



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

MARKUS HONKONEN

# **Kiinteistölämmityksen optimointi- suunnitelma**

Kaukolämmön lämmönvaihtimien ja oheislaitteiston uusiminen

MERENKULKUALAN INSINÖÖRIN KOULUTUSOHJELMA  
2021

Tekijä(t) Honkonen, Markus	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2021
	Sivumäärä 38	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi <b>Kiinteistölämmityksen optimointisuunnitelma</b>		
Tutkinto-ohjelma Merenkulku, insinööri		
Tiivistelmä  <p>Tässä työssä tehtiin selvitys erään kiinteistön lämmitysjärjestelmän tilasta ja sen laitteistosta. Työn aikana luotiin päivitetty kytkentäkaavio sekä laskettiin kiinteistön todellinen lämmitystehontarve. Tavoitteisiin kuului myös luoda alustava ohjeistus muutostyölle, jossa kiinteistön kaukolämpökeskus korvattaisiin uudella laitteistolla. Merkittävin syy selvityksen tarpeellisuudelle oli nykyisen lämmitysjärjestelmän suuri käyttämättömäksi jäänyt kapasiteetti.</p> <p>Lämmitysjärjestelmän tilaa ja laitteiston tyyppiä selvittäessä tehtiin tutkimustyötä paikan päällä sekä hyödynnettiin kiinteistön rakentamisaikaan luotuja dokumentteja. Lämmitysjärjestelmästä kerättiin tietoja yli vuoden kestäneen tarkkailujakson aikana ja näitä tietoja käytettiin pohjana laskelmille.</p> <p>Työtä tehdessä tultiin siihen tulokseen, että varsin pienitehoinen lämmitysjärjestelmä on kiinteistössä riittävä sen nykyiseen käyttötarkoitukseen nähden. Nykyinen lämmitysjärjestelmä on järkevintä sekä helpointa päivittää tavallisella pientalokäyttöön tarkoitettulla kaukolämpökeskuksella. Työssä esiteltiin sopivia kaukolämpökeskuksia neljältä eri valmistajalta.</p>		
Asiasanat Kaukolämmitys, lämmitysjärjestelmä, optimointi		

Author(s) Honkonen, Markus	Type of Publication Bachelor's thesis	Date May 2021
	Number of pages 38	Language of publication: Finnish
Title of publication <b>Optimization plan of a property's heating system</b>		
Degree program Bachelor of Marine Technology		
Abstract  <p>The subject of this thesis was to create a statement of the state of a certain property's heating system as well as it's heating equipment. During the work an updated diagram of the heating system was created and the property's actual need of heating power was calculated. Also one of the objectives was to create a preliminary guidance for the replacement of the district heating system. The most significant reason for the need of this statement was the large unused capacity of the current system.</p> <p>The discovering of the state and type of the heating system was conducted on-site and property's original documents were utilized. Information about the heating system was collected during a period of over an year and that was used as a basis for calculations.</p> <p>While working on the thesis a conclusion was made that a low power heating system is sufficient for the property when considering the type of it's current usage. The most sensible and easiest way to replace the current system is to use an ordinary district heating system intended to be used in small houses. The thesis also introduced some suitable district heating systems from four different manufacturers.</p>		
Key words District heating, heating system, optimization		

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
2 TYÖN TAUSTA, TARKOITUS JA TAVOITE .....	6
2.1 Tausta .....	6
2.2 Tarkoitus .....	7
2.3 Tavoite.....	7
2.4 Rajaukset .....	7
3 KAUKOLÄMPÖ YLEISESTI .....	8
3.1 Tuotanto .....	8
3.2 Jakelu .....	8
3.3 Lämmönjakokeskus.....	9
3.4 Lämmönvaihtimet lämmönjakokeskuksissa .....	9
4 KOHDEKIINTEISTÖ.....	10
4.1 Kiinteistön toiminnot .....	10
4.2 Lämpöenergian jako omakotitaloihin .....	11
4.3 Kiinteistön lämmitysjärjestelmä sekä sen eri laitteiden tehtävät .....	12
4.3.1 Lämmönvaihtimet .....	13
4.3.2 Pumput .....	14
4.3.3 Venttiilit .....	15
4.3.4 Termostaatit.....	17
4.3.5 Mittarit .....	17
4.3.6 Säätokeskukset .....	19
4.3.7 Muut laitteet .....	20
4.4 Lämmöntarve ja kulutus nykyisin.....	21
5 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN OPTIMOINTI.....	22
5.1 Lähtötilanne.....	22
5.2 Tärkeimmät syyt muutostyölle yksityiskohtaisemmin .....	23
5.3 Laskelmat .....	24
5.3.1 Patterilämmityksen tehontarve.....	24
5.3.2 Käyttöveden lämmityksen tehontarve.....	25
5.4 Muut lämmitysjärjestelmältä vaaditut ominaisuudet .....	26
5.5 Kiinteistön tarpeisiin soveltuvat kaukolämpökeskukset .....	27
5.6 Vaihtoehdot kaukolämmölle .....	28
6 MUUTOSTYÖN ALUSTAVA OHJEISTUS .....	29
6.1 Havainne piirros .....	29
6.2 Tärkeitä huomioita .....	30

6.2.1 Lämpökeskustila .....	30
6.2.2 Ensiöpuolen putkistot ja laitteet .....	31
6.2.3 Toisiopuolen putkistot ja laitteet .....	31
6.2.4 Oleelliset toimenpiteet kohteessa .....	32
7 YHTEENVETO .....	33
LÄHTEET	
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Tässä työssä perehdytään suurikokoiseen kaukolämpökeskukseen erilaisine laitteistoineen sekä sen toimintaperiaatteeseen. Tarkoituksena on myös käydä läpi kaukolämmön tuotantoa sekä lämmöntuotantarvetta erilaisissa tilanteissa. Työ sisältää laskelmia lämmön- sekä sähkönkulutuksesta ja perehtymistä lämmitysjärjestelmän kaavioihin. Työ pohjautuu laajalti paikanpäältä kerättyihin mittaustietoihin ja järjestelmän pohjapiirustuksiin.

Myös nykyaikaiset kaukolämmitysjärjestelmät kaikkine ominaisuuksineen tulevat tulla uutta lämmitysjärjestelmää valittaessa sekä perehdytään ilmavesilämpöpumpun mahdollisena korvaavana lämmitysmuotona.

## 2 TYÖN TAUSTA, TARKOITUS JA TAVOITE

### 2.1 Tausta

Työn toimeksiantajana on kiinteistön omistava osakeyhtiö. Toimeksiantajan ostettua kiinteistön huomattiin, että lämmitykseen käytettävä kaukolämmitysjärjestelmä on kapasiteetiltaan tarpeettoman suuri nykyiseen tarpeeseen verrattuna. Ennen 2010-luvulla tehtyä muutostyötä, kiinteistön lämmitysjärjestelmä on jakanut lämpöä ja käyttöväettä alueella sijaitsevaan 19 omakotitaloon sekä huoltorakennukseen, jossa kaukolämmityskeskus sijaitsee. Nykyään lämmitysjärjestelmä vastaa ainoastaan kiinteistön omasta lämmityksestä. Kiinteistön omistajat tulivat siihen tulokseen, että lämmitysjärjestelmä tulisi jossain vaiheessa muuttaa vastaamaan paremmin tämänhetkistä lämmitystarvetta. Muutoksella haetaan säästöjä lämmityskustannuksissa, parempaa

lämmitystehon säätömahdollisuutta sekä vanhan järjestelmän käyttämä tila saataisiin hyötykäyttöön.

## 2.2 Tarkoitus

Työn tarkoituksena on selvittää kiinteistön tarpeisiin parhaiten soveltuva lämmitystyyppi ja järjestelmä. Työssä kartoitetaan lämmitysjärjestelmän nykyinen tila ja tehdään selvityksiä tarvittavasta lämmitystehosta lämmityskierron sekä käyttöveden lämmityksen osalta. Tarkoituksena on myös tehdä alustava selvitys muutostyöstä vaatimuksineen ja huomioineen.

## 2.3 Tavoite

Tavoitteena on luoda valmis selvitys kiinteistön lämmöntarpeesta ja siihen parhaiten soveltuvasta lämmitysjärjestelmästä. Työ sisältäisi myös laskelmat mahdollisesti saavutettavista säästöistä sekä tiivistetyn ohjeistuksen muutostyön tekemiselle. Työ tulisi toimimaan havainnoivana materiaalina kiinteistön omistajille, johon sisältyy kaaviokuva lämmitysjärjestelmän nykytilasta sekä selitys sen toiminnasta.

## 2.4 Rajaukset

Työssä käsitellään erilaisista lämmitystavoista lähinnä vain kaukolämpöä. Mahdolliset vaihtoehtoiset lämmitystavat käsitellään vain lyhyesti. Lämmönvaihtimien kohdalla keskitytään putki- ja levylämmönvaihtimiin. Muutostyön ohjeistus koostuu havainnepiirroksista sekä lyhyestä perehtymisestä kaukolämmityksen säädöksiin.

## 3 KAUKOLÄMPÖ YLEISESTI

### 3.1 Tuotanto

Kaukolämpö tuotetaan voimalaitoksissa tai pienemmissä lämpökeskuksissa. Suomessa lähes 80 % kaukolämmöstä tuotetaan sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksissa, joissa käytetään hyödyksi turbiineissa syntyvä hukkalämpö, mikä parantaa hyötysuhdetta huomattavasti. Hukkalämmön hyödyntämisen lisäksi kaukolämmön tuotannossa käytetään pääasiassa puuta, turvetta, kivihiiltä ja maakaasua. (Motivan www-sivut 2019.)

Suomessa kaukolämpö on yleisin lämmitysmuoto ja sen ympäristövaikutukset ovat vähentyneet huomattavasti yhteistuotannon osuuden kasvaessa kaukolämmön tuotannossa. Nykyään kaukolämpöä tuotetaan eniten puupolttoaineella, mikä vähentää ympäristövaikutuksia entisestään. (Motivan www-sivut 2019.)

### 3.2 Jakelu

Kaukolämpö toimitetaan asiakkaalle kuumana vetenä kaukolämpöverkossa. Kaksiputkinen järjestelmä kulkee maan alla, useimmiten katujen tai muiden väylien alle sijoitettuna. Teräksiset putket asennetaan yleensä 0,5–1 metrin syvyyteen ja niiden koko vaihtelee virtausmääristä riippuen 20 mm:stä pientalojen liittymislinjoista 1000 mm:n päälinjoihin. Toinen putkilinja kuljettaa kuumaa vettä asiakkaiden lämmönjakokeskuksiin ja toinen putkilinja vie jäähtyneen veden takaisin kaukolämmön tuotantolaitokseen, jossa se lämmitetään uudelleen. (Energiateollisuuden www-sivut n.d.; Kaukolampo.fi www-sivut n.d.)

