



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KIINTEISTÖKOHTAISEN JÄÄHDYTYKSEN TUOTTEIS- TAMINEN PALVELUKSI

Savon Voima Oyj

TE -

Aku Hiltunen

KIJÄ/T:

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Energiatekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Aku Hiltunen			
Työn nimi Kiinteistökohtaisen jäähdytyksen tuotteistaminen palveluksi			
Päiväys	8.4.2019	Sivumäärä/Liitteet	20/6
Ohjaaja(t) Markku Huhtinen, Heikki Salkinoja, Kari Anttonen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savon Voima Oyj			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuotteistaa kiinteistökohtainen jäähdytys, osaksi energiayhtiön palvelutarjontaa. Opinnäytetyön toimeksiantajayrityksen toimintaympäristön hajanaisuudesta sekä asiakarakenteesta johtuen, varsinaisen kaukokylmäverkon rakentaminen ei ole kannattavaa, vaan on järkevämpää keskittyä kiinteistökohtaiseen palvelutarjontaan jäähdytyksessä.</p> <p>Tässä työssä keskityttiin CHC-ratkaisuun, joka tarkoittaa yhdistettyä jäähdytyksen- ja lämmöntuotantoa. CHC-ratkaisu mahdollistaa jäähdytyksessä syntyvän hukkalämmön hyödyntämisen kaukolämpöverkossa, joten tämä menetelmä valittiin jäähdytyksen tuottamiseen asiakaskiinteistöihin. Työssä selvitettiin myös potentiaalisia asiakasryhmiä.</p> <p>Tuloksena työstä saatiin selkeä malli jäähdytyksen toteuttamiseksi CHC-ratkaisulla. Tällä hetkellä saatavilla olevasta tekniikasta ja toteutuksesta, CHC-menetelmä on kannattavin tapa tuottaa jäähdytyspalvelua Savon Voiman kaukolämpö paikkakunnilla. On selvää, että nykyisen kasvaneen jäähdytystarpeen tyydyttämiseksi on tuotettava edullista ja ympäristöystävällistä jäähdytyspalvelua.</p> <p>Työssä käsitellyn tekniikan ja palvelun suurin hyöty on se, että kiinteistöjen jäähdytyksen hukkaenergia saadaan hyödynnettäväksi kaukolämpöverkkoon. Työn tuloksena konseptoitu jäähdytyspalvelu on myös asiakkaille aidosti kustannustehokas, huoleton ja riskitön palvelu, joka mahdollistaa järkevän energiakierron koko taajamassa.</p> <p>Työstä löydettiin vastaukset palvelun toteutukseen, hinnoitteluun, ylläpitoon sekä syvennettiin tuntemusta CHC-ratkaisusta. Työn myötä Savon Voima Oyj julkaisee palvelun kiinteistöjäähdytykseen.</p>			
Avainsanat Kiinteistöjäähdytys, kaukolämpö, CHC, Lämpöpumppu, ylläpito			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Energy Engineering			
Author(s) Aku Hiltunen			
Title of Thesis Productization of Property Cooling As a Service			
Date	8.4.2019	Pages/Appendices	20/6
Supervisor(s) Markku Huhtinen, Heikki Salkinoja, Kari Anttonen			
Client Organisation /Partners Savon Voima Oyj			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to produce property specific refrigeration as part of the energy company service offering. Due to the fragmentation of the operating environment and the structure of the clients/clientele, the construction of the actual districtcooling network is not profitable. It is more sensible to focus on the property specific services for cooling.</p> <p>In This study it was focused on the CHC solution, which means combined cooling and heat generation. The CHC solution makes it possible to utilize the waste heat from cooling in the district heating network. So this method was chosen to produce cooling for customer properties. Potential customer groups were also studied.</p> <p>As a result of the work, a clear model of cooling service was achieved. The CHC method is the most profitable way of producing cooling service at Savon Voima's district heat locality at present. It is clear that in order to meet the current increased need for cooling, an affordable and environmentally friendly refrigeration service must be provided.</p> <p>The greatest benefit of the technology and service dealt with in the work is that the wasted energy for cooling the properties can be utilized in the district heating network. As a result of this work, the conceptualized cooling service is also a truly cost-effective, carefree and riskfree service for customers, enabling a rational energy cycle across the agglomeration.</p> <p>Responses to the implementation, pricing, maintenance and deepening of the CHC solution are contained in the thesis. With this work, Savon Voima Oyj will launch a service for property cooling</p>			
<p>Keywords real estate cooling, district heating, CHC, heat pump</p>			

TERMISTÖJEN SELITYKSET

kW (kilowatti), MW (Megawatti)
MWh (Megawattitunti)
°C (Aste)
COP*
CHC*
€

*CHC = Combinet Heat and Cooling
*COP = Coefficient Of Performance

Teho
Tietyllä ajanjaksolla kulutettu tai tuotettu energiamäärä
lämpötilayksikkö
lämpöpumpun lämpökerroin
yhdistetty lämmityksen ja jäähdytyksen tuotanto
Rahayksikkö

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	SAVON VOIMA OYJ.....	7
2.1	Historia	7
2.2	Kaukolämpö ja sähköntuotanto.....	8
3	KIINTEISTÖJEN JÄÄHDYTYS	9
3.1	Jäähdytyksen tarve	9
3.1.1	Kiinteistöjen jäähdytysjärjestelmät	9
4	YHDISTETTY LÄMMITYKSEN JA JÄÄHDYTYS TUOTANTO (CHC-RATKAISU)	10
4.1.1	Lämpöpumppu CHC-prosessissa.....	11
4.1.2	Hankinta.....	11
4.1.3	Mitoitus	12
4.1.4	Ylläpito	13
4.2	Tuotanto kustannukset.....	13
4.3	Muita jäähdytyksen tuotanto menetelmiä	14
4.3.1	Jäähdytyskoneikko lauhduttimella	14
4.3.2	Vapaaäähdytys	14
5	KONSEPTOINTI PALVELUKSI	15
5.1	Konsepti ja peruseräite	15
5.1.1	Sopimuskausi.....	15
5.1.2	Palvelu hinnoittelu.....	15
5.1.3	Suunnittelu ja mitoitus	16
5.1.4	Ylläpito.....	16
5.2	Asiakasryhmät/kohteet.....	16
5.2.1	Asuinkiinteistöt	17
5.2.2	Yrityskiinteistöt	17
5.2.3	Julkiset kiinteistöt.....	17
5.3	Tarjouslaskenta	17
5.4	Markkinointi.....	18
6	YHTEENVETO.....	18
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	20
7	LIITTEET	21

1 JOHDANTO

Savon Voima Oyj on havainnut markkinoilla strategisen tarpeen tarjota asiakkaille kaukolämmön lisäksi myös kiinteistöjen jäähdytystä. Savon Voiman toimintaympäristön hajanaisuudesta sekä asiasrakenteesta johtuen, varsinaisen kaukokylmäverkoston rakentaminen ei ole kannattavaa, vaan on järkevämpää keskittyä kiinteistökohtaiseen palvelutarjontaan. Aihe on tärkeä, asiakkaiden kasvaneen jäähdytystarpeen johdosta. On tärkeää, että energiayhtiö voi tarjota jäähdytyksen kaukolämmön rinnalle. Jäähdytys luo myös uusia liiketoiminta mahdollisuuksia, sekä mahdollistaa kiinteistön jäähdytyksessä syntyvien hukkalämpöjen hyödyntämisen kaukolämpöverkossa.

