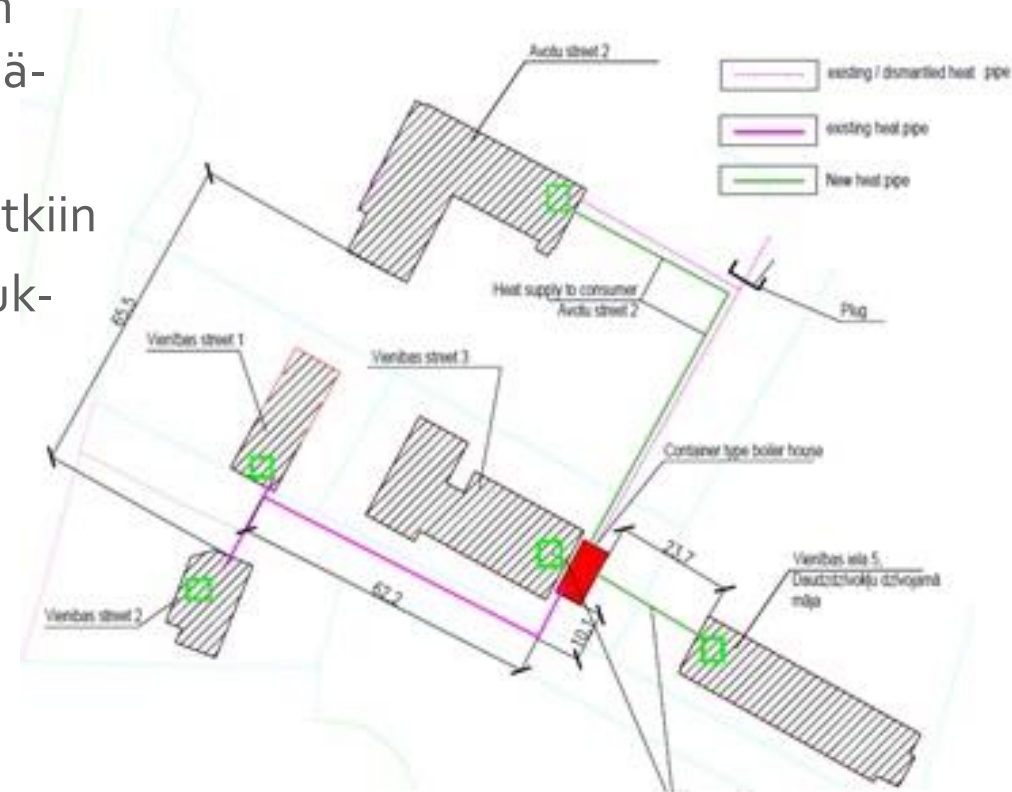
Käyttönotetun tekniikan kuvaus (II)

• Lämmönsiirto –

- Kaukolämpöverkon lyhentäminen (4 omakotitalon irrottaminen verkosta ja kattilahuoneen sijoittaminen lähemmäs lämmön pääkuluttajia)
- Vanhojen putkien vaihtaminen uusiin teollisesti eristettyihin putkiin
- Verkon lämpötilan alentaminen - 65°/35° saneeratuissa rakennuksissa ja 80°/60° eristämättömissä rakennuksissa (kaksi erillistä kiertosilmukkaa)



Kuva 23: Beļavan kylän kaukolämpöverkon uudistaminen. Lähde: Gulbenen kunta [2]



Kuva 24: Beļavan kylän uuden kaukolämpöjärjestelmän layout. Uudelleen muokattu Gulbenen kunnan lähteestä [6].