Kaukolämpövesi ei kierrä talojen lämmitysverkossa, vaan se ainoastaan luovuttaa lämpöenergian asiakkaan lämmönjakokeskuksen lämmönsiirtimissä. Kaukolämpöveden lämpötila on menoputkessa 65 ja 115 celsiusasteen välillä ja paluuputkessa 40 ja 60 asteen välillä. Kaukolämpöveden lämpötila vaihtelee sään mukaan. (Energiateollisuuden www-sivut n.d.)



Kaukolämpövesi käsitellään kemiallisesti estämään korroosiota ja helpottamaan vuotojen paikannusta. Vedestä poistetaan epäpuhtaudet sekä happi ja se värjätään vihreäksi. Värjääminen auttaa tunnistamaan kaukolämpöveden mahdollisissa vuototilanteissa. Värjäyksessä käytettävä väriaine ei ole terveydelle eikä ympäristölle vaarallista. (Energiateollisuuden www-sivut n.d.)

### 3.3 Lämmönjakokeskus

Kaukolämmön sisältämä lämpöenergia siirtyy asiakkaalle lämpökeskuksessa. Tehdasvalmisteisessa kokonaisuudessa on lämmityksen sekä käyttöveden lämmönvaihtimet, joissa kaukolämpövesi kiertää. Lämmityksen lämmönvaihdin siirtää kaukolämpöveden lämmön asiakkaan rakennuksissa oleviin lämmönjakolaitteisiin, kuten lämpöpattereihin. Käyttöveden lämmönvaihdin lämmittelee käyttövettä asiakkaan tarpeen mukaan.

Lämmönjakokeskukset eivät muista lämmitysmuodoista poiketen tarvitse kattiloita, varaajia eivätkä polttoainevarastoja. Tämä johtaa siihen, että laitteistojen tilantarve on pieni ja ne ovat melko toimintavarmoja sekä pitkäikäisiä. Myös laitteistojen huoltotarve on kohtuullisen pieni. (Kaukolampo.fi www-sivut n.d.)

Tyypilliseen asiakkaalle asennettavaan lämmönjakokeskukseen kuuluu kaksi lämmönvaihdinta, lämmitys- sekä käyttövesikierron pumpput, lämmityksen sekä käyttöveden säätöventtiilit ja säätökeskus. Näiden lisäksi järjestelmässä on useita käsikäyttöisiä venttiileitä, lämpö- ja painemittareita sekä ainakin yksi kalvopaisunta-astia. (Kaukolämmön ABC www-sivut n.d.)

### 3.4 Lämmönvaihtimet lämmönjakokeskuksissa

Putkilämmönvaihtimet koostuvat useimmiten sylinterin muotoisesta vaipasta ja sen sisällä olevista putkista. Putkissa kulkeva neste luovuttaa tai vastaanottaa lämpöenergiaa vaipassa kulkevan nesteen kanssa. Putkilämmönvaihtimien yksinkertainen ja vahva rakenne tekee niistä erityisen suosittua varsinkin teollisuuskäytössä. Tämän

lisäksi niiden rakenne tekee niistä lähes huoltovapaita, joten ne ovat hyvä valinta varsinkin suuritehoisiin kaukolämpöjärjestelmiin. (Vahasilta Oy www-sivut n.d.)

Levylämmönvaihtimet koostuvat nimensä mukaisesti tiiviisti yhteen asennetuista levyistä, joiden väliin jäävissä kanavissa nesteet virtaavat. Tiivisteellisten levylämmönvaihtimien levyissä olevat tiivisteet pitävät huolen siitä, että nesteet eivät vuoda ulospäin, eivätkä ne sekoitu keskenään. Tällaiset lämmönvaihtimet ovat avattavissa huoltoa sekä puhdistamista varten ja niiden kapasiteettia on helppo säätää muuttamalla levyjen määrää. Juotetut levylämmönvaihtimet ovat kiinteitä kokonaisuuksia, joita ei ole tarkoitettu purettavaksi ja niitä käytetäänkin usein matalan tehon laitteistoissa, kuten omakotitalojen lämmönjaossa. Levylämmönvaihtimessa lämpöä luovuttava neste virtaa yksittäisen levyn yhdellä sivulla ja lämpöä vastaanottava neste sen toisella sivulla. (Opetushallituksen www-sivut n.d; Ondanordic www-sivut n.d.)

Levylämmönvaihtimen etuina ovat muun muassa helppo ja hyvä huollettavuus, laajin lämmönsiirtopinta-ala kokoon suhteutettuna, pienet kokonaiskustannukset ja luotettavuus. Putkilämmönvaihtimeen verrattuna levylämmönvaihdin on usein huomattavasti pienempikokoinen ja tehokkaampi. (Alfa Laval www-sivut n.d.)

## 4 KOHDEKIINTEISTÖ

### 4.1 Kiinteistön toiminnot

Kiinteistöllä sijaitsee 170 neliöinen lämmitetty huoltorakennus sekä kaksi avonaista ajoneuvojen pysäköintiin tarkoitettua katosta. Lämmitetyssä rakennuksessa sijaitsevat pyykin pesuun ja kuivaukseen tarkoitettut tilat sekä kolme samankokoista omilla sisäänkäynneillään olevaa tallia. Yksi talleista on tarkoitettu yksinomaan ajoneuvojen pesemiseen ja kaksi muuta ovat ajoneuvojen huolto ja/tai säilytystiloja.

Kiinteistöä ympäröivälle alueelle rakennettiin 1970-luvulla 19 omakotitaloa tuolloisen Metsä-Botnian sellutehtaan toimesta. Alue nimettiin Marianrinteen asuntoalueeksi.

Kiinteistö rakennettiin asuntoalueen huoltorakennukseksi ja sen tehtävä oli palvella alueelle rakennettujen omakotitalojen asukkaita. Tuolloin huoltorakennuksen kautta kulki näiden omakotitalojen sähkö, kylmä sekä lämmin käyttövesi ja lämmityskierto-vesi.

#### 4.2 Lämpöenergian jako omakotitaloihin

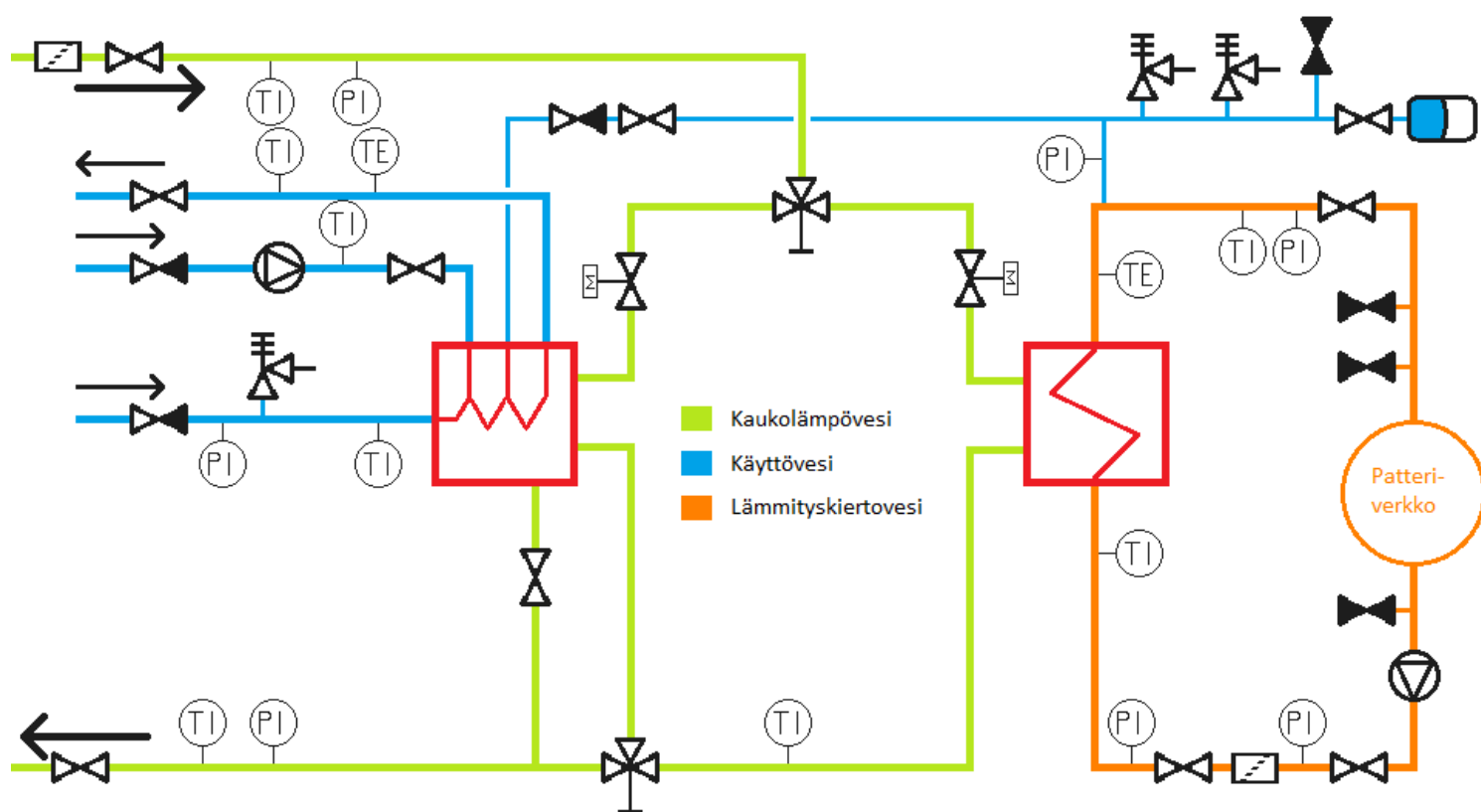
Metsä-Botnian rakennuttamien omakotitalojen lämmitys tapahtui kaukolämmöllä, joka tuotettiin sellutehtaan omassa voimalaitoksessa. Asuntoalueen lämmönjakokeskus sijoitettiin alueen huoltorakennukseen. Kyseinen lämmönjakokeskus vastasi alueen 19 omakotitalon käyttöveden sekä lämmityskiertoveden lämmityksestä. Tällä tavalla toteutettuna kaukolämpövesi kiersi ainoastaan tämän yhden kiinteistön kautta sen sijaan, että se pumpattaisiin erikseen jokaiseen omakotitaloon. Tämän lisäksi lämmönjakokeskuksia tarvittiin vain yksi. Havainnepiirros lämmönjaosta omakotitaloihin on liitteessä 1.