Työssä keskitytään CHC-ratkaisuun, joka tarkoittaa yhdistettyä lämmön- ja jäähdytysentuotantoa. CHC-ratkaisu mahdollistaa hukkalämmön hyödyntämisen kaukolämpöverkossa, joten tämä menetelmä valittiin jäähdytyksen tuottamiseen asiakaskiinteistöihin. Työssä selvitetään myös potentiaalisia asiakasryhmiä, suunnitellaan palvelulle hinnoittelumallia ja pyritään luomaan edellytykset selkeään tarjouslaskentaan.

Työn on tarkoitus paketoita kiinteistökohtainenjäähdytys osaksi Savon Voiman palvelu tarjontaa. Työllä haetaan vastauksia toteutukseen, tekniikkaan, urakointiin, ylläpitoon ja hinnoitteluun liittyviin asioihin.

2 SAVON VOIMA OYJ

Savon Voiman historia ja juuret ovat syvällä Pohjois-Savossa, jossa yhtiö perustettiin vuonna 1947 yhdistämällä paikallisia sähkölaitoksia. Tänä päivänä konsernin liiketoimintaa ovat sähkön ja lämmön tuotanto, myynti ja jakelu sekä energia-alan asiantuntijapalvelut. Noin 184 miljoonan euron liikevaihdollaan (2017) yhtiö lukeutuu Suomen suurimpiin energiapalvelujen myyjiin. Konsernissa työskentelee noin 180 alan ammattilaista ja oman henkilöstömme lisäksi työllistämme vuosittain yli 300 henkilötyövuotta kumppaneidemme kautta. (Savon Voima Oyj)

Savon Voima panostaa alueelliseen hyvinvointiin investoimalla vuositasolla kymmeniä miljoonia. Konsernimme vuoden 2017 bruttoinvestoinnit olivat yli 64 miljoonaa euroa. Tästä summasta valtaosan eli 54 miljoonaa euroa käytimme sähköverkoston rakentamiseen, ylläpitoon ja kehittämiseen. Kaukolämpöverkoston ja lämmöntuotantoon investoimme 6,7 miljoonaa euroa. (Savon Voima Oyj)

2.1 Historia

Savon Voima aloitti toimintansa 14.2.1947, jolloin Savoan tarvittiin jälleenrakennuksen käynnistämiseksi valon lisäksi voimaa. Ensimmäiset vuosikymmenet olivat kiivasta maakunnan sähköistämisen aikaa. Samaan aikaan yrityksiin ja kotitalouksiin hankittiin arkea helpottavia sähkölaitteita ja myös Savon Voiman toimintaan liittyi vahvasti kotitalouslaitteiden käytön opastus. Sähköä tarvittiin elämiseen ja elinkeinon harjoittamiseen entistä enemmän, mikä siivitti omien voimalaitosten rakentamiseen ja maakunnallisten vesivoimavarojen hyödyntämiseen. Savon Voima tuottaa tänäkin päivänä sähköä 11 omistamassaan vesivoimalaitoksessa ja säännöstelee Vuoksen vesistöön kuuluvan Nilsin reittiä, jossa laitoksista kahdeksan sijaitsee. (Savon Voima Oyj)

Vuonna 1975 yhtiö laajensi liiketoimintansa kaukolämpöön öljykriisin ja sitä seuranneen energiansäästökeskustelun jälkimainingeissa. Pyrkimyksenä oli päästä mahdollisimman säästeliääseen ja järkevään energian kokonaiskäyttöön. Sama tavoite on ajankohtainen tänäkin päivänä ja siksi kaukolämpö on edelleen viisas valinta. (Savon Voima Oyj)

Yleisesti pidetään sähkömarkkinoiden vapautumisen merkkipaaluna vuotta 1995, jolloin ensimmäinen sähkömarkkinlaki tuli voimaan. Tämä mahdollisti asiakkaille kilpailutuksen. Lain mukaan sähkön siirto tuli erottaa myyntitoiminnasta, koska sähkönjakelu on alueellisesti toimivaa monopolitoimintaa. Savon Voimassakin tytäryhtiö Savon Voima Verkko Oy perustettiin vuonna 2006. (Savon Voima Oyj)

Suurimpien yritysasiakkaiden energiamarkkinariskien hallitsemiseksi perustettiin Savon Voima Salukunhallinta Oy vuonna 2007 ja yhtiöllä on ainoana energiayhtiönä Suomessa Finanssivalvonnan myöntämä MiFID-toimilupa. (Savon Voima Oyj)

Konserni osti yli sadan vuoden perinteet omaavan Joroisten Energialaitoksen koko liiketoiminnan vuoden 2015 alussa. Kaupan myötä Savon Voiman omistukseen siirtyi myös kaksi vesivoimalaitosta, Liuna ja Maavesi. (Savon Voima Oyj)



KUVA 1. Jyrkän ruukki (Savon Voima Oyj)

2.2 Kaukolämpö ja sähköntuotanto

Savon Voima tuottaa kaukolämpöä 20 kaukolämpöverkossa Pohjois- ja Etelä-Savossa. Kaukolämmöntuotanto perustuu kotimaisiin polttoaineisiin. Savon Voimassa on toteutettu vuodesta 2001 lähtien bioenergiaohjelmaa, jonka tavoitteena oli nostaa kaukolämmöntuotannossa ja siihen liittyvässä sähköntuotannossa käytettyjen kotimaisten polttoaineiden osuus 90 prosenttiin. Tavoite saavutettiin ja merkittävien investointipanostusten johdosta kaikissa Savon Voiman kaukolämmityksen piirissä olevissa taajamissa on kotimaisilla polttoaineilla toimiva lämpökeskus. Vuonna 2015 kotimaisten polttoaineiden käyttöaste oli 95 prosenttia. (Savon Voima Oyj)

Savon Voima jatkaa edelleen investointeja kotimaisia polttoaineita käyttäviin laitoksiin vuonna 2001 laaditun bioenergiaohjelman hengessä, jotta mahdollisimman suuri osa myytävästä kaukolämmöstä olisi tuotettu kotimaisilla, ympäristöystävällisillä ja lähellä tuotetuilla polttoaineilla. Savon Voima huomioi investoinneissa myös entistä paremmin energiatehokkuuden parantamisen ja tavoittelee muun muassa voimalaitosten ja lämpökeskusten savukaasujen lämmön talteenottoinvestoinneilla usean prosenttiyksikön hyötysuhteen parannusta. (Savon Voima Oyj)

Savon Voima tuottaa sähköä paikallisesti vesivoimalaitoksilla sekä puuta ja turvetta polttoaineinaan käytävillä vastapainevoimalaitoksilla kaukolämmöntuotannon yhteydessä. Oman tuotannon lisäksi Savon Voima omistaa Kymppivoima-yhtiöiden kautta voimalaitososuuksia useista voimalaitoksista eri puolelta Suomea. Tuotetulle sähkölle varmistetaan mahdollisimman hyvä hinta sähkön tukkumarkkinoilta. (Savon Voima Oyj)

Savon Voimalla on yksitoista vesivoimalaitosta Pohjois- ja Etelä-Savossa sekä vastapainevoimalaitokset Iisalmissa ja Pieksämäellä. Paikallisesti tuotetun sähkön määrä on yhteensä noin 190 GWh vuodessa ja tuotanto-osuuksien sähköntuotanto on vuosittain suuruusluokaltaan 200 GWh.