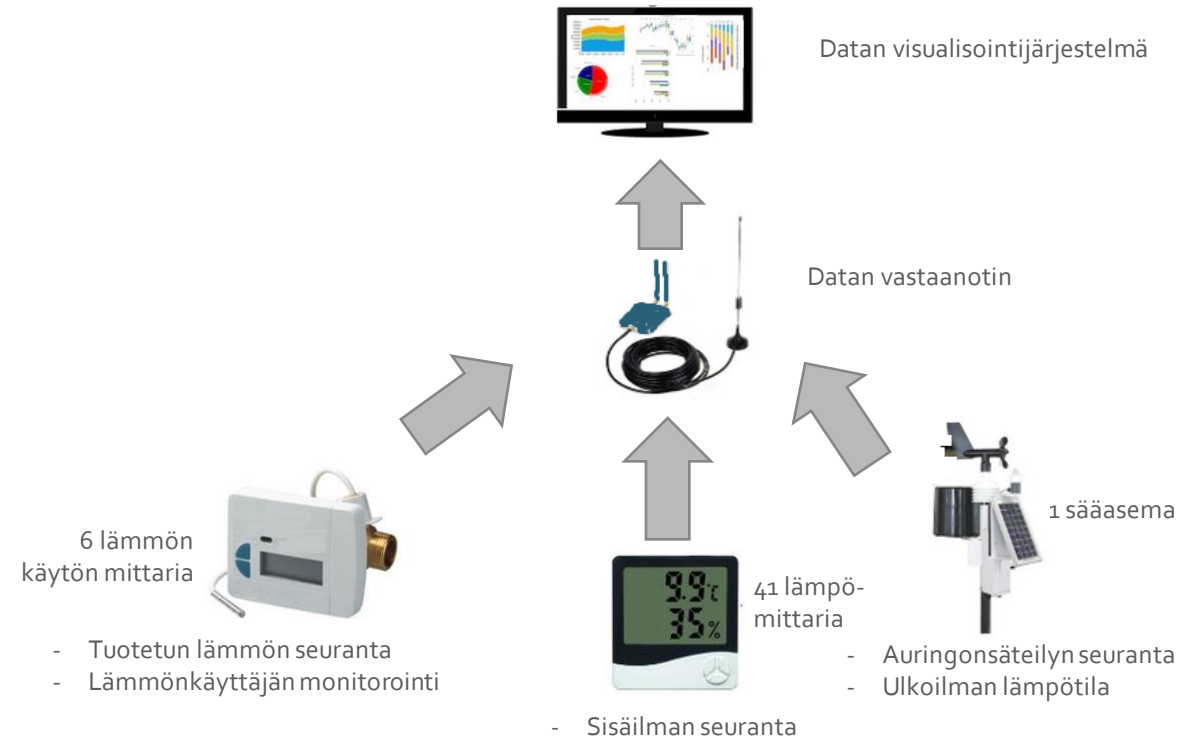
- **Lämmön kuluttajat**
 - lämmönjakokeskus ja lämmönsiirtojärjestelmä kullekin kuluttajalle
 - lämmönkulutusmittarin asennus kuluttajille ja maksun varmistaminen lämpömittarin lukemien perusteella



Kuva 23: Julkisen rakennuksen lämmönjakokeskus ja lämmönsiirtojärjestelmä. Lähde: Gulbenen kunta [6].

Seuranta ja optimointi

- Matalan lämpötilan kaukolämpöjärjestelmän seuranta järjestettiin asentamalla älykäs mittausjärjestelmä:
 - Tuotetun lämmön seurantaan
 - Lämmönkulutuksen seurantaan
 - Kunkin rakennuksen sisäilman seurantaan
 - Ulkolämpötilan ja auringonsäteilyn seurantaan



Kuva 24: Beļavan kylān kaukolämpöverkon seurantajärjestelmä. Lähde: V. Kirsanovs (Riian Teknillinen yliopisto)

Pilottitoimen kustannukset

LowTEMP-hanke rahoitti:

- Älykkään mittausjärjestelmän – 21 657,79 €
- Liikuteltavat datakeskukset sisäilman seurantaan – 16 873,07 €

Gulbenen kunta rahoitti:

- Hankkeen suunnittelun ja koordinoinnin – 4 961,00 €
- Rakentamisen – 194 005,36 € (josta 10 941,00 € rahoitti LowTEMP)
- Strategian kehittämisen LTDH:n toteuttamiseksi muilla kunnan alueilla - 19 807,70 € (osittain LowTEMP:in rahoittamana)

Hyödyt



LowTEMP2.0

2017/18

2018/19

2019/20

	2017/18	2018/19	2019/20
Kattilan tehokkuus [%]	~ 55	83,7	90,3
DH-verkon lämpöhäviöt [%]	~40	4,6	3,8
Polttoaineen kulutus [MWh/vuosi]	1 179	470	459
Sähkönkulutus [kWh/MWh]	~20-25	10,9	10,1
Lämmönjakelumaksu[€/MWh]	87,50	69,07	69,07

- Keskimääräiset kustannussäästöt vuosittain: 16 900 €
- Investoinnin takaisinmaksuaika: 11 vuotta