Metsä-Botnian sellutehdas suljettiin vuonna 2009 ja tästä syystä kaupungissa tehtiin muutoksia kaukolämmöntuotannossa. 2010-luvulla päätettiin tehdä muutostyö, jossa Marianrinteen omakotitalot irrotettiin alueen huoltorakennuksesta sähkön-, veden ja lämmönsyötön osalta.

Teholtaan ja kapasiteetiltaan suuri lämmönjakokeskus jäi käytännössä toimettomaksi, sillä omakotitalojen irtautumisen jälkeen sen tehtäväksi jäi ainoastaan puolilämpimiä tiloja sisältävän rakennuksen käyttöveden sekä lämmityskiertoveden lämmitys.

### 4.3 Kiinteistön lämmitysjärjestelmä sekä sen eri laitteiden tehtävät

Huoltorakennuksen lämmönjakokeskus on Högforsin valmistama ja sen yhteenlaskettu teho on 740 kilowattia. Kuvassa 1 on alkuperäisten kytkentäkaavioiden sekä henkilökohtaisten havaintojen pohjalta tehty lämmityslaitteistojen kytkentäkaavio. Alkuperäinen vuoden 1975 kytkentäkaavio on Insinööritoimisto Erkki Mattila & CO:n tekemä. Alla olevaan kytkentäkaavioon on päivitetty ajan saatossa tehdyt muutokset, jotta se vastaa laitteiston tämänhetkistä tilaa. Kaaviosta on tarkoituksella jätetty pois elektroniset kytkennät, sillä niitä ei ole tarkoitus käsitellä tässä työssä. Kaaviomerkkien selitykset löytyvät liitteestä 2.



Kuva 1. Päivitetty kytkentäkaavio

Huoltorakennuksessa sekä siihen aikanaan liitettyinä olleissa omakotitaloissa lämmitysmuotona on ollut vesikiertoinen patterilämmitys. Patteriverkoston paine oli tarkasteluajankohtana noin 2,2 bar. Lisäksi järjestelmässä on ollut käyttövesikierto, jossa lämpimän käyttöveden linjassa oleva vesi kiertää jatkuvasti vesihanojen ja käyttövesilämmönvaihtimen kautta, pitäen veden lämpimänä. Järjestelmässä on kaukolämpöveden välisyöttö, jossa lämmityskieroveden lämmönvaihtimen kaukolämpöveden paluu voidaan johtaa käyttöveden lämmönvaihtimeen, ennen sen paluuta

kaukolämpöveden paluulinjaan. Välisyöttö on toteutettu käsikäyttöisellä kolmitieventtiilillä, eikä se ole tällä hetkellä käytössä. Kiinteistössä on painovoimainen ilmanvaihto lukuun ottamatta pesutallia, jossa on erikseen päälle kytkettävä poistoilmapuhallin.

#### 4.3.1 Lämmönvaihtimet

Lämmönvaihdinkokonaisuuden muodostavat kaksi vierekkäin sijoitettua putkilämmönvaihdinta kuvan 2 mukaisesti.



Kuva 2. Lämmönvaihtimet

Lämmityskierron putkilämmönvaihdin on teholtaan 300 kilowattia ja se on valmistettu teräksestä. Lämmönvaihtimen vaippapuolella kiertää kaukolämpövesi, jonka lämpötila voi vaihdella +65 ja 120 celsiusasteen välillä. Putkipuolella kiertävän patteriverkon veden lämpötilan suunniteltu vaihteluväli on +60–90 °C. Suunnitellut virtausnopeudet lämmönvaihtimessa ovat 4.8 m<sup>3</sup>/h kaukolämpövedelle ja 8.7 m<sup>3</sup>/h patteriverkon vedelle.

Käyttöveden putkilämmönvaihdin on hyvin pitkälti identtinen lämmityskierron lämmönvaihtimen kanssa. Se on 440 kilowatin teholla hiukan tehokkaampi sekä sen putkipuoli on valmistettu ruostumattomasta teräksestä. Tällä estetään putkipuolella virtaavan käyttöveden aiheuttamaa korroosiota. Vaippapuolen kaukolämpöveden lämpötila voi vaihdella +25 ja 75 celsiusasteen välillä sekä putkipuolen käyttöveden

suunniteltu lämpötilavaihtelu on +5–55 °C. Suunniteltu virtausnopeus on vaippa- sekä putkipuolella 7,6 m<sup>3</sup>/h eli noin 2,1 dm<sup>3</sup>/s.

Lämmönjakokeskukseen tuleva kaukolämpövesi jaetaan erotusventtiilin kautta kummallekin lämmönvaihtimelle. 2-tiemoottoriventtiilit kaukolämpöputkissa ennen lämmönvaihtimia säättävät säätökeskusten haluaman virtausmäärän. Lämmönvaihtimien jälkeen kaukolämpövesi virtaa kaukolämpöverkon paluuputkeen.

#### 4.3.2 Pumput

Patteriverkon kiertovesipumppu oli aikaisemmin WILO:n valmistama 2,1 kilowatin tehoisella sähkömoottorilla varustettu keskipakopumppu. Suuren sähkönkulutuksensa vuoksi ja lämmitystarpeen vähennyttyä, patteriverkoston asennettiin kuvassa 3 oleva pienempi 65 watin tehoinen kiertovesipumppu patteriverkoston paluuputkeen. Pumpusta on valittavissa kolme eri tehoaluetta. Pumpun tehtävänä on kierrättää patteriverkoston vettä lämmityskierron lämmönvaihtimen kautta huoltorakennuksessa sijaitseviin lämpöpattereihin, jotka luovuttavat lämpöenergian rakennukseen.



Kuva 3. 65 w pumppu



Kuva 4. 0,55 kw pumppu

Lämpimän käyttöveden kiertopumppu on kuvassa 4 oleva OY KOLMEKS AB:n valmistama 0,55 kilowatin tehoinen keskipakopumppu. Pumpun tehtävänä on kierrättää käyttöveden lämmönvaihtimen lämmittämää käyttövettä niiden rakennuksessa sijaitsevien hanojen kautta, joista saa lämmintä vettä. Koska lämmin käyttövesi kiertää

jatkuvasti lämmönvaihtimen ja hanojen välillä, saa hanoista aina välittömästi lämmintä vettä ilman viivettä.

Kylmän käyttöveden syöttölinjaan on myös ollut kytkettynä painevesiautomaatti, jonka tehtävänä oli varmistaa riittävän korkea paine omakotitaloihin syötetylle käyttövedelle. Painevesiautomaatti muodostui keskipakopumpusta sekä kalvopaisunta-asttiasta. Nykyään järjestelmä on poissa käytöstä, koska käyttövettä ei tarvitse enää kuljettaa pitkiä matkoja.

#### 4.3.3 Venttiilit

Lämmönjakohuoneessa on toistakymmentä venttiiliä, joista useimmat ovat käsikäyttöisiä. Ne ovat tarkoitettu linjojen eristämiseen, kuten kaukolämpölinjan pääsulkuventtiilit, jotka ovat kooltaan DN 65 palloventtiilejä. Arkipäiväisen toiminnan kannalta tärkeimmät venttiilit ovat kaukolämpölinjaan sijoitetut moottoriventtiilit, joilla säädetään kaukolämmön virtausta lämmönvaihtimiin. Kiertoveden lämmityksen virtausta säättää Ouman:n venttiilimoottorilla varustettu DN25 istukkaventtiili (kuva 5). Käyttövesipuolella on myös Ouman:n venttiilimoottori, joka säättää DN 32 istukkaventtiiliä (kuva 6). Molemmat moottoriventtiilit on varustettu siten, että ne sulkeutuvat sähkövirran katketessa.



Kuva 5. DN 25 Venttiili



Kuva 6. DN 32 Venttiili

Kolmitieventtiili kaukolämpölinjassa jakaa kaukolämpöveden molemmille lämmönvaihtimille, minkä jälkeen kaukolämpövesi yhdistyy takaisin yhteen paluulinjaan. Näiden lisäksi laitteistossa on takaisku- sekä varoventtiileitä. Takaiskuventtiilit on sijoitettu käyttöveden sisääntulolinjaan, ennen käyttöveden kiertopumppua sekä patteriverkoston täyttölinjaan varmistamaan, että vesi kulkee vain haluttuun suuntaan. Varoventtiilit löytyvät käyttöveden sisääntulolinjasta sekä ennen kalvopaisunta-astiaa. Käyttövesilinjan varoventtiilin avautumispaine on 7,8 bar ja kalvopaisunta-astian varoventtiilin 2,5 bar.

Lämpöjohtoverkossa on täyttöventtiili, joka koostuu takaiskuventtiilistä sekä käsikäyttöisestä venttiilistä. Tätä venttiiliä avaamalla voidaan tarvittaessa johtaa käyttöveden lämmönvaihtimen välitosta vettä patteriverkoston. Takaiskuventtiili estää patteriverkon veden virtauksen käyttöveden sekaan.



#### 4.3.4 Termostaatit

Lämmönjakokeskukseen kuuluu kolme termostaattia. Ulkotermostaatti sekä patteriverkon menoveden termostaatti ohjaavat lämmityskiertoveden lämpötilaa. Käyttöveden menovesitermostaatti ohjaa käyttöveden lämpötilaa.

Ulkotermostaatti ohjaa säätökeskuksen välityksellä lämmityksen lämmönvaihtimen moottoriventtiiliä siten, että patteriverkon menovesitermostaatin mittaama menoveden lämpötila pysyy kulloinkin halutussa arvossa. Haluttu lämpötila vaihtelee ulkolämpötilan mukaan. Kuvassa 7 olevassa taulukossa on suuntaa antavasti merkitty menoveden lämpötila suhteessa ulkolämpötilaan. Taulukko on sijoitettu kaukolämpökeskuksen hallintapaneeliin.

**LIKIMÄÄRÄINEN LÄMMITYSTAULUKKO  
JATKUVAA LÄMMITYSTÄ VARTEN**

ULKOILMAN LÄMPÖTILA °C	+10	+5	±0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
MENOVEDEDEN LÄMPÖTILA °C	35	40	45	50	55	60	65	70	75

Kuva 7. Lämmitystaulukko

Käyttöveden menovesitermostaatti mittaa käyttöveden lämmönvaihtimelta lähtevän veden lämpötilaa ja säätökeskuksen välityksellä säättää kyseisen lämmönvaihtimen moottoriventtiiliä siten, että käyttöveden linjaan syötettävän lämpimän veden lämpötila pysyy termostaatin asetusarvossa eli tässä tapauksessa +45 °C.