Savon Voima omistaa osuuden Vaasan Torkkolan tuulivoimapuistosta, jonka lisäksi olemme mukana Ilmajoen Santavuoreen vuonna 2016 valmistuneessa tuulivoimapuistossa. Tuulivoimalla tuotetun sähkön vuotuinen määrä on nykyisellään noin 14 GWh. (Savon Voima Oyj)



KUVA 2. Tahkovooren biolämpölaitos (Savon Voima Oyj)

3 KIINTEISTÖJEN JÄÄHDYTYS

3.1 Jäähdytyksen tarve

Suomessa jäähdytyksen tarve koostuu teollisten prosessien, sekä kiinteistöjen jäähdytystarpeesta. Teollisuuden jäähdytystarpeet ovat riippuvaisia teollisuuden prosesseista, eikä niitä ole tarpeen konseptoida palveluksi. Teollisiin prosesseihin voidaan tarjota jäähdytystä palveluna, mutta nämä kohteet on arvioitava ja laskettava tapauskohtaisesti. Tässä työssä keskitytään kiinteistöjen jäähdytykseen. (ET, VTT, Airaksinen)

Ihmisten vaatimustaso asuntojen ja työpaikkojen sisäilman olosuhteille ovat kasvaneet. Tämän vuoksi, myös jäähdytyksen tarve ja kysyntä ovat lisääntyneet. Energiakulutuksen ja päästöjen vähennystavoitteet velvoittavat tuottamaan jäähdytyksen mahdollisimman tehokkaasti ja uusiutuvia energialähteitä hyödyntäen. (ET, VTT, Airaksinen)

Suomessa liike- ja julkisetrakennukset sekä arvokkaimmat kerrostalorakennukset on varustettu jonkin aikaa jäähdytysjärjestelmällä. Viime vuosien helteisinä kesinä myös erityisesti pientaloja sekä jossain määrin kerrostaloja on alettu varustaa ilmalämpöpumpuilla, joita voidaan käyttää lämmittämisen lisäksi tilojen jäähdyttämiseen. Järjestelmät ovat tyypillisesti kiinteistökohtaisia ja toimivat sähköllä. (ET, VTT, Airaksinen)

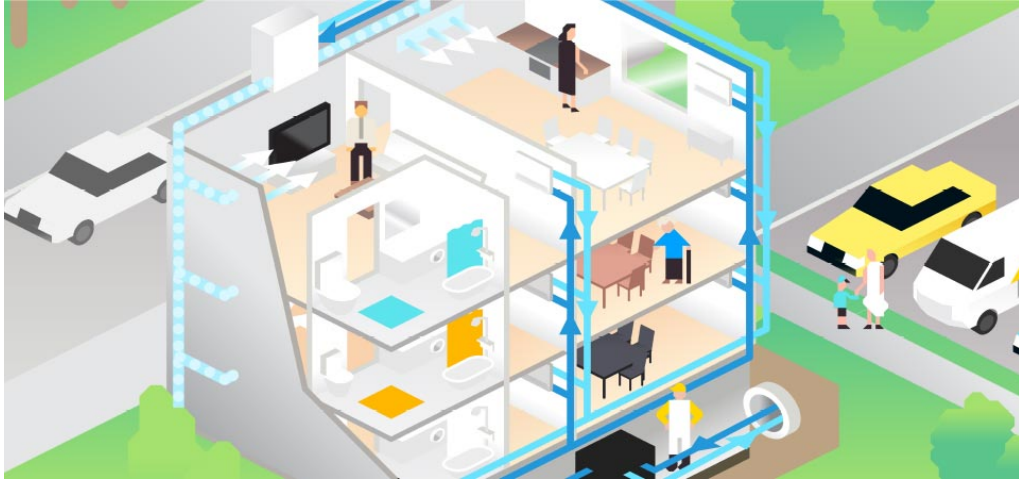
3.1.1 Kiinteistöjen jäähdytysjärjestelmät

Kiinteistön jäähdytysjärjestelmä koostuu patteriverkon tavoin putkistosta, jolla jäähdytetty väliaine siirtää kylmäenergiaa tiloihin, joita halutaan jäähdyttää.

Tiloissa lämmön luovuttamiseen on muutamia eri ratkaisuvaihtoehtoja:

- Tuloilmapatteri (kiinteistö, jossa koneellinen tulo/poisto) voi olla keskitetty tai huoneisto/tila kohtainen.

- Ilmakonvektori (kiinteistöt, jossa ei koneellista tuloilmaa). Konvektorissa on patteri, jonka läpi puhalletaan ilmaa puhaltimella.
- Lattiaviilennys. Lattialämmitys verkkoon johdettu kylmäenergia viilentää tilan.
- Kattojähdytys. Tilat viilennetään kattoon asennettavilla säteilypaneeleilla.



KUVA 3. CHC-jäähdytyksen havainnekuva (Helen Oy)

Kiinteistöjen jäähdytys on toteutettavissa myös olemassa olevaan kiinteistöön, jossa ei varsinaista jäähdytysverkostoa vielä ole. Tämä kuitenkin on melko työläs ja kallis hanke, taloudellisesti se onkin kannattavin suorittaa putkisaneerauksen yhteydessä. Tässä työssä ei enempää käsitellä kiinteistön jäähdytyksen jako- ja luovutuslaitteita, vaan keskitytään jäähdytyksen tuottamiseen kiinteistölle. Periaatteet on kuitenkin syytä tuoda esille.

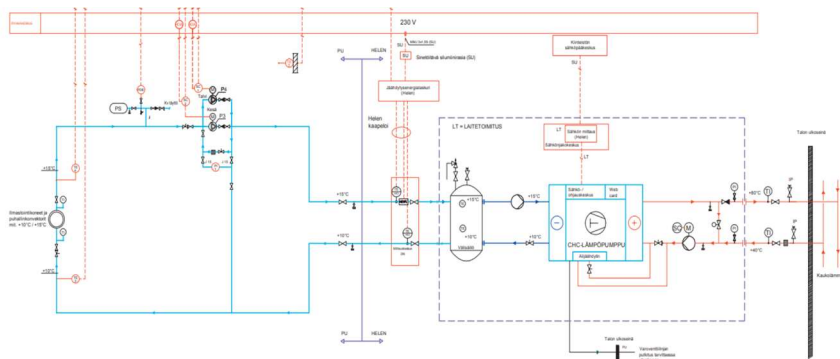
4 YHDISTETTY LÄMMITYKSEN JA JÄÄHDYTYKSEN TUOTANTO (CHC-RATKAISU)

Tämä opinnäytetyö keskittyy CHC-menetelmään ja sen muotoiluun palveluksi. Jäljempänä on esiteltynä myös muita jäähdytyksen tuotanto menetelmiä

CHC:llä tarkoitetaan yhdistettyä jäähdytyksen ja lämmön tuotantoa. Menetelmässä kiinteistöön asennetaan teollisenkokoluokan lämpöpumppu, joka kytketään kiinteistön jäähdytysverkkoon sekä kaukolämpöverkkoon. Lämpöpumppu prosessilla kylmää tuottaessa syntyy lämpöä. Tämä prosessissa syntyvä hukkalämpö on sellaisenaan hyvin matalalämpötilaista. Lämpöpumpun rakentella ja kytkennöillä voidaan kuitenkin vaikuttaa siihen, että lämpötila saadaan nostettua jopa kaukolämpöveden vaatimaan lämpötilaan. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että lämpöpumppuprosessiin kytetään useampi kompressori sarjaan. Näin jäähdytyksen tuotantoprosessista syntyvä hukkalämpö voidaan nostaa jopa 100°C asteeseen. Menetelmän etuna on se, että sillä saadaan kerättyä jäähdytyksen tuottamisesta syntyvä hukkalämpö kaukolämpöverkkoon kohtuullisella hyötysuhteella.

