



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

SELVITYS MITTAUKSIIN PERUSTUVISTA PALVELUPROSESSEISTA KAUKOLÄMPÖ- LIIKETOIMINNOISSA

Savon Voima Oyj

TEKIJÄ:

Anu Nyrhilä

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Energiatekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Anu Nyrhilä	
Työn nimi Selvitys mittauksiin perustuvista palveluprosesseista kaukolämpöliiketoiminnoissa	
Päiväys 30.4.2021	Sivumäärä/Liitteet 40/4
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savon Voima Oyj	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn tavoitteena oli selvittää Savon Voima Oyj:n prosesseja, jotka liittyvät kaukolämmön mittaustietoihin. Tähän saakka kaukolämmön omat asiantuntijat ovat vastanneet lähes kaikista liiketoimintojen prosesseista, mutta tulevaisuudessa osaamista on tarkoitus laajentaa palvelukeskuksen tekniseen asiakaspalveluun. Lisäksi energiayhtiöiltä edellytetään tulevaisuuteen tähtäviä toimia, jotka tukevat Suomen ilmastopoliittia. Kaukolämpöliiketoimintojen on pystyttävä vastaamaan asiakkaiden korkeampaan vaatavuustasoon kehittämällä uusia, energiatehokkaita ratkaisuja ja palvelumalleja. Uusien palveluiden tuottaminen ja nykyisten palveluiden kehittäminen edellyttää laadukasta mittausta ja siitä saatavaa mittaustietoa.</p> <p>Opinnäytetyössä perehdyttiin yhtiön kaukolämmön energian mittaukseen ja siihen, miten mittaustietoa voidaan käsitellä ja tulkita siten, että se tukee mahdollisimman hyvin mittaustietoihin perustuvia palveluita. Mittausta ja mittaustiedon käsittelyä käytiin läpi yhdessä konsernin mittaus- ja kaukolämpöasiantuntijoiden kanssa sekä pohdittiin mahdollisia ratkaisuja mittaustiedon käsittelyyn.</p> <p>Nykytilanteen kartoittaminen on edellytys prosessien kehittämiseksi. Opinnäytetyössä saatiin muodostettua hyvä kokonaiskuva mittauksiin liittyvien prosessien etenemisestä. Tämän pohjalta voidaan lähteä selvittämään, miten näitä toimintoja voidaan kehittää käytössä olevia järjestelmiä hyödyntäen. Etäluenta ja siitä saatava mittaustieto antavat mahdollisuuden sellaisten palveluiden tuottamiselle, joihin ei aikaisemmin ole pystytty. Eräs tavoitteista on tuotteistaa paluuveden lämpötilan seuranta palveluksi, jolla saadaan lisättyä sekä yhtiön että asiakkaan energiatehokkuutta. Tavoitteena on myös, että Savon Voima Oyj:n palvelukeskus alkaa tuottamaan palveluita kaukolämpöliiketoiminnoille. Opinnäytetyötä voidaan hyödyntää teknisen asiakaspalvelun perehdyttämisessä ja selvityksen pohjalta voidaan lähteä edistämään prosesseja yhdessä kaukolämmön asiantuntijoiden kanssa.</p>	
Avainsanat kaukolämpö, etäluenta, mittaustieto, energiatehokkuus	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Energy Engineering	
Author(s) Anu Nyrhilä	
Title of Thesis Report on Services Related to Measurements in the District Heating Business	
Date April 30, 2021	Pages/Appendices 40/4
Client Organisation /Partners Savon Voima Oyj	
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to study and chart Savon Voima Oyj's processes related to district heating measurement data. Until now, the company's own experts have been responsible for the processes. The expertise is to be expanded to the service center technical customer service in the future. District heating businesses are required to take forward-looking measures that support Finland's climate policy. In addition, energy companies must be able to meet the higher demands of customers by developing new, energy-efficient solutions and service models. High-quality measurement data is needed to produce new services and to develop the existing ones.</p> <p>The thesis dealt with the measurement of the company's district heating energy and how measurement data can be interpreted to best support measurement-based services. The measurement and processing of the measurement data were reviewed together with Savon Voima Oyj's measurement and district heating experts. Also possible solutions for processing the measurement data were considered.</p> <p>Clarification of the current situation is a prerequisite for the development of processes. Based on the results of the study, it was possible to form a good overall picture of processes related to the measurement processes. Therefore, it can be explored how these functions can be developed using the existing systems. Remote reading and the measurement data obtained from it make it possible to produce services that have not previously been possible. One of the future goals is to commercialize return water temperature monitoring into a service that can increase the energy efficiency of both the company and the customer. Another future goal is that Savon Voima Oyj's service center will start providing services to the district heating business. The thesis can be utilized in the familiarization of technical customer service personnel, and based on the study, it is possible to promote processes with district heating experts.</p>	
<p>Keywords district heating, remote reading, measurement data, energy efficiency</p>	

KÄYTETYT LYHENTEET

CHP	compined heat and power, sähkön ja lämmön yhteistuotanto
kJ/ kg, °C	kilojoulea per kilogramma asteessa
AMR	automatic meter reading, automaattinen mittarinluenta
GPRS	general packet radio service, pakettikytkennäinen tiedonsiirtopalvelu

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	SAVON VOIMA OYJ.....	9
2.1	Kaukolämmön tuotanto ja jakelu.....	10
2.2	Palvelukeskus	12
3	KAUKOLÄMPÖ	13
3.1	Kaukolämmön tuotanto	13
3.2	Kaukolämmön siirto	13
3.3	Kaukolämmitysjärjestelmä	14
3.3.1	Kaukolämmön asiakaslaitteet	15
3.3.2	Mittauskeskus	16
4	KAUKOLÄMMÖN ENERGIAMITTAUS	18
4.1	Etäluenta.....	19
4.2	Etäluentajärjestelmät	20
4.3	Lämpöenergiamittari	22
4.3.1	Kamstrup MULTICAL 603®	22
4.3.2	Lämpömäärän laskin	23
4.3.3	Virtausanturi	23
4.3.4	Lämpötila-anturi.....	24
4.4	Mittauslaitteiston asennus, kunnossapito, vika- ja kausivaihdot Savon Voimalla	24
5	KAUKOLÄMPÖENERGIAN LASKUTUS	26
5.1	Sopimustehon seuranta ja raportointi	26
5.2	Kaukolämpöliittymän sopimusteho	27
5.3	Sopimusvesivirta	28
5.4	Laskutusteho	28
6	MITTAUKSEEN PERUSTUVAT PALVELUT JA MITTAUSDATAN ANALYSOINTI	31
6.1	Kaukolämpöveden paluulämpötilan vaikutukset.....	35
7	PALVELUKESKUKSEN PALVELUT KAUKOLÄMPÖLIKETOIMINNOILLE	38
7.1	Johtopäätökset	39
	LÄHTEET	40

LIITE 1: KAUKOLÄMMÖN KÄYTTÖRAPORTTI	42
LIITE 2: KAUKOLÄMMÖN KÄYTTÖ- JA KUSTANNUSENNUSTE SEKÄ SOPIMUSTEHOLASKELMA	43
LIITE 3: KAUSIVAIHTO MITTARIKORTTI	44
LIITE 4: MITTALAITEVIKA MITTARIKORTTI.....	45

1 JOHDANTO

Koko energia-ala elää suuren murroksen aikaa. Kaukolämmöltä vaaditaan ennen kaikkea joustavuutta, uusia ratkaisuja ja tuotteita. Enää ei voida myydä pelkkää lämpöä, vaan on keskityttävä liiketoiminnon palveluihin, jotka perustuvat kaukolämpöön. Kaukolämpöliiketoiminnoilta odotetaan tulevaisuuteen tähtäviä toimia ja yksi pitkän aikavälin tavoite on päästä eroon polttoon perustuvasta tuotannosta, jota vaativat mm. hiilidioksidin vähennystavoitteet, päästökauppa ja sähkön hinta. (Hillamo 2019.)

Asiakkaiden vaatimustason noustessa, on energiayhtiöiden saatava markkinoille uusia tuotteita, uusia kytkentä- ja käyttötapoja, hybridiratkaisuja ja vastuullisuusraportointia. Energiapaletti tulee laajenemaan lämmön, jäähdytyksen ja lisäpalveluiden kokonaisuuksiksi. Erityisesti kaukojäähdytyksen osuus tulee kasvamaan. Kaukolämpöverkot on saatava kaksisuuntaiseksi, jolloin pystytään hyödyntämään ylijäämä myös lämmön osalta ja saadaan monipuolistettua tuotantojakaumat. (Hillamo 2019.)