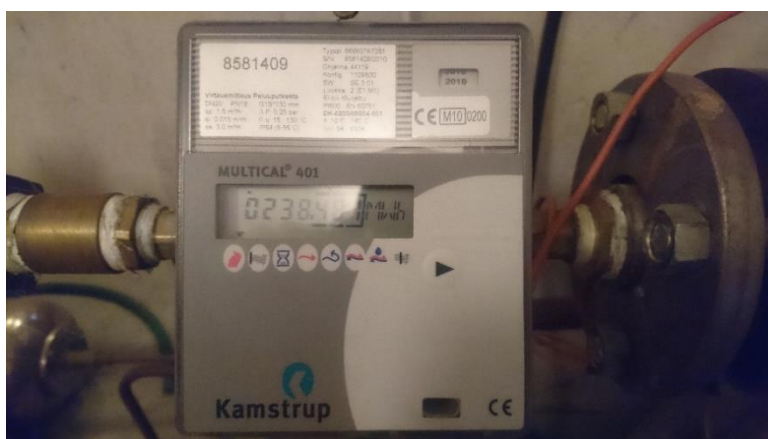
#### 4.3.5 Mittarit

Lämmönjakokeskuksen iän takia lämmönjakohuoneessa on useita analogisia mittareita, jotka mittaavat painetta sekä lämpötiloja putkistoissa. Tällaiset mittarit löytyvät jokaisesta kolmesta piiristä, joita ovat kaukolämpöveden kiertopiiri, käyttöveden kiertopiiri ja lämmityskiertoveden piiri.

Lämpötilan mittaus jokaisessa piirissä on sijoitettu aina ennen ja jälkeen lämmönvaihtimen. Tällainen menettely mahdollistaa laitteiston tilan tarkastelun sekä sen säätämisen ilman säätökeskuksen apua, kuten häiriötilanteissa.

Painemittarit sijaitsevat kaukolämpöveden tulo- ja paluulinjassa, lämmityskiertoiveden piirissä ennen patteriverkosta sekä ennen ja jälkeen samassa piirissä sijaitsevaa mudanerotinta. Kaukolämpölinjan painemittarit kertovat lämmönjakokeskuksen aiheuttaman painehäviön. Patteriverkossa painemittareilla voidaan varmistaa kalvopaisuntastian oikeanlainen toiminta sekä mudanerottimen aiheuttama vastus. Liian suuri paine-ero voi olla merkki vuodosta tai lämmönvaihtimen taikka mudanerottimen tukkeutumisesta.

Analogisten mittareiden lisäksi laitteistossa on modernisoitujen säätökeskusten vaatimat digitaaliset mittarit sekä Kamstrup Multical 401 lämpöenergiamittari kaukolämpölinjassa (kuva 8). Lämpöenergiamittarissa on ultraäänivirtausmittari sekä kaksi lämpötila-anturia, joiden avulla se mittaa ja laskee seuraavat suureet: Kulutettu energia, lämmitysjärjestelmässä kiertänyt vesimäärä, käyttötunnit, tulo- ja paluueden lämpötilat sekä niiden erotus, reaaliaikainen lämpöteho, huipputeho ja reaaliaikainen virtaama. Lämmönmyyjä lukee mittarin tallentamat arvot etänä ja laskuttaa asiakasta näiden tietojen mukaan.



Kuva 8. Lämpöenergiamittari

#### 4.3.6 Säätokeskukset

Lämmönjakokeskuksessa kaukolämpöveden virtausta säättää kaksi OUMAN- merkistä säädintä, yksi kullakin lämmönvaihtimella (kuva 9). Lämmityskiertoveden puolta ohjaa EH-201/L ja käyttöveden puolta EH-201/V malliset säätimet. Kumpikin säädin ohjaa oman piirinsä kaukolämpöveden syöttölinjaan sijoitettua moottoriventtiiliä siten, että lämmitettävän veden lämpötila pysyy halutulla tasolla.



Kuva 9. Säätokeskukset

Lämmityskiertoveden säädin saa tarvitsemansa lämpötilatiedot ulkolämpötilaa mittaavalta termostaatilta sekä patteriverkoston menoveden lämpötilaa mittaavalta termostaatilta. Käyttöveden säätimelle tulee ainoastaan lähtevän käyttöveden lämpötilatieto menovesitermostaatilta. Nämä lämpötilatiedot yhdessä ohjelmoitujen asetusten kanssa kertovat säätimille, kuinka paljon moottoriventtiilien tulee olla auki.

Erityistoimintona tämän järjestelmän käyttövesipiirin moottoriventtiilissä on rajakytkin, jonka tehtävänä on sulkea lämmityspiirin moottoriventtiili, kun käyttövesipiirin moottoriventtiili on täysin auki. Tämä tarkoittaa tilannetta, jossa lämpimällä käyttövedellä on hetkellisesti erittäin suuri kulutus. Tällöin on mahdollista saada suurempi kaukolämpöveden virtaus käyttövesipuolelle sulkemalla lämmityskiertoveden puoli kokaan, mikä nostaa lämmitystehoa käyttöveden lämmönvaihtimessa.

#### 4.3.7 Muut laitteet

Lämmönjakohuoneessa on kaksi mudanerotinta. Kuvassa 10 oleva mudanerotin on sijoitettu kaukolämpöverkoston tulolinjaan ennen pääsulkuventtiiliä. Toinen löytyy patteriverkoston paluuputkesta juuri ennen lämmönvaihdinta. Molemmat mudanerottimet ovat kokoa DN 65. Mudanerotin muodostuu tiheästä metalliverkosta valmistetusta lieriöstä, johon suodatettava vesi johdetaan lieriön avoimesta päästä. Lieriön toinen pää on kiinnitetty irrotettavissa olevaan umpilaippaan. Vesi suodattuu lieriön seinämistä läpi ja mahdolliset epäpuhtaudet jäävät lieriön sisälle. Patteriverkostossa on mudanerottimen molemmin puolin painemittarit, joista voidaan seurata suodattimen aiheuttamaa vastusta verkostossa. Paine-eron ollessa epätavallisen suuri, tulisi mudanerotin avata ja puhdistaa.



Kuva 10. Mudanerotin kaukolämpölinjassa

Lämpöjohtoverkon täyttölinjaan on haaroittamalla asennettu 300-litrainen kalvopaisunta-astia, jonka esipaineeksi on ilmoitettu 1,5 bar. Kalvopaisunta-astialle johtavaan putkilinjaan on asennettu ilmausruuvi ja kaksi varoventtiiliä 2,5 bar:n avautumispaineella sekä käsiventtiili huoltotoimenpiteitä varten. Kalvopaisunta-astian tehtävänä on pitää lämmitysverkoston paine vakiona huolimatta veden lämpötilan muutoksista. Astian toiminta perustuu sen sisällä puolivälissä sijaitsevaan kalvoon, jonka toisella puolella on vettä ja toisella ilmaa. Astiaan pumpataan käyttötarkoituksen mukainen

esipaine asennuksen yhteydessä ja se tulisi tarkistaa säännöllisesti. (Huoltosivut.fi www-sivut n.d.)

Ilmanpoistajia on neljä kappaletta. Kolme on asennettuna patteriverkoston, jossa yksi paluuputkeen ennen kiertovesipumppua ja kaksi menoputkeen. Neljäs on asennettu kalvopaisunta-astialle johtavaan putkilinjaan. Kuvassa 11 on paluuputken automaattinen ilmanpoistaja. Ilmanpoistajien tehtävänä on poistaa järjestelmään päässyt ilma täysin automaattisesti. Ilma kiertovesijärjestelmissä aiheuttaa korroosiota ja melua sekä lisäksi se saattaa vahingoittaa pumppuja ja huonontaa lämmönluovutusta lämpöpattereissa. (Flamcogroup www-sivut 2015.)



Kuva 11. Automaattinen ilmanpoistaja

#### 4.4 Lämmöntarve ja kulutus nykyisin

Lämmönjakokeskuksen koko kapasiteetin ollessa käytössä, on yhtä kiinteistöä kohden ollut käytössä noin 37 kilowatin kaukolämmitysteho. Tästä lämmityskiertoveden osuus on 15 kilowattia ja käyttöveden osuus 22 kilowattia. Kiinteistöjen keskimääräinen koko on 165 m<sup>2</sup>. Laskennallinen 37 kilowatin lämmitysteho omakotitaloa kohden on kuitenkin vain teoreettinen, sillä järjestelmän häviöt ovat olleet todennäköisesti huomattavat. Nämä häviöt koostuivat muun muassa pitkistä putkilinjoista kaukolämpökeskukselta omakotitaloihin.

Nykytilanteessa kaukolämpö lämmittää huoltorakennuksen noin 170 m<sup>2</sup> sekä käytännössä ainoastaan ajoneuvojen pesemisessä kuluvan lämpimän käyttöveden. Vuoden 2019-2020 talvikuukausien aikana kaukolämmöstä otettu teho vaihteli 2-4 kilowatin

välillä ulkolämpötilan vaihdellessa +4 ja -5 celsiusasteen välillä. Vuoden 2021 talvi-kuukausina kiertoveden lämpötilaa nostettiin, koska ulkolämpötila laski useasti yli 10 pakkasasteen. Tällöin kaukolämmöstä otettiin tehoa noin 6 kilowattia. Suurempia kulutuslukemia tavattiin hetkellisesti pesutallin käytön yhteydessä. Kaukolämmöstä otettu teho nousi tällöin tavallisesti kaksin- tai kolminkertaiseksi, kun lämmintä vettä käytettiin reippaasti. Vesimittarista reilun vuoden aikana kerätyn tiedon mukaan kiinteistössä kuluu vettä keskimäärin 4,5 m<sup>3</sup> kuukaudessa. Tästä määrästä käytännössä suurin osa on lämmitettyä käyttövettä, joka kuluu ajoneuvojen pesemisen yhteydessä.

## 5 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN OPTIMOINTI

### 5.1 Lähtötilanne

Paikkakunnan lämmönmyyjän ilmoittamat kaukolämpöveden lämpötilat eri ulkolämpötiloilla ovat kaavion 12 mukaiset. Asiakkaan käytettävissä oleva paine-ero on vähintään 0,7 bar ja käytännössä 1,2 bar.