CHC-lämpöpumpulla yhdistetty jäähdytyksen ja lämmityksen tuotanto on taloudellisuuden sekä ympäristöystävällisyyden kannalta kiinnostava vaihtoehto tuottaa viilennystä kiinteistöille. Taajamissa

tulee aina olemaan tilanteita, joissa toisaalla tarvitaan jäähdytystä ja toisaalla lämmitystä, myös kesäaikaan.



KUVA 4. CHC-periaatekytkentä (Helen). Liite 3

4.1.1 Lämpöpumppu CHC-prosessissa

Lämpöpumpun tehtävänä CHC-kylmäprosessissa on siirtää lämpöenergiaa kylmemmästä lämpimään, ja näin tuottaa kylmää kiinteistön jäähdytysverkkoon. Lämpöpumpun prosessi perustuu pumpun prosessissa kiertävään kylmäaineeseen ja sen faasi-muutoksiin. Lämpöpumpun tärkeimmät osat ovat lauhdutin, kompressori, höyrystin ja paisuntaventtiili. Lämpöpumpussa kiertävä kylmäaine ottaa itseensä lämpöenergiaa höyrystimessä ja höyrystyy alhaisessa paineessa. Kompressorissa kylmäaineen painetta nostetaan höyrystinpainesta lauhdutinpaineseen. Tämän jälkeen höyrystynyt korkeapaineinen kylmäaine siirtyy lauhduttimeen, jossa sen olomuoto muuttuu höyrystä nesteeksi ja luovuttaa lämpöenergiansa. Nestemäisenä kylmäaine jatkaa matkaansa paisuntaventtiiliin, jolla säädetään höyrystimeen virtaavan kylmäaineen määrää siten, että kaikki kylmäaine höyrystyy ja vielä hieman lämpenee eli tulistuu höyrystyslämpötilaa korkeampaan lämpötilaan.

Höyrystimenä CHC-järjestelmässä on lämmönvaihdin, joka kierrättää nestettä kylmäjärjestelmän varaajaan. Eli järjestelmä siirtää nesteestä lämpöenergiaa kylmäaineeseen. Kylmäaine johdetaan kompressorin kautta lauhduttimeen, jossa sen sisältämä "ylimääräinen" lämpöenergia lauhdutetaan. CHC-menetelmässä kaukolämpöverkko toimii lauhduttimena. Kompressoreita järjestelmässä on oltava useampia, jotta järjestelmän lämpötila saadaan nostettua riittävän korkealle lauhdutettavaksi kaukolämpöverkkoon.

4.1.2 Hankinta

Heti laitoshankinnan suunnittelun alkumetreillä todettiin, että kylmälaitos tullaan hankkimaan niin sanotulla avaimet käteen -mallilla. Tällä toteutustavalla kylmälaitoksia valmistavia ja urakoivia yrityksiä on muutamia. Yrityksistä valittiin kokonaisuus arvioiden paras, joilla oli myös referenssi kohteita vastaavanlaisista toteutuksista. Yrityksiltä pyydettiin budjettitarjoukset laitoksen toteutuksesta sekä oheistoiminnoista.

Näistä vaihtoehtoista tämän työn pohjaksi ja suunnitelmiin päädyttiin valitsemaan Oilonin ratkaisu. Valintaan vaikutti se, että kyseisellä yrityksellä oli jo lukuisia referenssejä. Saimme myös suosituksen Oilonille energiayhtiö Heleniltä, jossa kyseisen yrityksen ratkaisulla on toteutettu useita kiinteistöjäähdytyksessä. Kävimme myös Helsingissä tutustumassa ko. yrityksen CHC-toteutukseen.

Jäähdytyksen toimitusrajoina ovat seuraavat rajaukset, muutoin toimitus on avaimet käteen periaatteella:

- Tilaaja toimittaa ja kytkee pääsähkönsyötön CHC-järjestelmän jakokeskukseen (omasta liittymästä tai kiinteistön sähköistä).
- Jäähdytyspiirissä varaajan jälkeen on tilaajan energianmittauskeskus. Tilaaja toimittaa keskuksen, toimittaja suorittaa asennuksen.
- KL-piirissä tilaaja tuo KL-putket laitetilaan. Rajana ovat sulkuventtiilit, jotka tilaaja asentaa.

Hankinta tullaan tekemään mahdollisiin asiakaskohteisiin aina tapauskohtaisesti, koska hankintaan vaikuttavat tekijät vaihtelevat kiinteistökohtaisesti. Näitä tekijöitä käsitellään seuraavassa osiossa. Uudiskohteissa pyritään vaikuttamaan kiinteistön jäähdytysverkoston, mikäli CHC-jäähdytys on tiedossa kiinteistön jäähdytyksen tuotantotavaksi. Näissä kohteissa voidaankin jäähdytysverkoston mitoituslämpötilat ns. ”lukita” hieman korkeammaksi. Kylmälaitoksista tullaan pyytämään budjetti tarjoukset eri tehoille, jotta asiakkaille voidaan laskea budjettitarjous nopeasti kaiken kokoisiin kohteisiin.

4.1.3 Mitoitus

Koska järjestelmä tullaan tilaamaan kokonaistoimituksena laitetoimittajalta, mitoittaa toimittaja lämpöpumput annettujen toimintapisteiden perusteella. CHC-Laitoksen mitoitukseen tarvitaan seuraavia lähtötietoja.

Jäähdytyspiiri:

- Kiinteistön tarvitsema jäähdytysteho, kW.
- Jäähdytysverkon lämpötila (meno, paluu), °C.
- Käytettävissä oleva tila ja mahdollinen haalausreitti.

Lämmitys eli kaukolämpöverkko:

- KL-meno °C (tämä voidaan myös toteuttaa ulkolämpötila ohjauksella).
- KL-paluu lämpötila °C.
- Kaukolämpöverkonosan paine-ero, jossa kiinteistö sijaitsee, kPa.

Paine-ero tarvitaan, jotta kaukolämpöpiirin pumppu voidaan mitoittaa riittäväksi. Pumpun on voitettava kaukolämmön menopaine, jotta se voi painaa CHC-järjestelmän lauhdutimessa kiertävän kaukolämpöveden verkkoon. Lisäksi CHC-ratkaisun toteutukseen ja urakoitiin vaikuttaa kiinteistön tilat.

4.1.4 Ylläpito

Laitoksen ylläpidossa on otettava huomioon seuraavia asioita: Valvonta, määräaikaistarkastukset, huollot sekä laitoksen elinkaaren aikana tehtävät laitoksen osien uusinnat.

Oilonin ratkaisussa laitos toimitetaan yksinkertaistetulla valvontaautomatiikalla. Savon Voiman tapauksessa valvonta saadaan keskitettyyn valvomoon, jossa on miehitys 24/7. Näin laitoksen toimintaa voidaan tarkailla jatkuvasti keskeytymättömässä vuorossa.