Energiaverkkojen rooli energiamurroksessa on merkittävä. Kaukolämpö nähdään EU:n keskusteluissa eräänä tärkeänä ilmastomuutoksen ja päästövähennystavoitteiden työkaluna. Voidaan siis olettaa, että kaukolämmön asema ei tule heikkenemään tulevaisuudessa, päinvastoin sitä pyritään vahvistamaan. Tämä on Suomelle ja sen energiayhtiöille erinomainen asema, koska meillä melkein puolet lämmitysenergiasta tuotetaan kaukolämmöllä. Kaukolämpö-, sähkö-, kaasu- ja jäähdytysverkot auttavat siirtymisessä ilmastoneutraaliin energijärjestelmään. (Hillamo 2019.)

Energiaturroksen synnyttämiin haasteisiin on pystyttävä vastaamaan kehittämällä palvelut sille tasolle, että ne vastaavat asiakkaiden tarpeita myös tulevaisuudessa. Lisäksi energiayhtiöiden on toimittava edelläkävijöinä uusien palveluiden suunnittelussa ja tuomalla asiakkaille uusia ratkaisuja, jotka tukevat energiatehokkuutta myös pitkällä tähtäimellä. Hyvin toimivien palveluiden ja uusien palveluiden kehittämisen edellytyksenä on laadukas mittaus ja siitä saatava mittaustieto.

Opinnäytetyössä perehdytään Savon Voima Oyj:n kaukolämmön mittaustietoihin perustuviin palveluihin ja miten mittaustietoa käsitellään ja tulkitaan siten, että se tukee mahdollisemman laadukkaasti sen tietoon perustuvia palveluita. Mittaustietoa on pystyttävä hyödyntämään konsernin omaan käyttöön energiatehokkuuden näkökulmasta, jos esimerkiksi halutaan optimoida menoveden lämpötilaa, joka vaikuttaa paluuveden lämpötilaan ja näiden väliseen erotukseen eli jäähdytymään. Paluuv veden lämpötilan seurannalla halutaan saada asiakkaita itseään kiinnostumaan energiatehokkuudesta huomioimalla asiakaslaitteiden kunto.

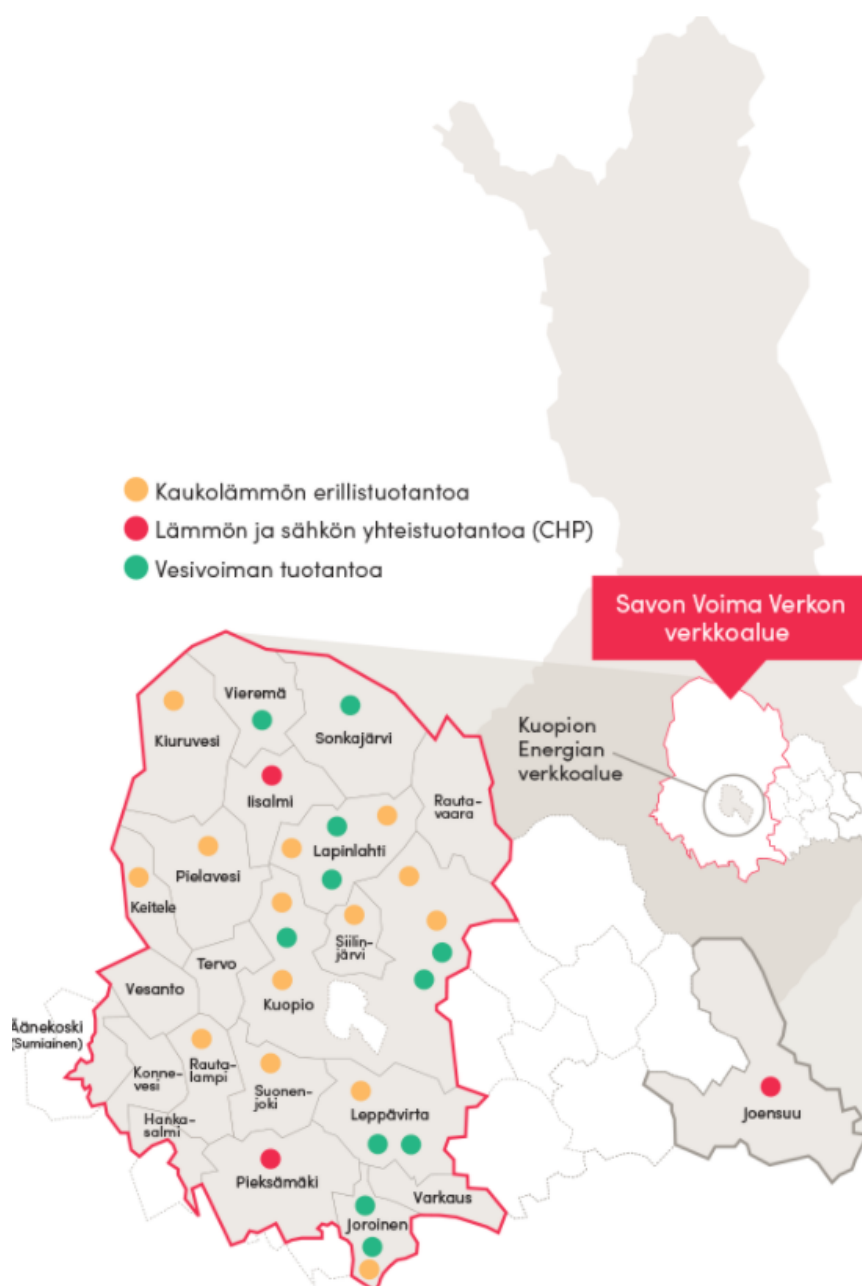
Opinnäytetyön toimeksiantajana on Savon Voima Oyj:n palvelukeskus, jonka tehtävänä on tuottaa palveluja konsernin sisällä sähköverkkoliiketoiminnoille ja kaukolämpöliiketoiminnoille sekä tulevaisuudessa mahdollisesti myös konsernin ulkopuolelle ainakin kaukolämpöön liittyviä palveluja. Tähän saakka kaukolämmön prosessien hallinta ja kaikki niihin liittyvä osaaminen on käytännössä ollut liiketoimintojen omien asiantuntijoiden varassa ja muualla yhtiössä prosesseista tiedetään hyvin vähän. Muutamia yksittäisiä toimintoja tehdään kaukolämpöliiketoimintojen ulkopuolella asiakaspalvelussa ja palvelukeskuksessa, kuten esimerkiksi toimitussopimusten hallintaa asiakastietojärjestelmässä ja mittarinvaihtoprosessiin liittyviä toimintoja.

Palvelukeskukseen on järkevintä siirtää kaukolämpöliiketoiminnoilta mittauksiin liittyvät palvelut ja niihin sisältyvät prosessit. Syvempää teknistä osaamista vaativat palvelut ja näihin liittyvät eri prosessien hallinnat jäisivät liiketoiminnoille. Lopullisena tavoitteena on saada palvelukeskuksen teknisessä asiakaspalvelussa työskentelevien osaamista ja tietotasoa kartutettua sille tasolle, että he voivat ottaa hoitaakseen kaukolämmön mittauksiin liittyvät palvelut ja prosessit. Prosessit on pyrittävä selkeyttämään siten, että niitä voidaan hoitaa systemaattisesti ja laadukkaasti palvelukeskuksen teknisessä asiakaspalvelussa perehdytyksen jälkeen. Tämän vuoksi prosessit on käytävä huolellisesti läpi, jotta niitä on mahdollista kehittää sujuvammaksi nykyisiä järjestelmiä hyödyntäen.

Opinnäytetyössä selvitetään kaukolämmön mittauksiin liittyvien prosessien nykytilanne kuvaamalla niihin liittyvät toiminnon pääpiirteiltään haastatteleamalla konsernin kaukolämmön asiantuntijoita ja palvelukeskuksen mittausasioista vastaavaa henkilöä sekä käymällä yhdessä heidän kanssaan eri toimintoja läpi. Selvityksen perusteella voidaan miettiä mitä ja miten prosesseja voidaan kehittää. Lisäksi työtä on mahdollista käyttää palvelukeskuksen teknisen asiakaspalvelun henkilökunnan perehdytykseen kaukolämpöasioista.

2 SAVON VOIMA OYJ

Savon Voima Oyj toiminta alkoi jo vuonna 1947, jolloin ensimmäiset vuosikymmenet keskityttiin maakuntien sähköistämiseen. Savon Voima Oyj:n omistaa kokonaisuudessaan Savon Energiaholding Oy, jonka omistavat verkkoalueen 20 kuntaa, jotka näkyvät kuvassa 1. Konsernin neljä liiketoiminta- aluetta ovat sähköverkkoliiketoiminta, kaukolämmön tuotanto ja jakelu, sähkön tuotanto ja jakelu sekä palvelukeskus. Konsernin muodostavat emoyhtiö Savon Voima Oyj ja tytäryhtiö Savon Voima Verkko Oy. Osakkuusyhtiöitä ovat Kymppivoima Oy, Kymppivoima Hankinta Oy ja Väre Oy. (Savon Voima Oyj 2020.)