Ulkolämpötila °C	Kaukolämpöveden lämpötila °C
+20	78
0	88
-20	105

Kuva 12. Kaukolämpöveden tulolämpötilat

Kiinteistön kaukolämpökeskukseen on viime aikoina tehty joitain muutoksia, jotka ovat olleet oikeanlaisen toiminnan kannalta välttämättömiä tai niillä on voitu saavuttaa säästöä. Tällaisia muutoksia ovat painevesiautomaatin käytöstä poistaminen, patteriverkoston kiertovesipumpun vaihtaminen reilusti pienempitehoiseen, kiertovesipumpujen sammuttaminen lämpöisinä ajanjaksoina ja lämmityksen lämmönvaihtimen moottoriventtiilin käsiajo automaattihjauksen sijaan.

Patteriverkostossa sijaitseva kiertovesipumppu vaihdettiin 2,1 kilowatin tehoisesta pumpusta 65 watin tehoiseen pumppuun, jollaisia käytetään tavallisissa

omakotitaloissa. Pelkästään tämä muutos säästää sähköä noin 18 000 kwh vuodessa. Tämän lisäksi kiinteistön omistajan tarkoituksena on vaihtaa käyttöveden kiertovesipumppu vastaavanlaiseen pienempään pumppuun. Tämä muutos toisi säästöä noin 4000 kwh vuodessa. Pienemmissä pumpuissa on myös mahdollista säätää tehoa. Pienempitehoisella pumpulla käyttövesikierto voitaisiin pitää päällä myös kesällä ilman, että sähköä kuluisi kohtuuttomasti.

Lämmityksen lämmönvaihtimen kaukolämpöveden syöttöä ohjaavaa moottoriventtiiliä on pidetty käsiajolla, koska automaattiohjaus ei ole toiminut toivotulla tavalla kaukolämpöveden virtauksen ollessa murto-osa laitteiston kapasiteetista. Automaatiikan säätämänä kiertoveden lämpötila on usein noussut liian suureksi, koska venttiili ei sovellu erittäin pieniin virtauksen säätöihin. Käsiajolla venttiilin virtaus on voitu säätää tarvittavan pieneksi, jolloin kiertoveden lämpötila on pysynyt halutulla tasolla. Tämä menetelmä tosin vaatii lämpötilojen jatkuvaa seuraamista ja venttiilin säätämistä, jotta tallien sisälämpötila on saatu pysymään hallinnassa.

## 5.2 Tärkeimmät syyt muutostyölle yksityiskohtaisemmin

Nykyisen kaukolämpökeskuksen suurimpana ongelmana voidaan pitää automaattiohjauksen toimimattomuutta patteriverkoston lämmönsäädössä. Keskus kuluttaa myös jonkin verran enemmän sähkö- ja lämpöenergiaa, kun sitä verrataan tavalliseen omakotitalokäyttöön tarkoitettuun kaukolämpökeskukseen. Nykyisessä keskuksessa on omakotitalokäyttöön tarkoitettua keskusta huomattavasti suuremmat pumput ja moottoriventtiilit, jolloin sähkönkulutus on väistämättä suurempi. Näiden lisäksi nykyisessä keskuksessa on selkeästi enemmän eristämätöntä ja suurikokoista putkistoa, joten hukkalämpöä muodostuu merkittävästi. Mittaushetkellä ulkona oli yksi celsiusaste pakasta ja 9,7 neliömetrin kokoisessa huoneessa oli sisällä noin 30 °C huolimatta siitä, että huoneen yläosassa on suurikokoiset tuuletusaukot suoraan ulkoilmaan.

Kaukolämpökeskuksen päivitys tuo myös jonkin verran lisätilaa. Tämänhetkinen keskus kaikkine laitteistoineen ja putkistoineen vie käytännössä kaiken tilan melkein 10 neliöisestä huoneesta. Esimerkiksi Högforsin valmistama pientaloihin tarkoitettu kaukolämmönjakokeskus, joka on tarkoitettu asennettavaksi seinälle, on kooltaan vain

noin 965x590x390 mm. Tämän kokoluokan keskuksella huoneesta vapautuisi useiden neliömetrien verran lattiatilaa muuta käyttöä varten. (HögforsGST www-sivut n.d.)

### 5.3 Laskelmat

Tämänhetkisen kerätyn tiedon perusteella voidaan todeta, että kiinteistö ei tarvitse kovinkaan suurta lämmitystehoa nykyisellä käytöllä. Yli vuoden kestäneen tarkkailujakson aikana lämmityksen sekä käyttöveden yhteinen lämmitysteho on pitkäjaksoisesti ollut enimmillään kuuden kilowatin luokkaa. Joitain yksittäisiä suurempia lukemia on jäänyt kaukolämpölinjan lämpöenergiamittarin muistiin, jotka johtuvat hetkellisistä lämpimän käyttöveden kulutuspiikeistä. Yksi tällainen lukema on ollut melkein 30 kilowattia. Kulutuspiikit ovat varmuudella käyttövesipuolen aiheuttamia, koska lämmityspuolen säätöventtiili on ollut koko tarkkailujakson ajan käsikäytöllä ja sen säätäminen on toteutettu erittäin hienovaraisesti.

Kiinteistön lämpöenergiamittarista kerättiin lukemia neljän talvikuukauden aikana vuonna 2019–2020. Tuona aikana kaukolämpöveden tulolämpötila on ollut keskimäärin 78 °C ja keskukselta palaavan veden lämpötila 45 °C. Kaukolämmöstä on otettu tehoa keskimäärin 3,1 kilowattia kaukolämpöveden virtauksen ollessa 82 l/h.

#### 5.3.1 Patterilämmityksen tehontarve

On tärkeää ottaa huomioon, että lämmityskiertoveden lämmönsäätö on ollut käsikäytöllä, eikä näin ollen lämmitysteho ole aina ollut haluttu. Tallien sisälämpötila on joihinkin kylmempinä ajanjaksoina ollut tästä syystä epämukavan alhainen. Tällöin lämmitystehon tarve on ollut jonkin verran suurempi kuin sen hetkinen kaukolämpöverkosta otettu teho.

170 neliöinen kiinteistö on kooltaan yhtä suuri kuin keskimääräinen alueelle huoltokeskuksen kanssa yhtä aikaa rakennettu talo. Näille taloille lämmityskiertoveden lämmitystehoa oli tarjolla 15 kilowattia taloa kohden ottamatta mukaan häviöitä. Huoltorakennuksen huonelämpötilat ovat kuitenkin jonkin verran matalampia ja lämpökeskuksen sijaitseminen rakennuksessa itsessään madaltaa syntyviä häviöitä



huomattavasti. Näin ollen voidaan todeta, että lämmityskiertoveden lämmitystehon tarve huoltorakennuksessa ei missään tapauksessa tule ylittämään 15 kilowattia.

Aikaisempia lämmönkulutuslukemia tarkastellessa voidaan huomata, että lämmityskiertoveden puoli on ottanut kaukolämpöverkosta tehoa korkeimmillaan 6 kilowattia. 15 kilowatin tehoinen lämmönvaihdin tarjoaisi riittävää lämmitystehoa ja tallien sisälämpötilaa voisi myös halutessaan nostaa ilman kapasiteetin välitöntä loppumista.

### 5.3.2 Käyttöveden lämmityksen tehontarve

Käyttövettä kului kiinteistössä joulukuun 2019 ja joulukuun 2020 välisenä aikana noin 52 000 litraa. Päivää kohden jaettuna kulutus on reilu 142 litraa. Keskimääräinen yhden asukkaan vedenkulutus suomessa on 155 litraa vuorokaudessa ja tästä määrästä lämmintä käyttövettä on 40–50 litraa. On siis selvää, että kiinteistön vedenkulutus on huomattavan pientä verrattuna muutaman asukkaan omakotitaloon. Tässä täytyy kuitenkin huomioida, että vedenkulutus tapahtuu pääsääntöisesti kiinteistön pesutalissa, jossa käytetystä vedestä suurin osa on oletetusti lämmintä käyttövettä. Tällöinkin kiinteistön lämpimän käyttöveden kulutus vastaisi vain noin kolmen asukkaan omakotitalon kulutusta. Lukemista voidaan päätellä, että pientalokäyttöön tarkoitettu käyttövedenlämmönvaihdin olisi riittävä. (Ympäristöosaava www-sivut n.d.)

Kiinteistön lämpöenergiamittarin osoittamat kulutushuiput ovat tiedonkeruuajankohdana olleet 15–30 kilowattia ja käyttöveden kulutuksen ollessa vähäistä on koko lämmitysjärjestelmä ottanut tehoa 2–5 kilowattia. Näin ollen käyttövettä on lämmitetty parhaimmillaan noin 30 kilowatin teholla. Tässä kohtaa on kuitenkin otettava huomioon, että keskuksessa lämpimän käyttöveden lämpötilaksi on säädetty 45 °C. Energia-teollisuus RY:n laatimien kaukolämmityksen määräyksien ja ohjeiden mukaan käyttöveden lämmönvaihtimesta saatavan veden lämpötilan olisi oltava 58 °C lämmönvaihtimen mitoitusvirtaamalla. Kyseisen mitoitusvirtaaman on taasen oltava vähintään 0,3 dm<sup>3</sup>/s, joka vastaa 60 kilowatin tehoista lämmönvaihdinta. Tämä tarkoittaa, että käyttöveden lämmönvaihtimen tulee aina olla vähintään 60 kilowatin tehoinen. Tämä voidaan myös todeta laskukaavalla  $\Phi = p_v \times q_v \times c_v \times \Delta t$ . Kaavalla voidaan laskea tarvittava lämmitysteho  $\Phi$ , kun tiedetään lämmitettävän nesteen tiheys  $p_v$  ja

ominaislämpökapasiteetti  $c_v$ , lämpötilanmuutos  $\Delta t$  sekä nesteen virtausnopeus  $q_v$  lämmönvaihtimessa. Kiinteistön kaukolämpökeskuksen mittarien mukaan tarkkailujakson aikana rakennukseen saapuva kylmä käyttövesi on ollut alhaisimmillaan 14 °C. Lämpötilaero on tällöin 44 °C, virtausnopeus 0,3 dm<sup>3</sup>/s, veden tiheys 1 kg/dm<sup>3</sup> sekä ominaislämpökapasiteetti 4,19 kJ/kg. Yllä mainitulla kaavalla laskemalla tarvittavaksi lämmitystehoksi saadaan noin 55 kilowattia. Tehon tarve nousee sitä mukaa, mitä kylmempää rakennukseen saapuva kylmä käyttövesi on ja mitä nopeammin vesi virtaa lämmönvaihtimen läpi. Tämänhetkistä käyttöveden lämmityksen tehontarvetta ei voi pitää suoraan verrannollisena uuden kaukolämpökeskuksen tehontarpeeseen, sillä uudessa keskuksessa lämmönvaihtimelta saatavan lämpimän käyttöveden lämpötila on 13 °C nykyistä korkeampi, jotta se vastaa tämänhetkistä ohjeistusta. (Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet 2020, 13.)