Määräaikaistarkastus on isoimmille lämpöpumppujärjestelmille tehtävä kerran vuodessa. Tarkastuksen määräaika vaihtelee kylmäaineittain. Lista kylmäaineista (LIITE2). Huoltojen sekä laitoksen osien uusinnan tarjoaa laitoksen toimittaja. Kylmäainetta sisältävien lämpöpumppujen ja laitteiden huolto on luvanvaraista työtä. Myös näille tehtäville saadaan ulkopuolinen osaaaja, eikä omaa henkilökuntaa tarvitse kouluttaa tai rekrytoida alkuvaiheessa. Toimittajan antamalla huollon hinnoilla sekä tyyppillisillä tarvittavilla varaosilla saadaan myös hintatieto. Tällöin voidaan tarkastella palvelun tuottamisen kustannuksia pidemmälle elinkaarelle. Esimerkiksi kompressorien käyttöikä on noin 40 000 tuntia. Tämä tunti määrä saavutetaan tyyppillisessä kiinteistöjäähdytys kohteessa noin 12-14 vuodessa.

4.2 Tuotanto kustannukset

Työssä käsitellyt euromääräiset kustannukset käsiteltiin yrityksen sisäisesti, eikä niitä käsitellä julkisessa työssä. Jäähdytyksen tuotantokustannukset muodostuvat investoinnista, energiakustannuksista sekä ylläpito- ja huoltokustannuksista. Tuotantokustannuksissa on otettava huomioon se, että laitoksella tuotetaan jäähdytystä sekä lämpöä. Näin kustannuksia saadaan jaettua jäähdytyksen myyntiin asiakkaan kiinteistöön, sekä lämmöntuotantoon kaukolämpöverkkoon.

Laitoksen investointikustannus muodostuu kylmälaitoksesta ja sen kokonaisurakasta. Lisäksi investointiin on laskettava urakan ulkopuolelle jäävät työt, joita ovat: kylmälaitoksen kaukolämpöliittymä, kylmän mittauskeskus sekä laitokselle mahdollisesti hankittava oma sähköliittymä mittausineen. Kun laitoksen elinkaari ja palvelusopimuksen pituus on tiedossa, voidaan myös tämä kiinteä kustannus laskea vuositasolle. Lisäksi kiinteään osaan lasketaan mukaan myös laitoksen ylläpitokustannukset.

Muuttuvat kustannukset muodostuvat energiakustannuksista. Kustannuksista suurimpana osana on laitoksen sähköenergian hankinta. Sähköenergian tarpeeseen vaikuttaa laitoksen hyötysuhde, joka voi vaihdella kohde kohtaisesti niin kylmätehon kuin verkostojen lämpötilojenkin suhteen. Tyypillisesti 1 yksikkö sähköenergiaa tuottaa jopa 3 yksikköä lämpöä kaukolämpöverkkoon sekä 1,5 yksikköä kylmäenergiaa asiakkaan kiinteistöön. CHC-laitoksella kaukolämpöä tuottaessa on myös huomioitava jäähdytyksen tuotantorakenne ja tuotantoajanjakso. Näillä tiedoilla saadaan laskettua hyöty kaukolämmön polttoainekustannuksissa, joka taas voidaan viedä palvelun hinnoitteluun.

4.3 Muita jäähdytyksen tuotanto menetelmiä

4.3.1 Jäähdytyskoneikko lauhtuttimella

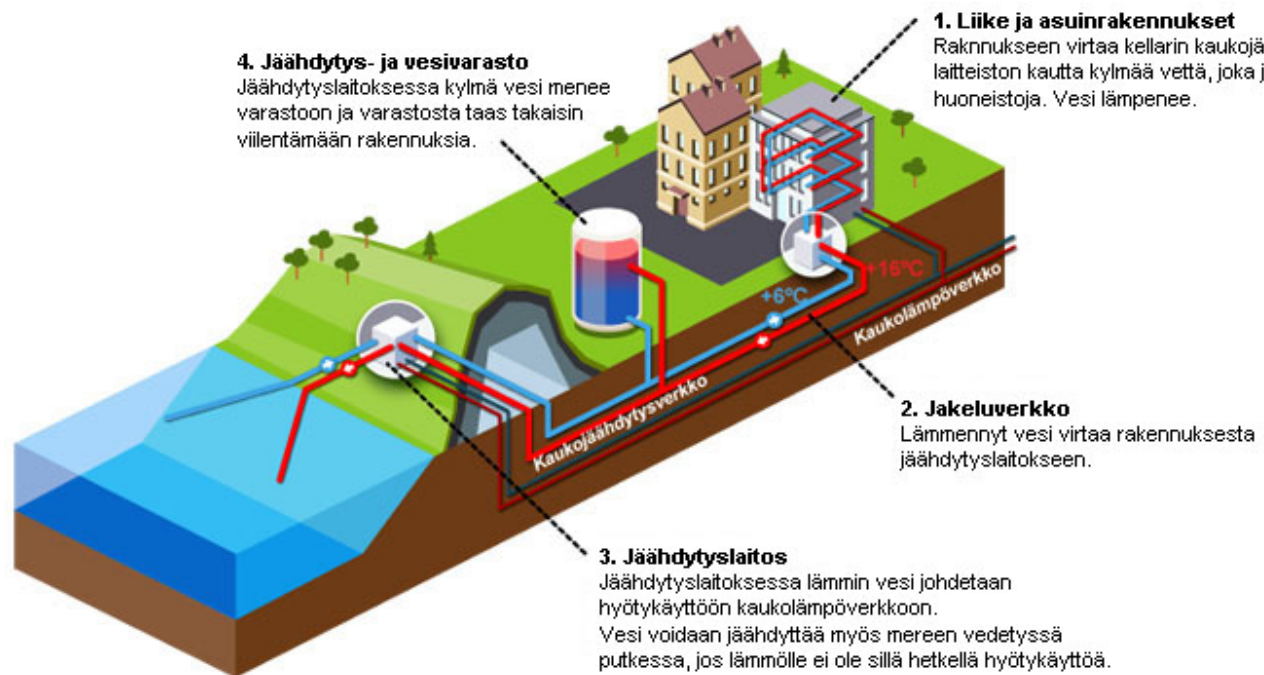
Lauhtuttimella varustetulla koneikolla tehdään eniten kiinteistöjen ja kauppojen kylmäaltaiden jäähdytystä. Järjestelmät ovat hyvin konseptoituja ja tehdasvalmisteisia paketteja, joissa on kompressori sekä lauhtutin yleensä samassa paketissa. Tämän menetelmän etuja on selvästi edullinen perustuskustannus sekä laitteen helppo uusinta elinkaaren päässä. Vastaavasti haittana yleisesti on pidetty lyhyehköä elinkaarta sekä sitä ettei jäähdytyksessä syntyvää lämpöä saada talteen. Menetelmä onkin käyttökelpoisin kohteissa, joissa jäähdytyksen tarve on hyvin vähäinen.