KUVA 1. Savon Voiman verkkoalue (Savon Voima Oyj 2020)

Vuoden 2019 alusta myyntiliiketoiminta, salkunhallintapalveluliiketoiminta ja uudet energiaratkaisuliiketoiminta siirtyivät Savon Voiman, Kuopion Energian, Jyväskylän Energian (Alva-yhtiöt) ja Lappeenrannan energian yhteisesti omistamalle Väre Oy:lle (Savon Voima Oyj 2019). Henkilöstöä Savon Voimalla on 183 ja toukokuussa 2020 Savon Voimalle siirtyi liiketoiminnan luovutuksen yhteydessä Joensuun voimalaitoksen (kuva 2) 57 henkilöä. (Savon Voima Oyj 2020.)



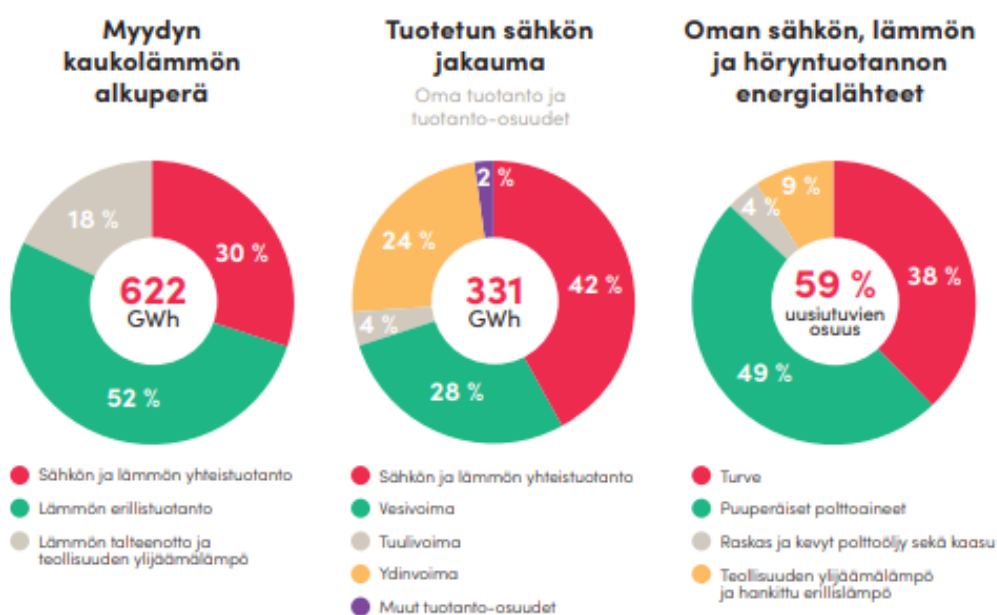
KUVA 2. Joensuun voimalaitos (Savon Voima Oyj 2021)

Konserni haluaa omalla toiminnallaan edistää Suomen energia- ja ilmastostrategiaa, jonka tärkeä osa on energiatehokkuuden kehittäminen. Savon Voima on ollut mukana Elinkeinoelämän energiatehokkuustoiminnassa vuodesta 1997. Se on investoinut tuotantolaitosten savukaasupesureihin ja näiden lämmöntalteenottojärjestelmiin saavuttaen 81 000 MWh:n säästön lämmön tuotannon polttoaineissa. Energiatehokkuuden lisääminen ei rajoitu pelkästään oman toiminnan kehittämiseen, vaan konserni haluaa huolehtia myös asiakkaiden energiatehokkuudesta tarjoamalla tähän tähtääviä palveluja ja tuotteita. Näitä palveluja ovat esimerkiksi kiinteistöjen energia-analyysin tekeminen ja kiinteistön älykäs lämmönohjaus. (Savon Voima Oyj 2020.)

2.1 Kaukolämmön tuotanto ja jakelu

Vuonna 1975 yhtiö laajensi liiketoimintaansa kaukolämpöön öljykriisin seurauksena tarkoituksenaan päästä järkevämpään energian kokonaiskäyttöön. Savon Voima Oyj tuottaa ja myy kaukolämpöä 21 kaukolämpöverkossa 12 kunnan alueella Savossa ja Joensuussa (Kuva 1). Valtaosa kaukolämmön energiasta tuotetaan uusiutuvista ja kotimaisista lämmönlähteistä. Vuonna 2001 konsernissa käynnistettiin Bioenergiaohjelma, jonka tarkoituksena on saada tuontipolttoaineiden hankinta putoamaan 70 %:sta 3 %:iin ja turpeen osuus on tarkoitus puolittaa vuoden 2020 tasosta vuoteen 2025 mennessä ja pudottaa alle 10 % vuoteen 2030 mennessä. (Savon Voima Oyj 2020.)

Kuvasta 3 voidaan todeta, että vuonna 2019 on myyty 622 GWh kaukolämpöä ja sen alkuperästä 52 % on lämmön erillistuotannosta, 30 % sähkön ja lämmön yhteistuotannosta ja 18 % lämmön talteenotosta ja teollisuuden ylijäämästä. Energian lähteistä uusiutuvien osuus on 59 %, puuperäisten polttoaineiden osuus on 49 %, turpeen osuus on 38 %, teollisuuden ylijäämästä ja hankitusta erillislämmöstä 9 % ja polttoöljyn sekä kaasun osuus on 4 %. Toteutunut lämmön ja höyryn myynti vuonna 2019 oli 622 GWh. Polttoaineita ja ostolämpöä kulutettiin yhteensä 857 GWh, jossa mukana ovat sähköntuotannon ja erilliskohteiden, kuten höyry ja lähilämpö, polttoaineet (Kuva 3). Kaukolämmön tuotannossa kotimaisten polttoaineiden ja lämmön oston osuus oli 97,8 %. (Savon Voima Oyj 2020.)



KUVA 3. Kaukolämmön alkuperä, tuotetun sähkön jakauma ja energialähteet vuonna 2019 (Savon Voima Oyj 2020)

Vuonna 2019 rakennettiin 26 uutta liittymää, jolloin asiakkaita kokonaisuudessaan oli 3023. Uutta kaukolämpöverkostoa rakennettiin 8870 metriä ja vanhoja putkilinjoja korjattiin 1630 metriä. Kuvasta 1 nähdään, että sähköä tuotetaan 11 vesivoimalaitoksessa sekä sähköä ja lämpöä yhteistuotantona CHP-laitoksissa Iisalmen, Pieksämäen ja Joensuun voimalaitoksissa. Konserni osti Joroisten energian koko liiketoiminnan vuoden 2015 alusta, jolloin Savon Voiman omistukseen siirtyi kaksi vesivoimalaitosta, Liuna ja Maavesi. Lisäksi konserni laajensi kaukolämmön liiketoimintaansa ostamalla Joensuun kaukolämpö- ja sähköntuotantoliiketoiminnan Fortumilta 10.1.2020 asiakassopimuksineen. (Savon Voima Oyj 2020.)

2.2 Palvelukeskus

Savon Voima ja Kuopion energia sopivat yhteisestä palvelukeskuksesta ja sen toiminta käynnistyi 1.1.2020. Palvelukeskukseen kuuluvat molempien yhtiöiden asiakaspalvelu ja laskutuksen henkilöstö sekä kehitysresursseja molemmista yhtiöistä (Savon Voima Oyj 2019). Palvelukeskus on jaettu asiakaspalveluun, tekniseen kuluttaja-asiakaspalveluun ja tekniseen yritysasiakaspalveluun. Toimintaa on tarkoitus kehittää ja laajentaa tuottamaan palveluja yritysasiakkaille ja konsernin sisäisille asiakkaille kuten Savon Voima Oyj:lle ja kaukolämpöliiketoiminnoille.