Kiinteistössä lämmintä käyttövettä ei havaintojen perusteella normaalisti käytetä useista vesipisteistä yhtä aikaa. Johtopäätöksenä on, että pientalokäyttöön tarkoitettu käyttövedenlämmönvaihdin 0,3 dm<sup>3</sup>/s mitoitusvirtaamalla on 60 kilowatin tehoisena riittävä. Esimerkiksi JÄSPI:n saneerattaville pientaloille tarkoitettu 20/60 SR kaukolämpökeskuksen käyttöveden lämmönvaihdin on kooltaan 60 kilowattia ja Högforsin pientaloille tarkoitettun UNIS- malliston käyttöveden lämmönvaihdinten tehot lähtevät 60 kilowatista ylöspäin. Molemmissa keskuksissa käyttövedenlämmönvaihtimen virtaamaksi on ilmoitettu noin 0,3 dm<sup>3</sup>/s. (Jäspi www-sivut 2019; HögforsGST www-sivut n.d.)

#### 5.4 Muut lämmitysjärjestelmältä vaaditut ominaisuudet

Lämmitysjärjestelmältä vaaditut ominaisuudet ovat käytännössä samat, mitä pientalokäyttöön tarkoitettu kaukolämpökeskus tarjoaa. Havaintojen perusteella pienempi 65 watin tehoinen kiertovesipumppu on teholtaan riittävä tämänhetkiseen patteriverkostoon. Käyttövesikierto ei kiinteistössä ole enää pakollinen ominaisuus, mutta sen käyttäminen jatkossakin lisää käyttömukavuutta. Koska kiinteistössä on ainoastaan vesikiertoinen patterilämmitys, on oikea valinta tällöin 2-piirinen lämmönjakokeskus. Pumppujen nostokyvyn ja kalvopaisunta-astian esipaineen osalta vaatimukset ovat myös pientaloluokkaa, sillä kiinteistö on yksikerroksinen. Paine-erosäätimelle ei ole

tarvetta, sillä lämmönmyyjän mukaan asiakkaan käytettävissä oleva paine-ero on alle 400 kPa. (Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet 2020, 17.)

### 5.5 Kiinteistön tarpeisiin soveltuvat kaukolämpökeskukset

Vaihtoehtoiksi uudeksi kaukolämpökeskukseksi otettiin kapasiteetiltaan ja ominaisuuksiltaan sopivia keskuksia neljältä eri valmistajalta, joilla oli suomessa tarjolla useita erilaisia vaihtoehtoja. Näitä olivat HögforsGST, Gebwell, Jäspi ja Danfoss. Kaikki valitut kaukolämpökeskukset on mahdollista asentaa seinälle.

HögforsGST:ltä parhaiten sopiva vaihtoehto on UNIS – sarjan 100-2RF. Saneerauskohteisiin tarkoitettussa keskuksessa on 60 kilowatin käyttöveden ja 15 kilowatin lämmityksen lämmönvaihdin. Keskus sisältää kiertovesipumpun käyttöveden kierrolle ja pumpun pysäytystermostaatin lämmityspiirille. (HögforsGST www-sivut 2020.)

Gebwell G-POWER 2/100 60–80 sisältää 60 kilowatin käyttöveden ja 20 kilowatin lämmityksen lämmönvaihtimen ja se on varustettu käyttövesikierrolla. Keskuksessa on vakiovarusteena pumpun pysäytystermostaatit. G-POWER 2/100 40–70 Easy – mallissa vastaavat tehot ovat 60 ja 15 kilowattia, mutta se ei sisällä käyttöveden kiertoa. (Gebwell www-sivut 2020.)

Jäspi Kauko 20/60 kaukolämpökeskus sisältää 60 kilowatin käyttöveden lämmönvaihtimen ja 20 kilowatin patterilämmityksen lämmönvaihtimen. Mallissa on käyttöveden kiertovesipumppu. Mallin kevyempi SR-versio on kooltaan ja painoltaan pienempi, eikä sisällä käyttöveden kiertoa. (Jäspi www-sivut 2019.)

Danfoss Akva Lux VX2 E – malli sisältää 60 kilowatin käyttöveden ja 15 kilowatin lämmityksen lämmönvaihtimen. Käyttövesikierto on mallissa vakiona ja se sisältää energiaa säästävän kesäohjelman, jolla lämmityksen kiertovesipumppu voidaan pysäyttää. Lämmityspiirissä on mudanerotin vakiovarusteena. (Danfoss www-sivut 2013.)

Kaikissa yllä mainituissa kaukolämpökeskuksissa käyttöveden kierron mahdollisuus on tarjolla ja tehot ovat varsin riittävät, niin patteri- kuin käyttövesilämmityksessä. Lämmönvaihtimet ovat keskuksissa levylämmönvaihtimia. Myös paisunta-astia on kaikissa keskuksissa vakiona ja paine-erosäädin on saatavilla lisävarusteena. Lämmityspiirin mudanerotin on tarjolla ainoastaan Danfossin keskuksessa, jossa se on vakiovarusteena.

## 5.6 Vaihtoehdot kaukolämmölle

Kiinteistön edustajan kanssa keskusteltiin mahdollisesta vaihtoehtoisesta lämmitysmuodosta, jossa päädyttiin siihen tulokseen, että ilmavesilämpöpumppu olisi kaukolämmön ohella järkevin vaihtoehto kiinteistön lämmitykseen. Tällä hetkellä kaikkien kiinteistön tilojen ollessa puolilämpimiä, on varsinainen lämmityskausi tavallista omakotitaloa jonkin verran lyhyempi. Varsinaisella lämmityskaudella kiertoveden lämpötila on myös omakotitaloon verrattuna alhaisempi. Tämä vaikuttaisi siihen, että ilmavesilämpöpumpun teho riittäisi todennäköisemmin myös kylmempinä ajanjaksoina, ilman sähkövastuksella toteutettua lisälämmitystä.

Lämpimän käyttöveden kulutus on pesutallin vuoksi epätasaisesti jakautunutta, eli sitä kulutetaan suuria määriä kerralla, jonka jälkeen voi kestää jopa kymmeniä tunteja ennen seuraavaa kulutuspiikkiä. Tämä tarkoittaa, että käyttöveden lämmitykselle on ajoittain suuri hetkellinen tarve ja muulloin riittää ainoastaan käyttövesikierrossa olevan veden pitäminen lämpimänä. Tämä kulutuspiikki voitaisiin hoitaa kiertoön kytkeyllä lämpimän veden varaajalla, joka mitoitettaisiin niin, että siinä oleva lämmin vesi riittäisi noin yhteen ajoneuvon pesukertaan. Tämä antaisi ilmavesilämpöpumpulle riittävästi aikaa lämmittää uutta käyttövettä pesukertojen välissä.

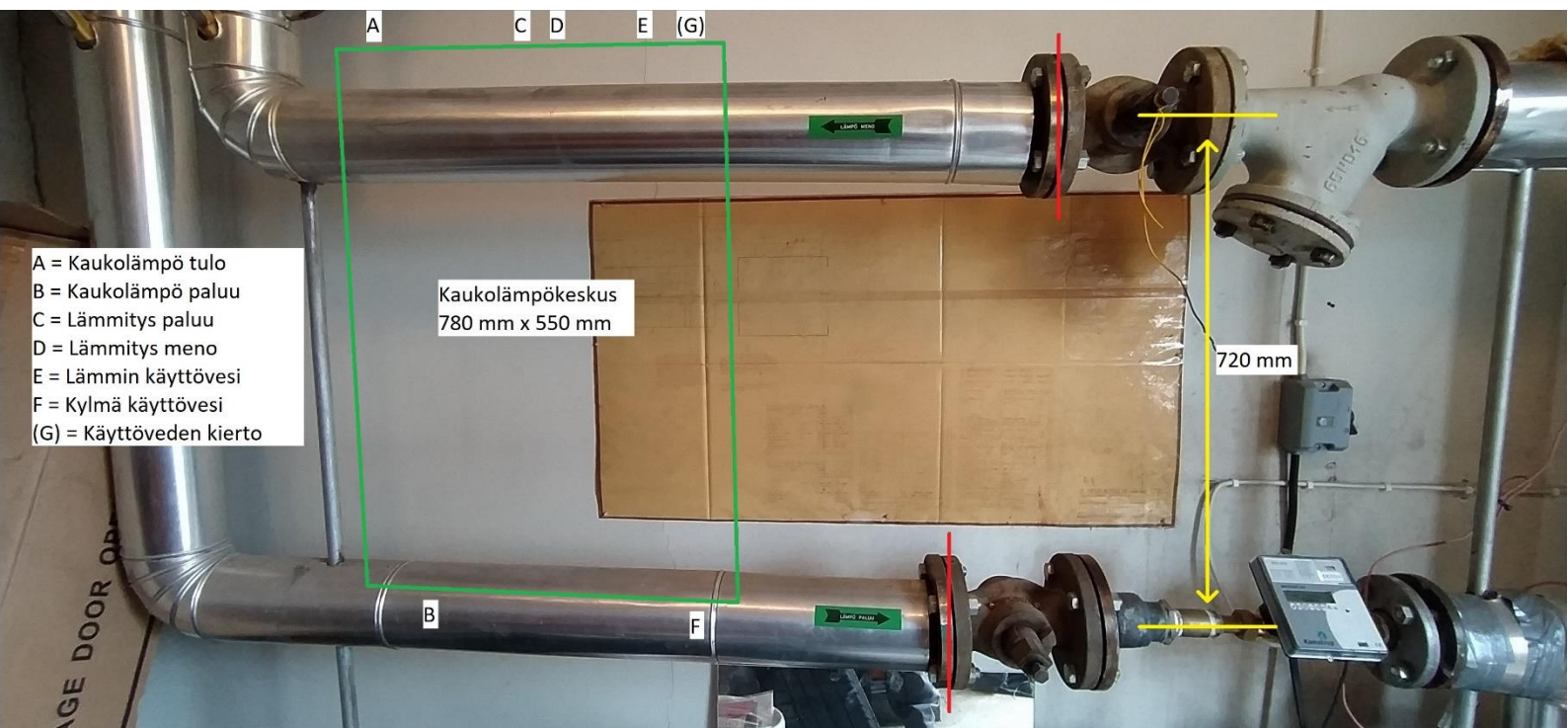
Kaukolämmön hintaa ja kulutusta tarkastellessa tultiin siihen tulokseen, että se on tällä hetkellä kyseisellä paikkakunnalla varsin edullinen lämmitysmuoto. 13 kuukauden tarkastelujakson aikana kiinteistö kulutti hiukan reilu 15 MWh kaukolämpöä, jonka hinta oli 65 €/MWh. Tämä tekee noin 75 € kuukaudessa ja 900 € vuodessa kaukolämmön kustannuksina ilman perusmaksua. Perusmaksun kanssa laskettuna vuotuinen hinta on reilu 1200 €. JÄSPI:n Tehowatti Air- esitteessä olevassa esimerkkilaskelmassa 150 m<sup>2</sup>