KUVA 5. Jäähdytyskoneikko (Savon Voiman valvomo)

4.3.2 Vapaajäähdytys

Vapaajäähdytyksellä tarkoitetaan menetelmää, jossa viileää välitinainetta/vettä voidaan hyödyntää suoraan pelkällä pumppauskustannuksella. Vapaajäähdytystä voidaan käyttää esimerkiksi maalämpökiinteistöissä, joissa kylmäenergia saadaan maalämpökaivoista. Menetelmän hyvänä puolena pidettäköön sitä, että jäähdytysenergian luovutettua lämmennyt välitinaine "lataa" lämpökenttää. Tämä kuitenkin on riippuvainen maaperästä, johon kaivot on porattu. Tällä on vastavasti positiivinen vaikutus maalämpöpumpun hyötysuhteeseen, kun siirrytään lämmityskaudelle ja lämmitykseen. Myös monet kaukokylmää toimittavat energiayhtiöt tuottavat jäähdytysenergiansa vapaajäähdytyksellä. Tällöin yleisimmin käytetyssä menetelmässä järvi- tai merivettä pumpataan järven tai meren syvänteestä laitokseen, jossa kylmä siirretään kaukokylmäverkkoon ja edelleen asiakkaille toimitettavaksi. Järvi- tai merivedestä otettavan vapaajäähdytyksen etuina on sen skaalautuvuus isoon mittakaavaan ja keskitettyyn jäähdytysenergian tuotantoon.



KUVA 6. Vapaajäähdytys kaukokylmän tuotannossa (Helen Oy)

5 KONSEPTOINTI PALVELUKSI

5.1 Konsepti ja peruseriaate

Palvelun konseptointia varten selvitettiin vastaukset seuraaviin aihealueisiin: sopimuskausi, hinnoittelu, suunnittelu, ylläpito, hankinta ja toteutus. Edellä mainittuja aiheita on käsitelty myös aiemmin itse CHC-järjestelmän osiossa. Palvelun konseptoinnin lähtökohtana on se, että palvelusta saadaan selkeä toimintamalli, jolla jäähdytys voidaan tarjota asiakkaan kiinteistöön. Jäähdytyksessä syntyvä hukkalämpö kierrätetään kaukolämpöverkkoon, käytettäväksi taajaman muissa kohteissa. Konseptointivaiheessa hinnoittelurakenteen selkeyttäminen oli avainasemassa.

5.1.1 Sopimuskausi

Palvelun sopimuskaudeksi määriteltiin 20 vuotta. Sopimuskausi voi olla myös lyhyempi tai pidempi. Sopimuskausi määritetään asiakas- ja kohdekohtaisesti. Sopimuskauden pituudella on suuri vaikutus palvelun hinnoitteluun, niin laitteiston ylläpidon kuin investoinnin takaisinmaksunkin kautta. Sopimuskauden pituus vaikuttaa hinnoittelun kiinteään osaan.

5.1.2 Palvelu hinnoittelu

Hinnoittelu muodostuu edellä mainituista tekijöistä, joille palvelun tuotannon kustannus jaetaan aiheuttamisperusteellisesti. Investointi ja muut kiinteät kulut katetaan kiinteällä tehomaksulla ja muutuvat kustannukset mitatulla energiamaksulla. Energiamaksussa otetaan huomioon lämpöpumpun tuottama hyöty kaukolämmönpoltoaineissa. Asiakkaan mukaan määräytyvä liittymämaksun suuruus

vaikuttaa lopullisen hinnoittelun kiinteään osaan. Laitoksen investointikustannus muodostuu kylmälaitoksesta ja sen kokonaisurakasta. Lisäksi investointiin on laskettava urakan ulkopuoliset työt, joita ovat: kylmälaitoksen kaukolämpöliittymä, kylmän mittauskeskus sekä laitokselle mahdollisesti hankittava oma sähköliittymä mittauksineen. Kun laitoksen elinkaari ja palvelusopimuksen pituus on tiedossa, voidaan myös tämä kiinteä kustannus laskea vuositasolle. Lisäksi kiinteään osaan lasketaan mukaan myös laitoksen ylläpitokustannukset. Alla on kuvattu hinnan muodostuminen asiakkaalle sekä hinnoittelurakenne.

Hinnoittelurakenne asiakkaalle

Liittymismaksu (kertamaksu alussa)

- Asiakas kohtainen.

Kiinteä osuus (jäähdytystehomaksu)

- Kiinteällä osuudella jaetaan laitoksen hankinta- ja ylläpitokustannukset sopimuskaudelle. Kiinteän maksun osuudessa huomioidaan mahdollinen liittymämaksun suuruus.

Muuttuva osuus (jäähdytysenergiamaksu)

- Energiamaksussa huomioidaan sähkön hinta sekä CHC-järjestelmän tuottama hyöty kaukolämpöverkkoon.
- Energiamaksu sidotaan sähkön pörssihintaan.

5.1.3 Suunnittelu ja mitoitus

Suunnittelun osuus CHC-laitoksesta jää pääosin laitetoimittajalle. Toimittaja mitoittaa laitoksen annettujen lähtötietojen perusteella. Mitoitukseen tarvittavat lähtötiedot on mainittu CHC-laitoksen mitoitusosiossa. Kiinteistön jäähdytysjärjestelmän vaatimat suunnitelmat asiakas teettää itse omalla suunnittelijallaan. Suunnittelijoille tullaan luomaan kiinteistökohtaisen jäähdytyksen suunnitteluohje, jossa määritellään suositellut lämpötilatasot sekä tilavaatimukset kylmälaitokselle. Näin suunnittelija voi vaikuttaa uudiskohteissa tai saneerauksissa järjestelmän toimivuuteen, joka näkyy käyttökustannuksissa. Suunnittelija yhteistyö on myös tärkeä, jotta voidaan luoda kumppaniverkosto auttamaan asiakkaan kiinteistön jäähdytysverkon muutos- tai rakennustyön suunnittelussa.

5.1.4 Ylläpito

Ylläpito ja huollot hoidetaan aluksi ulkopuolisella työvoimalla valvontaa lukuunottamatta. Laitosten valvonta järjestetään Savon Voiman laitosvalvomoon Pieksämäelle tai Iisalmeen. Valvomon tehtävä on valvoa laitoksen toimintaa sopimuskaudella. Muut huollot ja tarkastukset teetetään joko laitetoimittajan tarjoamalla palvelulla tai paikallisten urakoitsijoiden työnä.

5.2 Asiakasryhmät/kohteet

Jäähdytysratkaisun toteutus riippuu kiinteistöstä, johon jäähdytysenergiaa hankitaan ja tuotetaan. Työssä selvitettiin myös tiettyjä erityispiirteitä sekä edellytyksiä palvelun tuottamiselle eri kohteissa.

Kiinteistöt joita voidaan pitää todennäköisempinä jäähdytyksen asiakaskohderyhminä, voidaan ryhmitellä seuraaviin ryhmiin. Asuinkiinteistöt, yrityskiinteistöt, julkiset kiinteistöt (koulut, terveydenhuolto).

5.2.1 Asuinkiinteistöt

Asuinkiinteistöjen jäähdytyksen tarve keskittyy kesäajalle ja kuumimpaan aikaan siitä. Uudiskohteille jäähdytys voidaan toteuttaa helposti, mikäli kohteessa on suunnitteilla keskitetty tulo- ja poistoilmavaihto. Kiinteistöihin, joissa ei valmista jäähdytysverkostoa ole, on sen rakentaminen suhteellisen työläs ja kallis hanke. Edullisinta jäähdytys on rakentaa esimerkiksi putkisaneerauksen yhteydessä. Taloyhtiöille palvelun tarjoaminen on suhteellisen riskitöntä. Taloyhtiöille palvelun etuna on ehdottomasti sen huolettomuus ylläpidossa sekä se, että laittisto on yhden toimijan vastuulla.