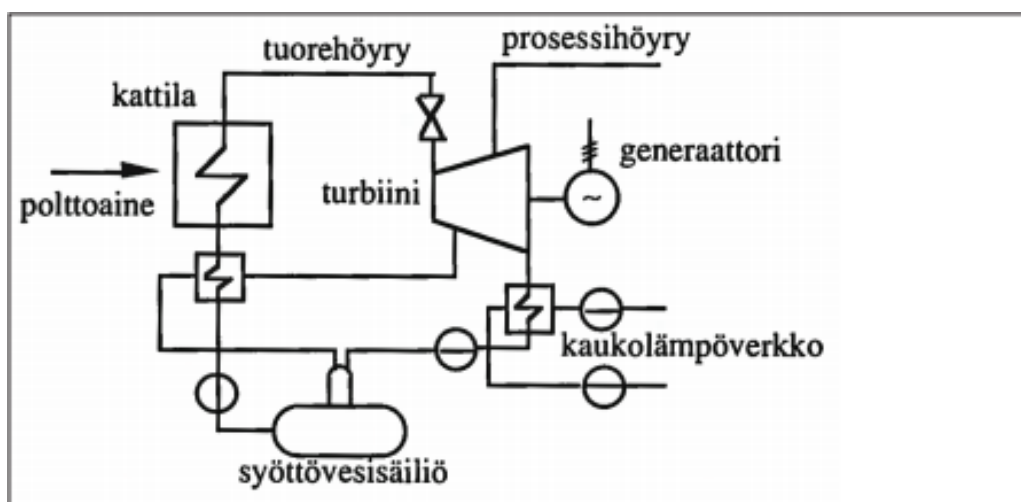
3 KAUKOLÄMPÖ

Kaukolämpö on Suomen yleisin lämmitysmuoto. Kaikista lämmitysmuodoista kaukolämmityksen osuus on suurin 46 % osuudellaan. Kaukolämpöä tuotetaan mm. yhteistuotantolaitoksissa (CHP) ja erillislämpölaitoksissa. (Motiva 2019). Kaukolämpöverkostoa on yli 15 000 km ja verkoissa siirretään tuotantolaitoksilta tuotettu lämpöenergia asiakkaille suljetussa 2-putkisessa (veden meno- ja paluuputki) verkostossa. Menoputkessa 65 °C -115 °C asteisena kiertävä kaukolämpövesi luovuttaa lämpöä asiakkaille lämmönsiirtimien kautta ja palaa jäähtyneenä 40 °C - 60 °C asteisena paluuputkessa. Meno – ja paluuv veden ero, eli jäähtymä on noin 50 °C astetta. (Energiateollisuus 2021.)

3.1 Kaukolämmön tuotanto

Kaukolämpöä tuottavat laitokset voidaan jakaa karkeasti kahteen pääryhmään, jotka ovat CHP-laitokset ja lämpökeskukset. Kaukolämpöä ja sähköä tuotetaan yhteistuotantolaitoksissa (CHP). Ne ovat vastapainevoimalaitoksia, joissa turbiinin ulostulosta saatavalla vastapainehöyryllä lämmitetään kaukolämpövedettä. (Koskelainen, Saarela & Sipilä 2006, 298.)

Vastapainevoimalaitoksen ensisijainen tuote on lämpö, joten laitoksen tuotantoteho mitoitetaan lämpökuorman mukaisesti. Kuvassa 4 esitetään, kuinka sähköntuotantoon turbiinin läpi kulkeva höyryvirta menee myös kaukolämmön siirtimiin, joten kummankin tehot riippuvat samasta energiavirrasta. (Koskelainen ym. 2006, 298.)



KUVA 4. Yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto (Laurila & Lauhanen 2011,12)

3.2 Kaukolämmön siirto

Suomessa lämmön siirtoon käytetään kaksiputkijärjestelmää, joka toimii korkeintaan 120 °C lämpötilalla. Korkeampien lämpötilojen käyttö lisää meno- ja paluulämpötilojen eroa suurentaen siirtokapasiteettia ja pienentäen pumppauskustannuksia (Koskelainen ym. 2006, 137). Kaukolämpölaitoksesta lähtevä kuuma vesi pumpataan kaukolämmön menoputkea pitkin asiakkaalle. Asiakkaan lämmönjakokeskuksen lämmönsiirtimissä lämpöenergia siirtyy rakennuksen lämpimän käyttöveden lämmitykseen ja lämmitysjärjestelmiin, esimerkiksi patteriverkostoon. Asiakkaalta jäähtynyt paluuvesi johde-

taan kaukolämmön paluuputkessa takaisin tuotantolaitokselle uudelleen lämmitettäväksi. (Pohjolainen 2021). Savon Voiman sopimusehtojen mukaan asiakkaan tulee jäähdyttää kaukolämpöveden vähintään 25 °C ja paluu lämpötila ei saa olla yli 65 °C (Savon Voima Oyj 2016).

Pitkässä lämpöverkossa asiakkaiden paine-eroa säädetään välipumppaamojen avulla. Välipumppaamon tärkein kriteeri rakentamisessa on epäedullisimman asiakkaan paine-eron putoaminen alle luvutun arvon. Lämpöverkossa asiakkaiden paine-eroa säädetään luvatussa minimi arvossa tai vähän sen yläpuolella. Lämmönsiirrasemia käytetään, jos halutaan pitää erillään lämmöntuotantolaitoksissa ja lämmönvarastoinnissa eri lämpötila- tai painetasot. Lämmönsiirrasemia rakennetaan eri osien välille myös silloin, kun vesivirrat ovat suuria tai etäisyydet ovat pitkiä. Mikäli maastollisten epätasaisuuksien vuoksi on perustettu välipumppaamo, rakennetaan sen rinnalle usein lämmönsiirrasema. (Koskelainen ym. 2006, 175 -176.)

3.3 Kaukolämmitysjärjestelmä

Kaukolämmitysjärjestelmä koostuu kolmesta pääosasta. Siihen kuuluvat lämmöntuotantolaitokset, kaukolämpöverkko ja kaukolämmön asiakaslaitteet. (Mäkelä ja Tuunanen 2015, 16).



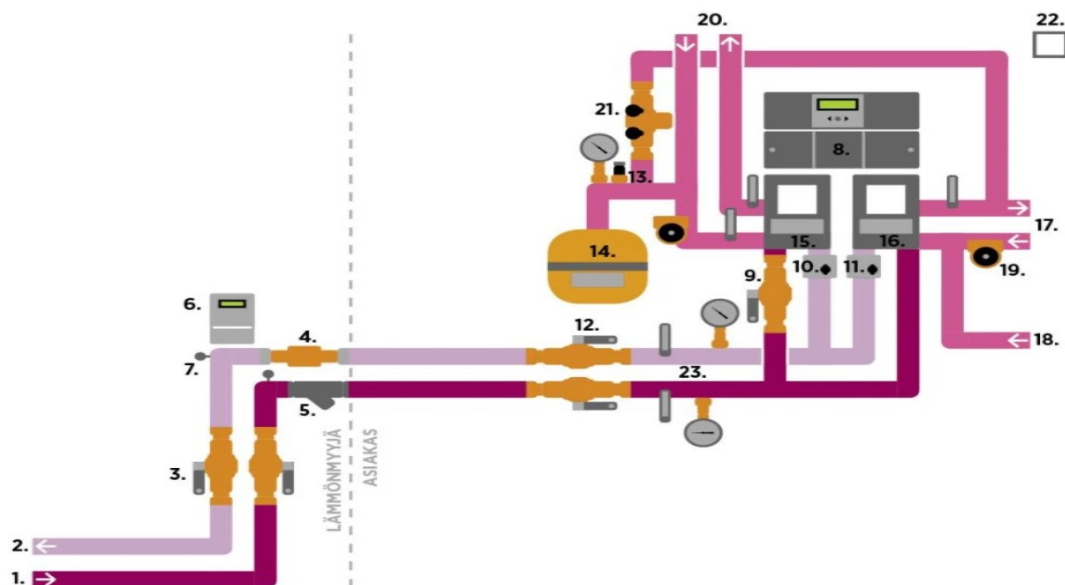
KUVA 5. Kaukolämpöjärjestelmän pääosat (Mäkelä & Tuunanen 2015, 16)

Kuvassa 5 on esitelty kaukolämpöjärjestelmän pääosat, jotka ovat (Mäkelä & Tuunanen 2015, 16):

1. Kaukolämmön tuotantolaitos
2. Kaukolämmön jakeluverkosto
3. Kaukolämmön asiakaslaitteet (4 ja 5)
4. Kaukolämmön mittauskeskus
5. Lämmönjakokeskus

3.3.1 Kaukolämmön asiakslaitteet

Kuvassa 6 on kaukolämpöjärjestelmän asiakslaitteet, joita ovat mittauskeskus ja lämmönjakokeskus. Kaukolämmön liittymisjohto päättyy mittauskeskukseen ennen asiakkaan omia pääsulkuventtiileitä.