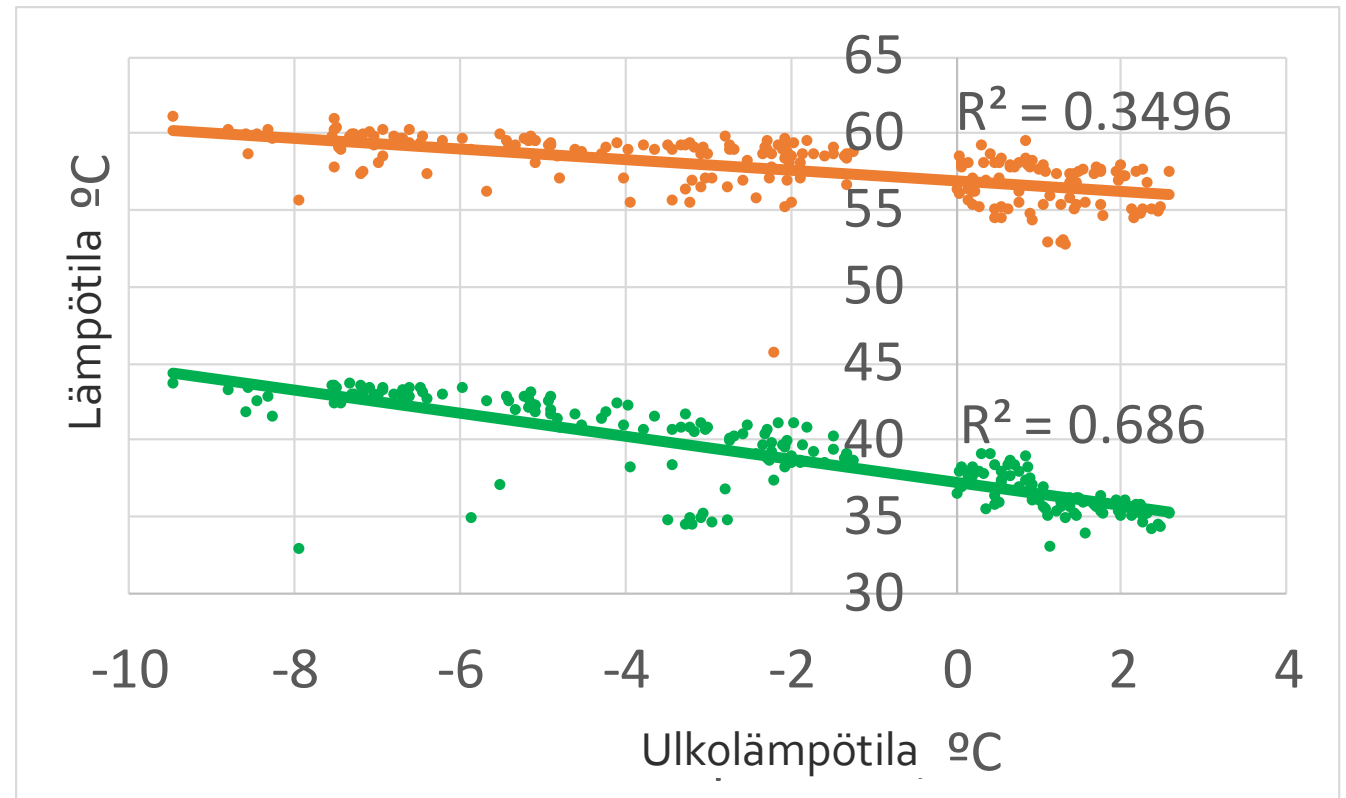
- Kaukolämpöverkon lämpöhäviöt pienenevät ja käytetyn polttoaine-energian vähentäminen mahdollistaa hiilidioksidipäästöjen ja muiden ilmansaasteiden vähentämisen, mikä on tärkeää sekä kunnalle että asukkaille
- Innovatiivisen lähestymistavan ansiosta tämän pilottihankkeen toteuttaminen on herättänyt suurta kiinnostusta lämmityksen, suunnittelun ja rakentamisen asiantuntijoiden sekä valtion ja kuntien edustajien keskuudessa

Hyötyjät

- **Talon- ja asunnonomistajat sekä kerrotalojen isännöitsijät:**
 - Pienemmät lämmityskustannukset
 - Parempi sisäilma
- **Lämmöntuottajat:**
 - Lämmöntuotannon tehokkuus parani
 - Lämmönsiirtohäviöt pienenevät
 - Hukkalämmönlähteiden integrointi mahdollista
- **Kunta:**
 - Parantunut kaukolämpöenergian hallinta kiinteiden ja liikuteltavien älykkäiden seurantajärjestelmien ansiosta
 - Tieto 4. sukupolven kaukolämpöjärjestelmästä ja sen käyttöönotto uusissa hankkeissa
- **Muut kunnat:**
 - Hyvä käytännön esimerkki ja toimintasuunnitelma matalan lämpötilan kaukolämmön käyttöönotolle