5.2.2 Yrityskiinteistöt

Yrityskiinteistöissä jäähdytettävät tilat ovat todennäköisemmin toimisto- tai tuotantotiloja. Jäähdytyksen tarvetta voi olla myös talvella, jolloin ongelmaksi voi muodostua kaukolämmön korkea lämpötila menopuolella. Tällöin lämpöpumpulla ei välttämättä tavoita riittävää lämpötilatasoa riittävällä hyötysuhteella. Tällaisessa tapauksessa on tarkasteltava järjestelmän kokonaiskannattavuutta sekä mietittävä onko asiakkaan kiinteistölle syytä asentaa myös lauhdutin patteri, johon lämpö voidaan ohjata kaukolämpöveden lämpötilan ollessa liian korkea. Toki pienet tehot voidaan ajaa kaukolämpöverkkoon myös hieman matalammassa lämpötilassakin. Yrityskiinteistöön CHC-ratkaisun toteuttaminen vaatii myös taloudellisen tarkastelun takemmin. Yritys kohteissa onkin parempi suosia isoa ”liittymismaksua”, jolloin suuriosa investoinnista katetaan heti rakennusvaiheessa. Näin pienennetään taloudellista riskiä palvelutuotannossa.

5.2.3 Julkiset kiinteistöt

Julkiset kiinteistöt ovat yleensä toimistoja, kouluja, terveyskeskuksia, liikuntasaleja tai jopa jäähalleja. Myös näissä voi olla tarvetta jäähdytykselle myös talviaikaan, jolloin kaukolämpöverkon lämpötila aiheuttaa lisää pohdintaa ja suunnittelua. Osassa kiinteistöjä on jo olemassa olevaa jäähdytyskalustoa joka on suhteellisen helppo korvata CHC-ratkaisulla. Tapauksissa joissa CHC toteutetaan olemassa olevaan kiinteistöön, on otettava huomioon kiinteistön jäähdytysverkon mitoituslämpötilatasot. Julkiset kiinteistöt ovat pienen taloudellisenriskin kohteita ja näissä voidaan palvelun hinnoittelua soveltaa asiakkaan tarpeiden ja toiveiden mukaan.

5.3 Tarjouslaskenta

Tarjouslaskentaa varten suunniteltiin laskentapohja, jolla tarjouslaskenta voidaan suorittaa. Laskentapohjassa lähtötiedot syötetään excel -kaavioon. Kaaviosta saadaan muodostettua valmis tarjous

asiakkaalle esitettäväksi. Asiakastarjouksessa esitetään liittymämaksun suuruus sekä energiamaksujen suuruus vuositasolla. Laskentapohjassa saadaan myös samalla kaaviolla tarkasteltua kohteen kannattavuus energiayhtiön näkökulmasta. Kannattavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat lämpöpumpun järjestelmän hyötysuhde eli COP. Hyötysuhteeseen vaikuttavia tekijöitä ovat lämpötilatasot jäähdytysverkossa sekä kaukolämpöverkossa. Hyötysuhteeseen vaikuttavia tekijöitä on käsitelty tarkemmin aiemmissa osioissa. Kannattavuuteen ja asiakkaan jäähdytysenergian kokonaishinnoitteluun vaikuttavien tekijä on kuitenkin jäähdytysenergian käyttö vuositasolla.

CHC-laitetoimittajalta saaduilla hinnoittelukaaviolla voidaan asiakkaalle antaa nopeasti budjettitarjous. Budjettitarjousta tarkennetaan sitovaksi tarjoukseksi, kun asiakkaan päätöksenteko etenee ja kohteesta saadaan tarkempaa tietoa. Mikäli kaikki lähtötiedot ovat käytettävissä, voidaan sitova tarjous antaa myös suoraan. Ennen kuin lopullinen sitova tarjous voidaan antaa, on lopulliset investointikustannukset oltava selvillä. Tähän tarvitaan varsinainen tarjous myös CHC-laitetoimittajalta, jonka pohjalta asiakkaan hinnoittelu rakentuu. Tässä yhteydessä saadaan myös lopulliset arvot lämpöpumpun toiminnalle, toimintapisteiden arvojen ollessa tiedossa. Tarjouslaskenta kaavake liitteenä: LIITE1

5.4 Markkinointi

Jäähdytyksen markkinoinnissa on pääpaino pidettävä palvelun ja ratkaisun hyvissä puolissa. CHC-ratkaisu mahdollistaa jäähdytyksen toimittamisen taajamassa, jossa on kaukolämpöverkko. Hukkalämpöjen hyödyntäminen, jonka CHC ja kaukolämpö mahdollistavat, on ainutlaatuinen tilaisuus kiertää eri energiavirtoja. Palvelu on myös asiakkaalle riskitön ja huoleton. Myös hinnoittelu on kilpailukykyinen palvelun huolettomuuteen nähden. Alla on lueteltuna painopisteet palvelun markkinoinnille.

- Huolettomuus
- Kustannustehokkuus
- Yleishyödyllisyys
- Ympäristöystävällisyys
- Riskittömyys

Markkinointimateriaalia ja tiedotusta palvelusta tulee kohdistaa eri asiakasryhmille hieman eri tavalla. Myös tiedon kerääminen suunnitelijoille ja kiinteistöomistajien tekniselle hankinnalle, on tärkeässä roolissa. Tuotettavaa materiaalia ovat: esitteet, powerpoint esitykset ja esim. animaatio videot.

6 YHTEENVETO

Työstä saatiin tuloksena selkeä malli jäähdytyksen toteuttamiseksi CHC-ratkaisulla. CHC-menetelmä on tällä hetkellä saatavilla olevasta tekniikasta ja toteutuksesta kannattavin tapa tuottaa jäähdytyspalvelua Savon Voiman kaukolämpöpaikkakunnilla. On selvää, että nykyisen kasvaneen jäähdytystarpeen tyydyttämiseksi on tuotettava edullista ja ympäristöystävällistä jäähdytyspalvelua.

Työssä käsitellyn tekniikan ja palvelun suurin hyöty on se, että kiinteistöjen jäähdytyksen hukka-energia saadaan hyödynnettäväksi kaukolämpöverkkoon. Työn tuloksena konseptoitu jäähdytyspalvelu on myös asiakkaille aidosti kustannustehokas, huoleton ja riskitön palvelu, joka mahdollistaa järkevän energiakierron koko taajamassa.