KUVA 6. Lämmönjakokeskus (Helen Oy 2020)

Kaukolämmön myyjän laitteita ovat (Helen Oy 2020):

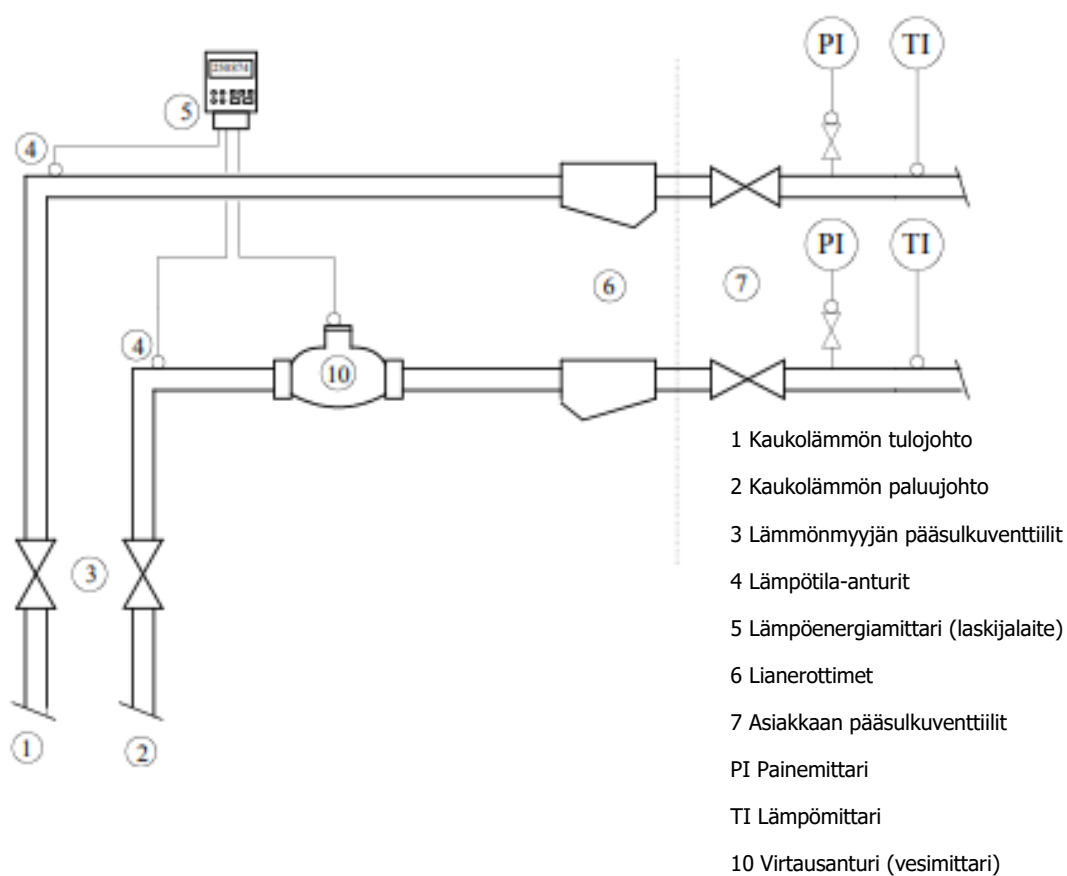
1. Kaukolämmön menoputki
2. Kaukolämmön paluuputki
3. Lämmönmyyjän pääsulkuventtiilit
4. Virtausanturi
5. Lianerotin
6. Lämpömäärän laskin
7. Kaukolämmön lämpötila-anturit

Asiakkaan kaukolämpölaitteita ovat (Helen Oy 2020):

8. Säätokekeskus
9. Kesäsulku
10. Lämmityksen säätöventtiili
11. Käyttöveden säätöventtiili
12. Asiakkaan pääsulkuventtiilit
13. Varoventtiili
14. Paisunta-astia
15. Lämmityksen lämmönsiirrin
16. Käyttöveden lämmönsiirrin
17. Lämmin käyttövesi
18. Kylmä vesi
19. Pumppu
20. Lämmitysverkko
21. Täyttöventtiili
22. Ulkolämpötila-anturi
23. Paine- ja lämpötilamittari

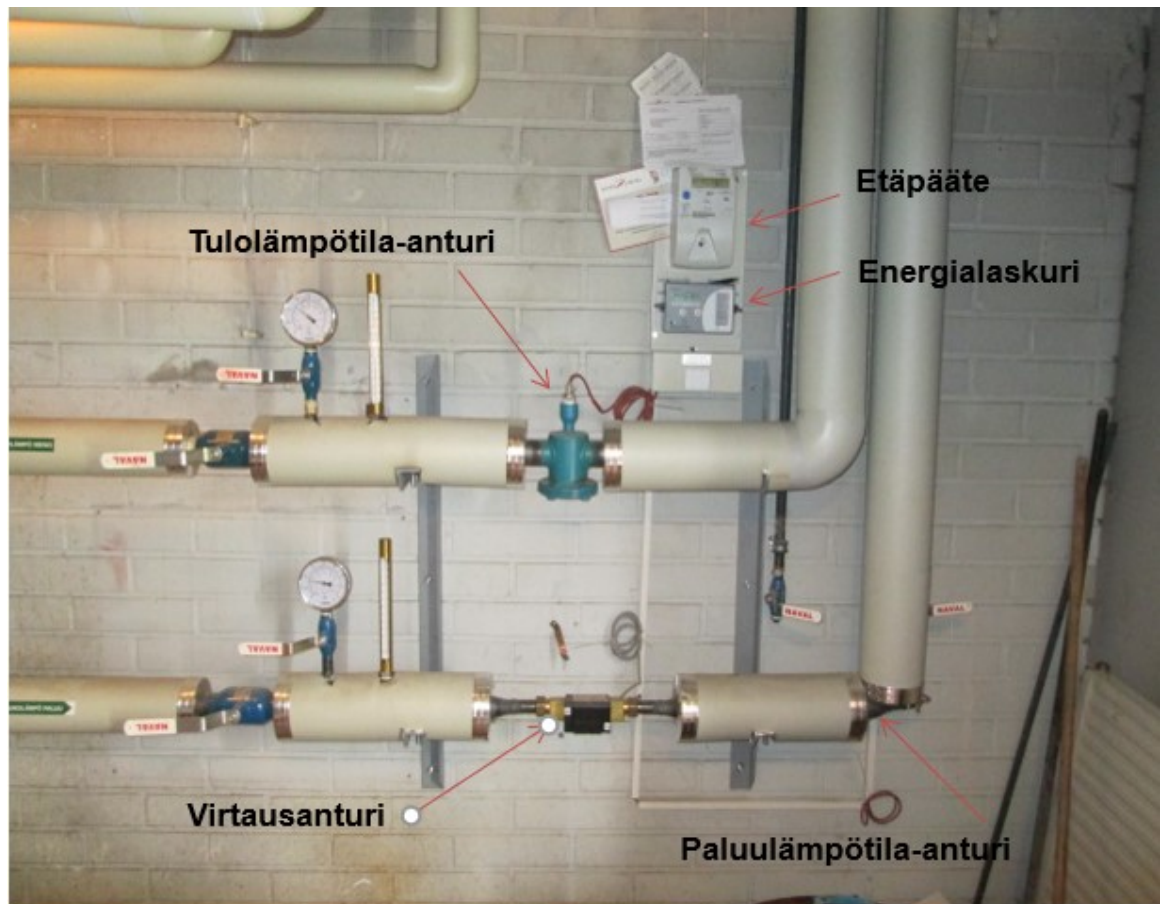
3.3.2 Mittauskeskus

Mittauskeskuksessa ovat kiinteistön sisällä olevat lämmönmyyjän laitteet, joilla asiakas kytketään verkkoon, mitataan asiakkaan kaukolämpöenergia ja vesivirta. Lämmönmyyjän pääsulkuventtiilit kuuluvat mittauskeskukseen. Lämmönmyyjä asentaa mittauskeskuksen sellaiseen kohtaan kiinteistössä, joka liittymisjohdon kannalta edullisin. Mittauskeskuksen paikka ja tilantarve on sovittava yhdessä lämmönmyyjän kanssa jo suunnittelun alkumetreillä. (Koskelainen ym. 2006, 123). Kuvassa 7 on mittauskeskuksen periaatepiirros, josta nähdään keskuksen pääosat sekä katkoviivalla merkattu asiakkaan ja lämmönmyyjän välinen vastuuraja.



KUVA 7. Mittauskeskuskaavio (Mäkelä & Tuunanen 2015, 109)

Kuvasta 8 nähdään, että tulolämpötila - ja virtausanturit ovat sijoitettuna meno- sekä paluuputkien suoralle osuudelle tietyn etäisyyden päähän kulmaliitoksesta. Paluulämpötila-anturi voidaan sijoittaa kulmaliitoksen kohtaan. Kaikista antureista on viennit energialaskurille ja etäpääteelle. Asiakkaan pääsulkuventtiilit ovat molemmissa putkissa ennen paine – ja lämpötilamittausta.