talo kuluttaisi sähköä noin 10 000 kwh vuodessa käyttäessään ilma-vesilämpöpumpua lämmitysmuotona. Kiinteistön tämänhetkinen sähkönhinta siirtomaksuineen ja veroineen on noin 10 snt/kwh. Tämä tekisi noin 1000 € vuodessa pelkkänä energian hinnan. 150 m<sup>2</sup> talo ei ole täysin verrattavissa hiukan suurempaan puolilämpimään kiinteistöön, mutta laskelmista voidaan päätellä, että ilmavesilämpöpumpulla lämmittämisen kustannukset eivät todennäköisesti olisi kovinkaan paljoa nykyistä kaukolämpöä matalammat. Tämän lisäksi ilmavesilämpöpumppujen hinnat ovat kiinteistöön sopiviin kaukolämpökeskuksiin nähden suuremmat. (Jäsپی www-sivut 2017.)

## 6 MUUTOSTYÖN ALUSTAVA OHJEISTUS

### 6.1 Havainne piirros

Kuvaan 13 on esimerkkinä havainnollistettu Danfoss Akva Lux VX2 E - kaukolämpökeskuksen asennus kiinteistön kaukolämpökeskuksen seinälle. Uuden keskuksen asennus on järkevintä toteuttaa kyseiselle seinälle, sillä siihen kaukolämpölinjat sekä kylmä käyttövesi saapuvat ensimmäisenä. Suunnitelmassa on myös huomioitu riittävä huoltotila keskuksen ympärillä. Kuvassa oikealla on nähtävillä kaukolämpölinjojen pääsulkuventtiilit, mudanerotin sekä sen alapuolella lämpöenergiamittari. Kuvassa vasemmalla näkyvät kaukolämpölinjat purettaisiin punaisella merkittyihin laippoihin asti. Tämän jälkeen linjoihin asennettaisiin supistukset, jotta ne voidaan kytkeä vihreällä merkityn kaukolämpökeskuksen ¾ tuumaisiin kierrelitoksiin. Uusiin linjoihin tulee myös asentaa asianmukaiset paine- ja lämpömittarit. Kyseisessä keskuksessa putkilinjat on mahdollista asentaa joko ylä- tai alakautta, joten suunnitelmassa on esitetty kytkentätapa, jolla putkilinjat olisivat mahdollisimman lyhyet. Kaukolämpöveden tulo on keskuksen päällä ja paluu keskuksen alla. Kylmä käyttövesi syötetään alhaalta ja lämmin käyttövesi sekä lämmityskierron linjat kytetään ylhäältä.



Kuva 13. Havainne piirros kaukolämpökeskuksen asennuksesta

## 6.2 Tärkeitä huomioita

Tähän osioon koottuja asioita on kiinteistön omistajan hyvä ottaa huomioon, kun mahdollista kaukolämpökeskuksen muutostyötä aletaan tekemään. Tässä osiossa esitettävät asiat on valittu sillä oletuksella, että kiinteistöön asennetaan uusi seinälle sijoitettava kaukolämpökeskus. Ohjeistukset ja määräykset ovat peräisin Energiategollisuus ry:n vuonna 2020 julkaisemasta tiedotteesta ”Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet”.

### 6.2.1 Lämpökeskustila

Rakennuksen tilavuus on  $391 \text{ m}^3$  ja lämmönsiirrinten lukumäärä on kaksi, joten sen kaukolämpölaitteiden ohjeellinen tilantarve on  $2 \text{ m}^2$ . Tämän verran tilaa on teknisestä laitetilasta varattava uudelle laitteistolle. Uusi kaukolämpökeskus on järkevintä asentaa seinälle ja sen ympärille on varattava vähintään 600 mm sekä keskuksen eteen 800 mm huoltotilaa. (Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet 2020, 4–5.)

Teknisen tilan sisälämmön tulisi olla kaikissa tilanteissa yli 10 °C, mutta kuitenkin alle 35 °C. Tarvittaessa tilan ilmanvaihtoa säädetään ja huolehditaan putkistojen ja laitteiden hyvästä eristämisestä. Tilassa on myös huolehdittava siitä, että olemassa oleva viemäri pysyy vapaana ja vesipiste letkuliittimineen pysyy toiminnassa. Valaistustehon on oltava 150 luxia mittareiden ja säätölaitteiden läheisyydessä. (Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet 2020, 5.)

### 6.2.2 Ensiöpuolen putkistot ja laitteet

Ensiöpuolen putkistoissa virtaa kaukolämpövesi ja niiden valmistajilla sekä asentajilla on oltava asianmukaiset pätevyudet. Suunnittelulämpötila on 120 °C ja suunnittelu-paine 1,6 MPa. Ensiöpuolelle on suoritettava tiiveyskoe ennen käyttöönottoa. (Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet 2020, 3;22;47.)

Putkimateriaaleina ensiöpuolella voidaan käyttää terästä ja kuparia. Teräsputkissa käytetään hitsaus- ja laippaliitoksia sekä kupariputkissa kovajuotosta. Teräsputkissa voidaan käyttää kierreliitoksia kokoon DN 20 asti. Putkiston tekemisessä käytettävien putkikäyrien ja supistuksien on oltava valmisosia. Joustavia kappaleita ei saa käyttää ensiöpuolella. (Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet 2020, 20–21.)

Ensiöpuolella on oltava pilarityyppiset lämpömittarit sekä halkaisijaltaan vähintään 40 mm painemittarit kaukolämpöveden meno ja paluuputkessa pääsulkujen jälkeen. Lämpömittareiden mitta-alueen on oltava 0–120 °C sekä lukematarkkuus vähintään 2 °C. Painemittareissa on oltava joko MPa- tai bar-asteikko 0–2,5 MPa:n mitta-alueella sekä vähintään 0,05 MPa:n tarkkuus. Painemittarit tulee varustaa sulkuventtiileillä, joita pidetään normaalikäytössä suljettuna. (Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet 2020, 24–25.)

### 6.2.3 Toisiopuolen putkistot ja laitteet

Toisiopuolen putkistossa virtaavat lämmityskiertovesi sekä käyttövesi. Enemmistö toisiopuolen laitteistosta sijaitsee valmiissa kaukolämpökeskuskokonaisuudessa. Lämmitysverkostossa suunnittelulämpötila on 80 °C ja paine 0,6 MPa.

Käyttövesiverkostossa suunnittelulämpötila on 65 °C ja paine 1,0 MPa. (Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet 2020, 23.)

Yleisesti lämmitysverkostossa käytetyt putkimateriaalit ovat teräs, ruostumaton teräs, haponkestävä teräs, kupari ja muovi. Käyttövesiverkostossa käytetään ruostumatonta terästä, kuparia ja muovia. (Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet 2020, 23.)

Toisiopuolelle tarvitsee asentaa lianerotin, jos uusi kaukolämpökeskus ei sisällä sel-laista. Lianerottimen on oltava puhdistettavissa. Lämmitysjärjestelmän kaikista osista on pystyttävä poistamaan ilma asianmukaisia ilmanpoistventtiilejä käyttämällä. Pal-loventtiilityypiset ilmanpoistventtiilit voidaan halutessa varustaa automaattisilla il-manpoistimilla. Järjestelmän tyhjennysventtiileinä käytetään myös palloventtiilejä ja niillä on pystyttävä tyhjentämään järjestelmä kokonaan. Sekä ilmanpoisto- että tyhjen-nysventtiilit varustetaan poistoputkella, joka tulee johtaa 300 mm korkeudelle lattiasta ja putkien vapaa pää taivutetaan 30 asteen kulmaan sekä varustetaan tulpalla. (Raken-nusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet 2020, 26–27.)

Toisiopuolen verkostojen painemittarit ovat MPa- tai bar-asteikkoisia ja vähintään 40 mm halkaisijoiltaan. Painemittarien mitta-alue tulee olla kyseisen järjestelmän suun-nittelupaineen mukainen. Lämmitysverkoston painemittarin tulee olla helposti luetta-vissa verkostoa täytettäessä. Järjestelmien lämpömittarit voivat olla joko pilarimitta-reita tai pyöreitä mittareita. Mitta-alue niissä on 0–120 °C ja lukematarkkuus vähintään 2 °C. (Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet 2020, 27.)

#### 6.2.4 Oleelliset toimenpiteet kohteessa

Kohteessa on muutostyön yhteydessä poistettava kaikki tarpeettomaksi jäävä putkisto ja laitteisto. Käyttöön jätettävät venttiilit tarkistetaan oikeanlaisen toiminnan varmis-tamiseksi. Pääsulkujen jälkeiset kaukolämpölinjan lämpömittarit sekä painemittarit sulkuventtiileineen tulee uusida muutostyötä tehdessä, vaikka ne sisältyisivätkin uuden kaukolämpökeskuksen varusteluun. Kaikki tarpeettomat mittarit poistetaan. (Raken-nusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet 2020, 43.)



Asiakkaan tulee ennen muutostyön aloittamista olla yhteydessä lämmönmyyjään. Lämmönmyyjän kanssa sovitaan sille kuuluvien laitteistojen uusimisesta muutostyön yhteydessä, jos sille nähdään tarvetta. Myös asbestikartoitus on syytä tehdä lämmönmyyjän putkieristeille ja selvittää asianmukaiset jatkotoimenpiteet. (Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet 2020, 41.)

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda selvitys Roopertinkadun liikepuisto Bangla Oy:n omistaman kiinteistön lämmitysjärjestelmän tämänhetkisestä tilasta ja kiinteistön lämpöenergiantarpeesta. Työssä havaittiin, että kiinteistön nykyinen lämpöenergiantarve on varsin pieni ja pientalokäyttöön suunnitellut kaukolämpökeskukset ovat tehoiltaan riittävät korvaamaan nykyisen järjestelmän. Työssä myös luotiin ajantasainen kiinteistön lämmityslaitteiston kytkentäkaavio, jonka tarkoituksena on helpottaa laitteiston ylläpitoa, huoltoa sekä mahdollista muutostyötä.