Työstä löydettiin vastaukset palvelun toteutukseen, hinnoitteluun, ylläpitoon sekä syvennettiin tunte-
musta CHC-ratkaisusta. Työn myötä Savon Voima Oyj julkaisee palvelun kiinteistöjäähdytykseen.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Energiateollisuus Ry/ Vtt	- -. (Et/Vtt 2019-04-08.)	Energiateollisuus 2019. Rakennusten jäähdytysmarkkinat [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2019-4-08.] Saatavissa: https://energia.fi/files/399/Rakennusten_jaahdytys-markkinat_18-12-2015.pdf
Helen Oy	- -. (Helen 2019-04-08.)	Helen 2019. Jäähdytystä kotiin ja yrityksiin [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2019-4-08.] Saatavissa: https://www.helen.fi/jaahdytys/kodit-ja-yritykset/nain-jaahdytys-toimii/
Oilon Oy	- -. (Oilon 2019-04-08.)	Oilon 2019. Teollisuus lämpöpumput [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2019-4-08.] Saatavissa: https://oilon.com/fi/industrial-heat-pumps
Savon Voima Oyj	- -. (Savon Voima 2019-04-08.)	Savon Voima 2019. Yrityksen verkkosivut [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2019-4-08.] Saatavissa: https://www.savonvoima.fi/

7 LIITTEET

LIITE1

Jäähdytystarjous ver 1.0
Päivitetty 24.3.2019 Ahil

Lähtötiedot:

Käyttöpaikkatyyppi	Asuinrakennus		
Päivämäärä tarjoukseen	24.3.2019		
Tarjous voimassa saakka	24.5.2019		
Tarjouksen tekijä	Aku Hiltunen	Tehtävänimike	Opiskelija
Yhteyshenkilö 1			
Yhteyshenkilö 2			
Viite (tarvittaessa)			

Asiakas

Tarjous lähetetään (yritys)	Isännöinti xx
Henkilö	Mati Meikäläinen
Osoite	Esimerkkikatu 1
Postinumero	76100 Pieksämäki
Puhelinnumero	040-1234569

Käyttöpaikka

Käyttöpaikan nimi	As Oy xx
Käyttöpaikan osoite	Esimerkkikatu 2
Postitoimipaikka	76100 Pieksämäki

Käyttöpaikan tiedot

Jäähdytettävä tilavuus	5 000 m ³	Jäähdytysteho	
Jäähdytyksen käyttöarvio (l)	150,0 MWh	30,0 kWh/m ³ v	130 kW
Jäähdytyksen käyttö perustuu	Jäähdytyksen käyttö perustuu asiakkaalta saatuihin lähtötietoihin		
Jäähdytysverkko kustannukset	Arvioidaan tapauskohtaisesti		

Viestiä:



TARJOUS

24.3.2019

Isännöinti xx
Mati Meikäläinen
Esimerkkikatu 1
76100 Pieksämäki

JÄÄHDYTYS KIINTEISTÖÖNNE

Kiitämme mielenkiinnostanne palveluitamme kohtaan. Savon Voima Oyj tarjoaa varmaa, edullista ja ympäristöystävällistä jäähdytystä kiinteistöönne

Liitettävä kiinteistö

As Oy xx

Esimerkkikatu 2
76100 Pieksämäki

Kiinteistön perustiedot

Jäähdytettävä tilavuus	5 000 m ³
Normaalivuoden jäähdytyksenkulutus	150,0 MWh
Jäähdytyksen käyttö perustuu asiakkaalta saatuihin lähtötietoihin	

Jäähdytysteho

Kiinteistön perustiedosita laskettu sopimusteho on	130 kW
--	--------

Liittymismaksu, sisältää arvonlisäveroa 24 %

Liittymismaksu sisältää CHC-jäähdytys järjestelmän rakentamisen asiakkaan kiinteistöön sekä mittauskeskuksen mittalaitteineen, liitteenä olevan toimitusrajapiirroksen mukaisesti.

■■■■■■ euroa

Asiakkaan jäähdytyslaitteet

Kustannusarvio kiinteistöönne tarvittavien jäähdytyslaitteiden suunnittelu-, hankinta- ja asennuskustannuksista on tilastollisesti

Arvioidaan tapauskohtaisesti

Jäähdytyskustannukset, sisältää arvonlisäveroa 24 %

Energiamaksu	■■■■■■ e/MWh
Vuotuinen energiamaksu	■■■■■■ e/vuosi
Tehomaksu	■■■■■■ e/vuosi
Energia- ja tehomaksu yhteensä	■■■■■■ e/vuosi

Tarjouksen voimassaolo

Tarjous on voimassa 24.5.2019 saakka.

Muut asiat

-

Yhteyshenkilönne:

Annamme mielellämme lisätietoja kaukolämpöön liittyvistä asioista.

Jäähdytysterveisin

Savon Voima Oyj
Kaukolämpö

Aku Hiltunen
Opiskelija

LIITTEET:

Savon Voima Oyj /jäähdytys
tekijä puumerkki ahil

KANNATTAVUUS SELVITYS
24.3.2019

Kohde:

1. Jäähdytyksenmaksut (alv 0%)

perusmaksu		e/v	Jäähdytyksen käyttö	150 MWh	
energiamaksu	✓	e/v	jäähd. Energiamaksu	€/MWh	€/MWh sis
maksut yhteensä		e/v	asiakkaan kustannus	€/MWh	€/v sis.alv
			asiakkaan kustannus yht.	€/MWh	€/v sis.alv

2. Investoinnit

Mittauskeskus		e	
SVL investointi		e	
Liittymismaksu		e	€ sis.alv
SVL nettoinvestointi		e	

3 Käyttökulut

3.1 Muuttuvat kustannukset		e/v	
Jäähdytyksenmyynti	✓	150 MWh/v	
jäähd. hyötysuhde		1,63 cop	
Tarvittava sähkö		92 MWh	
Tuotettu lämpö		240 MWh	
			Huoltokustannus 1,50 % investoinnista
Omakäyttö-sähkö	✓	92,31 MWh	Sähkö €/MWh
Tuotettu lämpö	✓	240,00	Cop 2,6
			Lämpö €/MWh

Myyntikate e/v

3.2 Kiinteät kustannukset

Tuotantolaitosten käyttö- ja korjaus e/MWh

Käyttökate e/v

Kanattavuus

Käyttökate / investointi ROI
korke %
takaisinmaksuaika 19,8 vuotta
 $t = (\ln a - \ln(a-i)) / \ln(1+i)$

Huomautuksia:

LIITE2 (YMPÄRISTÖ.FI)

KASVIHUONEKAASUJA SISÄLTÄVIEN LAITTEIDEN TARKASTUSVÄLEJÄ JA KYLMÄAINEITA

Kylmä- aine	GWP	5t CO ₂ -ekv (kg), tarkastusväli 12kk (vuodonilmai- simella 24kk)	50t CO ₂ -ekv (kg), tarkastusväli 6kk (vuodonilmai- simella 12kk)	500t CO ₂ -ekv (kg), tarkastusväli 3kk (vuodonilmai- simella 6kk)
R-23	14800	0,34	maalis.37	33,78
R-32	675	7,41	74,07	740,74
R-134a	1430	3,5	34,96	349,65
R-245fa	1030	4,85	48,54	485,44
R-404A	3922	1,27	12,75	127,49
R-407C	1774	2,82	28,18	281,85
R-407F	1825	2,74	27,4	273,97
R-410A	2088	2,39	23,95	239,46
R-417A	2346	2,13	21,31	213,13
R-422A	3143	1,59	15,91	159,08
R-422D	2729	1,83	18,32	183,22
R-426A	1508	3,32	33,16	331,56
R-437A	1805	2,77	27,7	277,01
R-507	3985	1,25	12,55	125,47

CO₂-ekvivalenttitoninimäärä lasketaan kertomalla laitteen sisältämän F-kaasun määrä (tonneina, esim. 1 kg = 0,001 t) sen sisältämän F-kaasun GWP-arvolla. Verkosta löytyy myös laskureita, joiden avulla voi muuttaa kilogrammat CO₂-ekv. tonneiksi. Alla olevassa liitteessä on tarkastusvälejä muutamalla yleisellä F-kaasulla tai seoksella.

LIITE3 (HELEN OY)