KUVA 8. Mittauskeskus (Pohjolainen 2021)

4 KAUKOLÄMMÖN ENERGIAMITTAUS

Lämpöenergian mittaus poikkeaa muista rakennuksen mittauksista ja pelkästään kaukolämmityksen toimintaperiaate asettaa erilaiset vaatimukset mittaukselle. Kaukolämmössä kiertävä vesi kiertää asiakkaan lämmönsiirtimien läpi luovuttaen lämpöenergiaa kiinteistöön. Lämpöenergian määrään vaikuttaa lämpötilaero ja virtaus. Lämpötilaa mitataan lämpötila-antureilla veden meno- ja paluuputkissa ja virtausta ultraäänivirtausanturilla. Lämpöenergian kulutus lasketaan mitatuista arvoista laskilaitteessa, jonka tulos on energia megawattitunteina, MWh. (Düne 2011, 11.)

Lämpöenergian luotettavaan mittaukseen perustuva laskutus on edellytys asiakkaiden tasapuoliselle kohtelulle. Mittauksen suunnittelun ja mittalaitteiden valinnan on perustuttava todelliseen tehontarpeeseen ja valmistajan ohjeisiin. Lämpöenergiamittareiden on oltava säädösten mukaisia ja niiden on oltava tyyppihyväksytyjä. Lämmönmyyjän on varmistettava mittauslaatu. Tämä edellyttää kulutuksen seurantajärjestelmää, jolla havaitaan poikkeamat normaalista lämmönkäytöstä ja mahdollistetaan nopea reagointi poikkeamiin. (Koskelainen ym. 2006, 113.)

Kaukolämmön mittausta ohjaa mittauslainsäädäntö. Suomessa kaukolämpöenergian mittauslaitteet omistaa lämmönmyyjä. Laskutusta varten luenta- ja tiedon tallennusväli voi olla kuukausi. Tunnin välein kerättyä mittautustietoa voidaan käyttää erilaisiin palveluihin (Mäkelä & Tuunanen 2015, 107). Kaikkia mittareita koskee mittauslaitelaki 707/2011, jolla halutaan varmistaa laitteiden toiminta sekä mittausmenetelmien ja mittautulosten luotettavuus. (Mittauslaitelaki 707/2011, 1 luku, 1 §)

Vastuun mittalaitteen toiminnasta määrittelee Mittauslaitelaki 707/2011 13 §, seuraavasti:

Toiminnanharjoittaja vastaa siitä, että käytössä oleva mittauslaite soveltuu käyttötarkoitukseen ja -ympäristöön, toimii jatkuvasti luotettavasti ja sen käyttö täyttää tämän lain vaatimukset. Toiminnanharjoittaja vastaa myös siitä, että mittalaitteen luotettavuus varmennetaan säädetyinä määräaikoina ja tarvittaessa.

Tarkempia säännöksiä mittauslaitteen varmentamisen määräajoista voidaan antaa valtioneuvoksen asetuksella.

Asiakkaan kuluttaman lämpöenergian mittaamiseen tarvitaan mittari, joka mittaa kaukolämpöveden virtauksen sekä lämpötilat meno- ja paluuputkissa. Lämpöenergia saadaan mitattavasta prosessista mitattua integroimalla hetkellinen meno- ja paluupuolen lämpövirtojen ero ajan funktiona. Kulutettu kaukolämmön määrä selvitetään laskemalla lämpövirta (Φ) menoputkessa ennen asiakasta kaavasta 1 sekä paluuputkessa asiakkaan jälkeen kaavasta 2. (Koskelainen ym. 2006, 113.)

Lämpövirta ennen asiakasta

$$\Phi_m = c_m * m_m * T_m \quad (1)$$

Lämpövirta asiakkaan jälkeen

$$\Phi_p = c_p * m_p * T_p \quad (2)$$

joissa

c = kaukolämpöveden ominaislämpökapasiteetti vakiopaineessa (4,2 kJ/kg, °C)

m = veden massavirta (kg/s)

T = veden lämpötila (°C)

Alaindeksit m ja p osoittavat meno- ja paluupuolen kyseistä arvoa.

Kaukolämpöenergian mittaukseen tarvitaan kolme erillistä mittausta ja näiden tulosten laskennallinen yhdistäminen. Energia määrää mitattaessa tarvitaan kaukolämpöveden määrä sekä meno- ja paluuveden lämpötilat. Näiden perusteella saadaan energian määrä laskettua yhtälöllä 3. Laskenta suoritetaan lämpömäärälaskimessa. (Koskelainen ym. 2006, 113.)

$$Q = \int_{t_0}^{t_1} q_m \Delta T dt \quad (3)$$

jossa

Q = siirtynyt lämpöenergian määrä (kW)

dt = veden ominaislämpökapasiteetti (4,2 kJ/kg, °C)

q_m = virtausanturin läpi virrannut veden massavirta (kg/s)

ΔT = veden lämpötilaero kaukolämmön tulo- ja paluuputkessa (°C)

t_1 = ajan alkuhetki

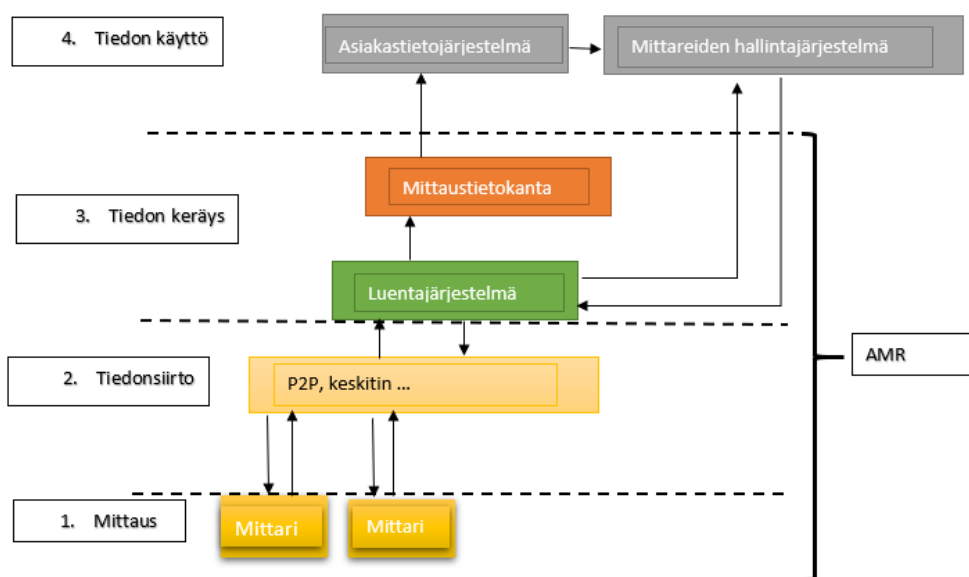
t_0 = ajan loppuhetki

Virtausanturi ilmoittaa vedenmassavirran q_m ja lämpötila-antureista saadaan lämpötilaero ΔT . Laskinlaite kertoo molemmat arvot vedenominaislämpökapasiteetilla dt ja kuluneilla tunneilla, josta saadaan siirtyneen lämpöenergian määrä Q .

4.1 Etäluenta

Lämmön myyjä omistaa kaukolämpöenergian mittauslaitteet, niissä olevan tiedon ja vastaa laitteiden oikeasta toiminnasta. Perusteita automaattiselle mittarinluennalle ovat manuaalisen luennan poistuminen ja yksityiskohtaisempi mittausdatan kerääminen kiinteistön energiankäytöstä. (Energiateollisuus ry 2008). Savon Voima Oyj:n lämmöntoimitusalueella kaikki mittarit ovat etälennassa. Etäluenta korostaa lämmöntoimittajan vastuuta seurata mittausdataa ja siitä tulkittavia lämpötila- ja virtaustietoja, jotta mahdolliset viat huomataan joko mittalaitteissa tai asiakkaan laitteissa mahdollisimman nopeasti. Aikaisemmin mittarit luettiin paikan päällä, jolloin voitiin samalla tarkistaa asiakaslaitteiden tila ja mahdolliset vuodot. Pienetkin vuodot voivat aiheuttaa mittavat taloudelliset vahingot asiakkaalle. (Piispanen 2010, 5.)