Työssä ei kyetty laskemaan lämmityshuipputehon tarvetta Energiateollisuus Ry:n laatiman julkaisun esittämällä kaavalla, koska kiinteistön lämmitysjärjestelmästä ei voinut luotettavasti selvittää kaukolämpötehon jakautumista erikseen käyttövedelle ja lämmitykselle. Syyn todettiin olevan vanhojen mittareiden epäluotettavuus ja järjestelmän monimutkaisuus johtuen aikaisemmista muutoksista. Ainoastaan kulutettu kokonaislämpöenergia oli tiedossa tarkkailujakson aikana. Tästä syystä tarvittava teho kartoitettiin käyttämällä aikaisempia kulutuslukemia ja seuraamalla kulutuksen käyttäytymistä eri olosuhteissa. Näiden tietojen ja kaukolämpökeskusten valmistajien tarjoamilla vertailukohdilla voitiin luotettavasti selvittää ehdoton maksimitehontarve kullekin lämmityskohteelle.

Muutostyötä suunnitellessa havaittiin, että vanhan lämmitysjärjestelmän monimutkaisuudesta ja koosta huolimatta, uuden kaukolämpökeskuksen asentamisen vanhan tilalle pitäisi olla suhteellisen helppoa. Vaikka nykyinen järjestelmä on vanha ja siihen

on tehty useita muutoksia, on se kuitenkin sääntöjen mukainen eikä siinä ollut havaittavissa ongelmakohtia niiden suhteen.

## LÄHTEET

Motivan www-sivut 2019. Viitattu 9.12.2020. <https://www.motiva.fi/>

Energiateollisuuden www-sivut n.d. Viitattu 9.12.2020. <https://energia.fi/>

Kaukolampo.fi www-sivut n.d. Viitattu 9.12.2020. <https://kaukolampo.fi/>

Kaukolämmön ABC www-sivut n.d. Viitattu 10.12.2020. [http://www2.energia.fi/Kaukolammon\\_ABC/](http://www2.energia.fi/Kaukolammon_ABC/)

Vahasilta Oy www-sivut n.d. Viitattu 10.12.2020. <https://vahasilta.fi/>

Opetushallituksen www-sivut n.d. Viitattu 18.12.2020. <https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/levylammonvaihtimen-toiminta.pdf>

Ondanordic www-sivut n.d. Viitattu 18.12.2020. <https://ondanordic.com/>

Alfa Laval www-sivut n.d. Viitattu 18.12.2020. <https://www.alfalaval.fi/>

Huoltosivut.fi www-sivut n.d. Viitattu 20.12.2020. <https://huoltosivut.fi/>

Flamcogroup www-sivut 2015. Viitattu 20.12.2020. [https://flamcogroup.com/media/files/documentation/doc\\_fin\\_h8\\_2014.pdf](https://flamcogroup.com/media/files/documentation/doc_fin_h8_2014.pdf)

HögforsGST www-sivut n.d. Viitattu 28.12.2020. <https://productsheet.hogforsgst.com/fi/printpdf/56>

Ympäristöosaava www-sivut n.d. Viitattu 3.1.2021. <https://www.ymparistosaava.fi/sosiaali-ja-terveysala/index.php?k=22672>

Energiateollisuus ry 2020. Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet 2020. Helsinki: Energiateollisuus ry. Lämmönkäyttötyöryhmän julkaisu K1/2020. Viitattu 11.2.2021. [https://energia.fi/files/5423/JulkaisuK1\\_2020\\_Energiateollisuus\\_ry\\_%28paiv.\\_20201119%29.pdf](https://energia.fi/files/5423/JulkaisuK1_2020_Energiateollisuus_ry_%28paiv._20201119%29.pdf)

Jäspi www-sivut 2019. Viitattu 12.2.2021. [https://jaspi.fi/wp-content/uploads/2019/10/JASPI\\_Kauko\\_esite\\_1119\\_web.pdf](https://jaspi.fi/wp-content/uploads/2019/10/JASPI_Kauko_esite_1119_web.pdf)

HögforsGST www-sivut n.d. Viitattu 12.2.2021. <https://productsheet.hogforsgst.com/fi/printpdf/56>

Energiateollisuus ry 2020. Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet 2020. Helsinki: Energiateollisuus ry. Lämmönkäyttötyöryhmän julkaisu K1/2020. Viitattu 23.2.2021. [https://energia.fi/files/5423/JulkaisuK1\\_2020\\_Energiateollisuus\\_ry\\_%28paiv.\\_20201119%29.pdf](https://energia.fi/files/5423/JulkaisuK1_2020_Energiateollisuus_ry_%28paiv._20201119%29.pdf)

HögforsGST www-sivut 2020. Viitattu 28.2.2021. <https://hogforsgst.com/>

Gebwell www-sivut 2020. Viitattu 28.2.2021. <https://gebwell.fi/>

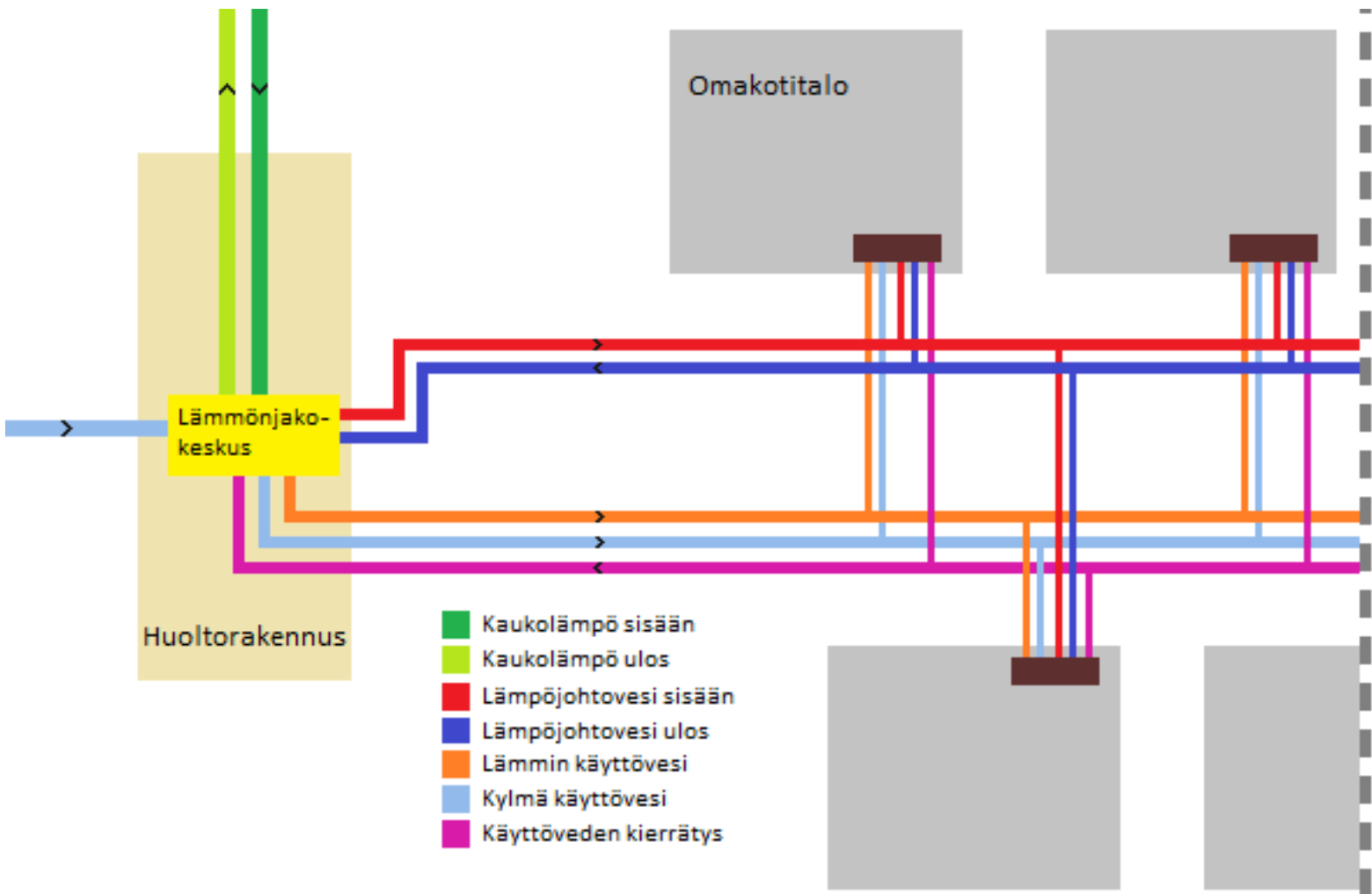
Jäspi www-sivut 2019. Viitattu 28.2.2021. <https://jaspi.fi/>

Danfoss www-sivut 2013. Viitattu 28.2.2021. <https://www.danfoss.com/fi-fi/>

Jäspi www-sivut 2021. Viitattu 3.3.2021. [https://jaspi.fi/wp-content/uploads/2017/01/JASPI\\_Tehowatti\\_Air\\_esite\\_2021\\_ver2\\_web.pdf](https://jaspi.fi/wp-content/uploads/2017/01/JASPI_Tehowatti_Air_esite_2021_ver2_web.pdf)

Energiateollisuus ry 2020. Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet 2020. Helsinki: Energiateollisuus ry. Lämmönkäyttötyöryhmän julkaisu K1/2020. Viitattu 12.3.2021. [https://energia.fi/files/5423/JulkaisuK1\\_2020\\_Energiateollisuus\\_ry\\_%28paiv.\\_20201119%29.pdf](https://energia.fi/files/5423/JulkaisuK1_2020_Energiateollisuus_ry_%28paiv._20201119%29.pdf)

# LIITE 1



Liite 1. Havainnepiirros lämmönjaosta omakotitaloihin

LIITE 2



Käyttöveden  
lämmönvaihdin



Lämmityskiertoveden  
lämmönvaihdin



Lämpömittari



Painemittari



Termostaatti

Liite 2. Kaaviomerkkien selitykset



Käsi­käyt­to­inen sulkuventtiili



Takaiskuventtiili



Ilmausventtiili



Moottoriventtiili



Kolmitieventtiili



Kiertovesipumppu



Varoventtiili



Mudanerotin



Kalvopaisunta-astia