Havaitut esteet ja vaikeudet

- Ulkolämpötilan ja kattilahuoneen menolämpötilan välinen korrelaatio havaittiin alhaiseksi
- Kattilahuoneen automaation säätö kaukolämpöjärjestelmän tehokkuuden lisäämiseksi



Kuva 25: Ulkolämpötilan ja Belavan kylän uuden kattilan menolämpötilan välinen korrelaatio. Lähde: V. Kirsanovs (Riian Teknillinen yliopisto)

Havaitut esteet ja vaikeudet (II)

- Suuria eroja sisäilman lämpötiloissa paikallishallinnon rakennuksessa. Suurin syy tähän on rakennuksen vanha ja tehoton lämmönjakelujärjestelmä.
- Seuraaviin ratkaisuihin päädyttiin:
 - Vanhojen ja tehottomien lämpöpattereiden vaihto
 - Laittomasti liitettyjen lämpöpattereiden tunnistaminen ja poistaminen
 - Vesikierron virtausnopeuden kasvattaminen lämmitysjärjestelmän putkien huuhtelulla tai uuden kiertovesipumpun asennuksella



Kuva 26 –sisäilman lämpötilan jakautuminen julkisessa rakennuksessa. Lähde: V. Kirsanovs (Riian teknillinen yliopisto)

Havaitut esteet ja vaikeudet (III)

- ESTE: Ympäröivän väestön vastustus (järjestelmää kohtaan) johtui tiedon puutteesta
- RATKAISU: Ongelman ratkaisemiseksi väestölle järjestettiin tiedotuskampanjoita

- ESTE: etä-tiedonkeruujärjestelmä: katkoja tiedonkeruujärjestelmän toiminnassa
- RATKAISU: asennettiin ja optimoitiin innovatiivinen tiedonkeruujärjestelmä



Kuva 26 – Sääasema. Lähde: Gulbenen kunta [6].



Seuraava askel

- Pilottitoimen myötä saatua kokemusta voidaan käyttää kaukolämpöjärjestelmän modernisoinnin ja LTDH-verkoksi muuttamisen tukena muissa pitäjissä ja kunnissa
- Tiedonjako eri sidosryhmille:
 - lämmöntuottajille
 - kaukolämpöverkon omistajille ja tarjoajille
 - lämmön kuluttajille ja rakennusten omistajille
 - kaupunkisuunnittelijoille ja kaukolämpöinsinööreille
 - kunnille jne..



LowTEMP2.0

Yhteenveto

Ristiinarviointi ja opitut asiat

- Matalan lämpötilan kaukolämmön toteuttamiseen jo olemassa olevassa kaukolämpöverkossa on monia vaihtoehtoja. Oikein suunniteltu ja toteutettu LTDH-järjestelmä on kohtuuhintainen ja siitä on ympäristöhyötyjä.
- Optimaalisen ratkaisun löytämiseksi on tehtävä olemassa olevan lämmönjakelujärjestelmän perusteellinen analyysi. Arvokkaan tiedon puute tuottajakuluttajan lämmöntarpeesta voi rajoittaa kaukolämmön muutosstrategian kehittämistä. Siksi on kerättävä tietoja ja luotava tietokanta tulevia analyysyjä varten.
- Pitkän aikavälin muutospolun kehittäminen sen tavoitteen ja teroituksen määrittäen on tärkeää. Lisäksi on analysoitava useita vaihtoehtoisia LTDH-järjestelmän toteuttamisskenaarioita.
- On suositeltavaa tarkastella LTDH -järjestelmää paitsi verkoissa tapahtuvana lämmönsiirtona, myös monimutkaisena järjestelmänä, joka kattaa myös lämmöntuotannon ja -jakelun kuluttajille

Ristiinarviointi ja opitut asiat (II)