Kuvassa 9 on esitetty etäluennan eri kerrokset. Etäluenta voidaan jakaa toiminnallisiin kerroksiin, joista alin on mittauskerros. Se sisältää kaikki mittarissa tapahtuvat toiminnot, kuten kulutus- ja laatuureiden mittauksen, paikalliset I/O- liitännät ja asiakasnäytön. Tiedonsiirto-kerros voidaan ajatella putkeksi ensimmäisen ja toisen kerroksen välillä. Putken tarkoitus on välittää viestejä näiden kerrosten välillä. Tiedonsiirtoyhteys koostuu kuitenkin useasta eri kerroksesta ja tekniikasta. Tähän kerrokseen kuuluvat luentajärjestelmä ja mittaustietokanta, jonne mittareiden lukemat tallennetaan. Kolme ensimmäistä kerrosta muodostavat AMR-järjestelmän, jonka päällä neljäs kerros toimii. Tiedonkäyttökeskus taas koostuu energiayhtiön muista järjestelmistä, joissa mittaustiedon hyödyntäminen tapahtuu. (Piispanen 2010, 6.)



KUVA 9. AMR-järjestelmän toiminnalliset osat (mukaillen Piispanen 2010, 6)

Käytännössä etäluenta tapahtuu lämpömäärälaskimessa olevalla tietoliikennemuodulilla, joka kommunikoi etäluentajärjestelmän kanssa. Savon Voima Oyj:ssä mittarin luennasta ja tiedon siirrosta tietokantaan vastaa ulkopuolinen palvelun toimittaja. Lämpömäärälaskimen tietoja voivat hyödyntää sekä asiakas että lämmöntoimittaja. Sähköisen tiedonsiirron tarjoamia mahdollisuuksia lämmöntoimittajalle ovat etäluenta laskutusta varten, tariffiohjaus, hälytysten vastaanotto, kulutuskäyttötymisen selvitys ja tehon mittaus. Asiakas voi hyödyntää tiedonsiirtoa tehon ja energiankäytön optimointiin sekä kulutuksen seurantaan. (Pöyry 2017, 80.)

4.2 Etäluentajärjestelmät

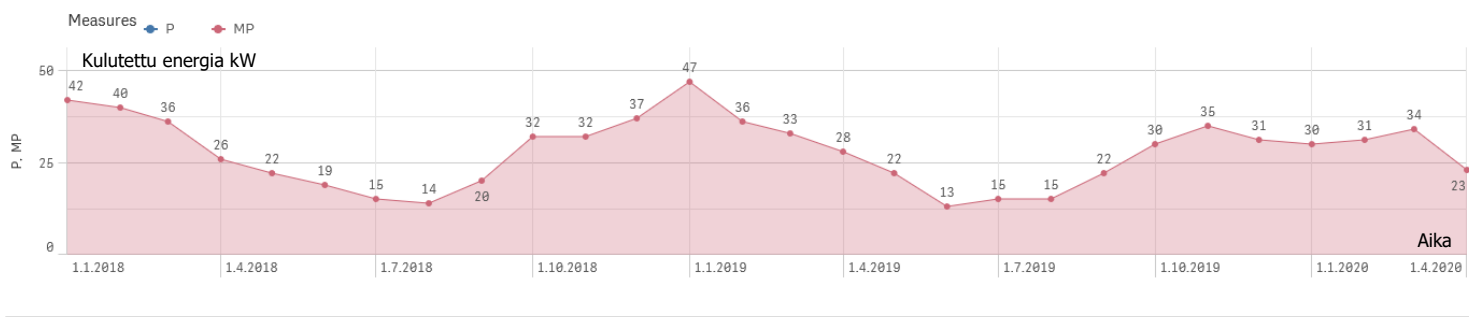
Etäluettavien energiamittareiden myötä mittaustietojen kerääminen on automatisoitunut. Mittaustietojärjestelmään kuuluvat mittaustietokanta, tietojen hallintajärjestelmät sekä rajapinnat ja tietoliikenneyhteydet toisiin järjestelmiin. Tärkeimmät yhteydet ovat energiamittauksen luentajärjestelmien ja asiakastietojärjestelmien liittynät. (Piispanen 2010, 5.)

Mittariprotokollat ovat tavallisesti valmistajakohtaisia ja suljettuja, jonka vuoksi joudutaan käyttämään rinnakkaisia mittarinlukujärjestelmiä ja keräämään näistä tiedot yhteen yhteiseen mittaustietokantaan. (Piispanen 2010, 58-59). Savon Voimalla on käytössä EnerimEDM, joka on ulkopuolisen palveluntoimittajan hallinnoima mittaustietokanta, jonne mittausdata kerätään mittarinlukujärjestelmästä.

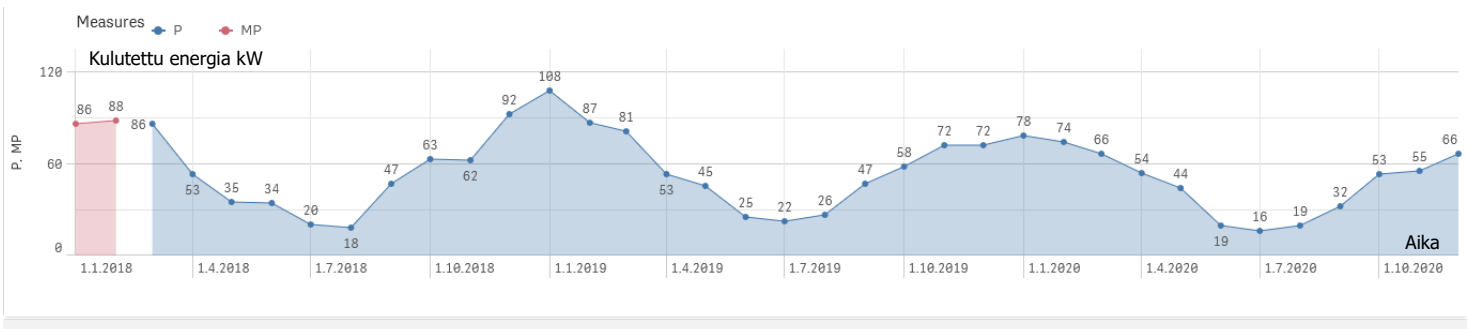
Savon Voimalla kaukolämmön mittalaitteiden luetaan käytetään kolmea eri luentajärjestelmää mittalaitteikannan moninaisuuden vuoksi. Nämä kaikki ovat GPRS (General Packet Radio Service) luennassa, joka tarkoittaa matkaviestintäverkon pakettikytkentäistä tiedonsiirtoa. Kamstrup MULTICAL® 602 ja sitä vanhemmat laitteet, kuten Kamstrup MULTICAL® 66, luetaan Vision Air – järjestelmällä tai Vantage- järjestelmällä, jolla luetaan kaikki ne laitteet, joissa on luentapäätteenä Itron 1 – v sähkömittari. 1 – v sähkömittaria käytetään etälukupäätteenä kaukolämpökohteissa Savon alueella. Kamstrup MULTICAL® 603 laitteet luetaan Kamstrup READy- järjestelmällä. Vision Air on ulkopuolisen mittauspalvelun toimittajan oma järjestelmä ja heillä on käyttölisenssi laitetoimittajan Vantage järjestelmään. (Riihelä 2021.)

Osa Joensuun mittareista on vielä radioluennassa (MP), jolloin mittalaite rekisteröi muistiin joka vuorokaudelle kolmen tehoiltaan suurimman tunnin keskitehon (kuva 9). Loput mittareista on kerran tunnissa luettavia (P), jolloin mittarilta saadaan kerran tunnissa kaikki mitattavat suureet. GPRS luennassa olevista mittalaitteista saadaan joka tunnille keskiteho. Molempien alueiden tuntitehotiedot käsitellään raportointityökalun avulla. Joensuun alueella tuntitehotiedot käsitellään useammin johdettua mm. laajemmasta tuotevalikoimasta kyseisen tuotteen palvelukuvauksen mukaisesti.

Kuvissa 10 ja 11 on esimerkit eri kohteiden tehokäyristä, jotka on tehty raportointityökalulla. Käyristä voidaan tarkastaa huipputehot valitulta ajanjaksolta. Käyrissä on ilmoitettu kulutettu energia (kW) aikayksikköä kohden.