- Kaukolämpöjärjestelmä voidaan muuntaa LTDH-verkoksi vähentämällä verkon lämpötilaa asteittain yhdeltä alueelta toiselle
- Ylijäämälämmön alhainen lämpötila on yksi tärkeimmistä ylijäämälämmön käyttöä rajoittavista tekijöistä kaukolämpöverkossa. Lämpöpumppu on tehokas ylijäämälämmön käytön kaukolämpöverkossa mahdollistava tekniikka, erityisesti LTHD-verkossa .
- Rakennuksen epätasapainoinen järjestelmä johtaa huoneiden lämpötilan nousuun, hallitsemattomaan lämmitystarpeeseen ja korkeisiin lämmitysmaksuihin.
- Lämmönjakelujärjestelmän päivitystä siten, että sisäilmaa voidaan säätää ja lämpötilaa alentaa työajan ulkopuolella, voidaan tarjota lämmityslaskujen pienentämiseksi
- Lämmitysjärjestelmän automatisoinnin asentaminen energian- ja sisäilmanvalvontajärjestelmään sekä rakennuksen lämmityslämpötilan alentaminen voidaan toteuttaa lämmitysjärjestelmän optimaalisen suorituskyvyn aikaansaamiseksi.
- On tärkeää määrittää rakennuksen käytölle sopiva lämmityskäyrä, jotta rakennuksen lämmönkulutusta voidaan optimoida ja vähentää menolämpötilan alentamisen jälkeen

- Mitä lämmöntuotantoon tulee, suositellaan, että:
 1. keskitytään uusiin tehokkaisiin tekniikoihin;
 2. harkitaan uusiutuvien energialähteiden ja ylijäämälämmön käyttöä.
- Mitä lämmönjakeluun tulee, suositellaan, että:
 1. verkon lämpötilaa alennetaan;
 2. käytetään laadukaasti eristettyjä putkia;
 3. käytetään 3-putkijärjestelmää energiahäviöiden vähentämiseksi.
- Mitä lämmönkuluttajiin tulee, suositellaan, että:
 - vanhat ja tehottomat lämpöpatterit vaihdetaan;
 - lämmönkulutusta ja sisätilojen mikroilmastoa seurataan.

- Pilottitestaustoimenpiteet osoittavat kaukolämpöjärjestelmän parantamista koskevien toimintasuunnitelmien olevan toimivia konsepteja. Pilottihankkeen toteutus luo mahdollisuuden tunnistaa tärkeimmät esteet ja pullonkaulat laajemman mittakaavan onnistunutta toteutusta ajatellen
- Tämänhetkisen tilanteen perusteellinen analyysi ja selkeän ja räätälöidyn toimintasuunnitelman kehittäminen on välttämätöntä uuden LTDH-järjestelmän rakentamisen tai nykyisen kaukolämpöjärjestelmän matalan lämpötilan verkoksi muuntamisen kannalta
- Järjestelmän seuranta ja optimointi ovat välttämättömiä puutteiden ehkäisemiseksi ja järjestelmän optimaalisten toimintaolosuhteiden aikaansaamiseksi
- Nämä pilottitoimet täydentävät pilottienergiastrategioiden kehittämistä kunnissa ja alueilla
- Vastahakoiset asenteet matalan lämpötilan kaukolämmön toteuttamista kohtaan johtuvat tiedon puutteesta. Informatiiviset kampanjat ovat tarpeen ihmisten asenteiden muuttamiseksi ja LTDH -hankkeen toteuttamista seuranneiden positiivisten kokemusten jakamiseksi

[1] Maksims Feofilovs, Ieva Pakere, Francesco Romagnoli. Life Cycle Assessment of Different Low-Temperature District Heating Development Scenarios: A Case Study of Municipality in Latvia. *Environmental and Climate Technologies*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 272–290.

[2] Pilot Testing Measures [Online]. Available at <http://www.lowtemp.eu/map/>

[3] Courtesy from [Halmstad Municipality](http://www.halmstad.se), <http://www.halmstad.se>

[4] Courtesy from [Halmstads Energi och Miljö AB](#)

[5] Courtesy from [Varberg Energi](#)

[6] Courtesy from Gulbene Municipality

Riga Technical University

Faculty of Electrical and Environmental Engineering
Institute of Energy Systems and Environment

Francesco Romagnoli
Vladimirs Kirsanovs

Azenes iela 12/1-609
1048 Riga
Latvia

E-mail: francesco.romagnoli@rtu.lv

Tel: +371 67089943

www.rtu.lv

www.lowtemp.eu

Gulbene Municipality

Janis Barinskis

Head of Development and project department
ijanis.barinskis@gulbene.lv

Baiba Kalmāne

Project Manager
baiba.kalmane@gulbene.lv

Halmstads Energi och Miljö AB

Rolf Strandell

rolf.strandell@hem.se