KUVA 10. Radioluennassa olevan kohteen tehokäyrä raportointikannasta (Nyrhilä 2021)



KUVA 11. GPRS luennassa olevan kohteen tehokäyrä raportointikannasta (Nyrhilä 2021)

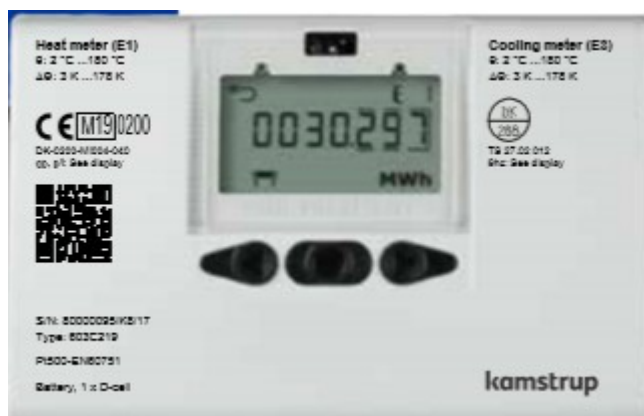
4.3 Lämpöenergiamittari

Lämpöenergiamittari mittaa lämpöenergiaa, jota lämmönsiirto- ja virtausmittauksissa virtaava lämmönsiirtoneste luovuttaa. Lämpöenergiamittaukseen kuuluvat aina lämpöenergiamittari, virtausanturi ja lämpötila-anturit. Etäluenta varten tarvitaan modeemi tai erillinen etäluentapäätte sekä tiedon siirtoyhteys. Laitteet voivat olla myös osittain integroituna keskenään. Lämpöenergiamittari mitoitetaan rakennuksen lämmityksen ja ilmanvaihdon tehontarpeen edellyttämän tilavuusvirran perusteella. (Energiateollisuus 2007, 9.)

Savon Voiman kaukolämmön toimitusalueella on käytössä Kamstrup MULTICAL® 601, 602, 603 ja 801 mittareita. Jonkin verran on vielä käytössä vanhempaa Kamstrup MULTICAL® 66 mittaria. Kaikki mittarityypit ovat etäluettavissa ja täyttävät mittauslaitedirektiivin (MID) 2014/32/EU ja EN 1434:2015 vaatimukset. Nykyään asennetaan vain 3. sukupolven MULTICAL® 603 mittareita (Kuva 12), joka vaihdetaan normaalin kausivaihdon yhteydessä tai rikkoutuneen mittarin tilalle. (Riihelä 2021).

4.3.1 Kamstrup MULTICAL 603®

Kyseinen mittari (kuva 12) toimii paristoilla, mutta etäluenta varten se tarvitsee myös sähkösyötön. Mittarissa on kaksi moduulipaikkaa tiedonsiirtokortteille. Tiedonsiirto tapahtuu Wireless M-Bus, M-Bus, BACNet, Modbus, LonWorks tai analog output tai analog input avulla. Dataloggeri on ohjelmoitavissa 1 minuutista 1 vuoteen. (Kamstrup 2019). Dataloggeri kerää dataa mittauksista, josta ne luetaan palvelimelle etäluentaohjelman kautta.



KUVA 12. Kamstrup MULTICAL 603 laskijalaite (Kamstrup 2019)

Mittarista saatavat tuntitiedot mitattavista suureista ovat:

- 01 = energiamäärä, kiinteistön käyttämä kaukolämpöenergia, kumulatiivinen lukema MWh
- 02 = tilavuusvirtaus lukema, siirtimien läpi virrannut kaukolämpövesi, kumulatiivinen lukema m³
- PM = teho, aikasarja, luentahetken kaukolämpöteho kiinteistölle kW
- T1 = veden menolämpötila kiinteistöön °C
- T2 = veden paluulämpötila kiinteistöstä °C

Mittarista saatavat tuntitiedot laskettavista suureista ovat:

P = teho, W

Q = tilavuusvesivirta, aikasarja, kahden lukeman erotus kaukolämpöveden määrä, m^3

TD = vedenlämpötila ΔT , kaukolämmön tulo- ja paluuveden lämpötilojen erotus l. jäähtymä, $^{\circ}C$
(Pohjolainen 2021.)

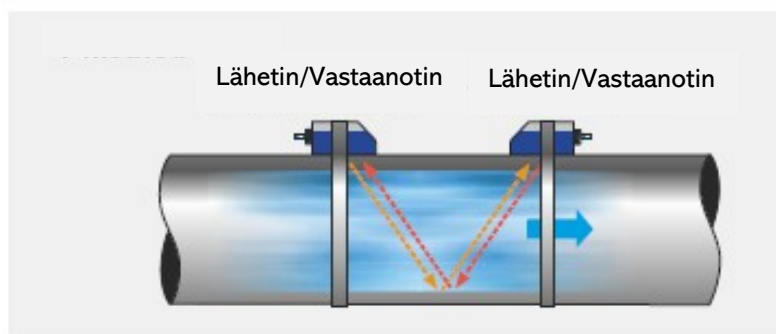
4.3.2 Lämpömäärän laskin

Lämpömäärän laskin on energianmittarin osa, joka ottaa vastaan virtaus- ja lämpötila-antureiden lähettämät viestit ja laskee sekä osoittaa lähetettyjen tietojen perusteella lämpöenergian määrät. Lämpömäärän laskin huomioi automaattisesti lämpötilaa vastaavan veden tiheyden ja paineen. Lämpömäärälaskimen on näytettävä vähintään lämpömäärä (MWh), vesimäärä (m^3) ja hetkellinen jäähtymys ($^{\circ}C$). Lisäksi laskimesta voidaan katsoa meno- ja paluuveden lämpötilat ($^{\circ}C$), hetkellinen teho (kW), hetkellinen virtaus (m^3/h), suurin esiintynyt teho ja virtaus sekä virheilmoitukset. (Koskelainen ym. 2006, 116.)

4.3.3 Virtausanturi

Virtausanturi on lämpöenergiamittarin osa, joka mittaa kaukolämpöveden virtauksen tulo- tai paluuputkessa. Virtausanturi lähettää signaalin, joka voi olla tilavuuden, massan tai tilavuusvirran tai massavirran funktio. Nykyään käytetään ultraäänivirtausantureita, jonka toiminta perustuu aineen aiheuttaman äänisignaalin etenemisnopeuden muuttumiseen lähetys- ja vastaanottopisteiden välillä. Ultraääniantureilla lähetetyn ja vastaanotetun signaalin etenemisnopeus riippuu veden virtausnopeudesta ja suunnasta. Veden virtausnopeus on suoraan verrannollinen kulku-aikaeroon, joka mitataan. (Koskelainen ym. 2006, 119.)

Kuvasta 13 voidaan todeta, miten virtaus mitataan kaksisuuntaisen ultraäänitekniikan avulla, jossa anturin kaksi ultraäänilähetintä lähettävät äänisignaalin virtaussuuntaan ja sitä vastaan. Virtaussuuntaan menevä ultraäänisignaali saavuttaa vastakkaisen lähettimen ensimmäisenä ja näiden kahden signaalin välinen aikaero muutetaan virtausnopeudeksi, josta voidaan laskea tilavuusvirta. (Kamstrup 2018.)



KUVA 13. Ultraäänivirtausmittauksen toimintaperiaate (mukaillen Labkotec 2021)

4.3.4 Lämpötila-anturi

Kampstrup energiamittaripakettiin kuuluvat meno- ja paluulämpötilojen mittaamiseen käytetyt lämpötila-anturit ovat yhteensovitettu pari, joita ei saa koskaan erottaa. Anturit vaihdetaan aina pareittain. Lämpötila-antureilla mitataan kaukolämmön meno- ja paluuveden lämpötilat. (Kamstrup 2019.)

4.4 Mittauslaitteiston asennus, kunnossapito, vika- ja kausivaihdot Savon Voimalla

Savon Voimalla Savon alueen uusiin kohteisiin kaukolämpömittalaitteen valinta perustuu liittymisvaiheessa tehtävään sopimukseen asiakkaan kanssa, jolloin määritellään asennettavan mittarin koko m³. Uusasennuksesta tulee tieto palvelukeskuksen sähköpostiin, josta palvelukeskuksen mittausasioista vastaava välittää tiedon ulkopuoliselle palveluntoimittajalle palvelupyynnöllä (tiketti). Palveluntoimittaja tekee tämän jälkeen asennuspyynnön kyseiselle alueelle Savon Voimalla kaukolämmön työnohjausjärjestelmä WiseMasteriin. Asennuspyyntöön liitetään mittarikortti (Liite 1), johon mittarointityön tehnyt asentaja kirjaa asennetun mittarin tiedot ja tallentaa täydennetyn mittarikortin takaisin WiseMasteriin. Kun asentaja on saanut työn valmiiksi, saa palveluntoimittaja viestin, jonka perusteella hakee täytetyn mittarikortin WiseMasterista ja tekee järjestelmien päivitykset sen perusteella. (Riihelä 2021.)

Kaukolämpölaitteiden ylläpidossa (vialliset laitteet) ja poistoissa (liittymän purku) kaukolämpöyhtiön edustaja tilaa vaihtotyön palvelukeskukselta, joka tekee palvelupyynnön ulkopuoliselle palveluntoimittajalle. Tämän jälkeen prosessi etenee samoin kuin uuden mittalaitteen asennuksessa. Ainoastaan täydennettävä mittarikortti (Liite 2) on poikkeava, koska siihen on merkattava tehdyt toimenpiteet ja vian määrittäminen. Joensuun alueella uuden mittalaitteen valinta suoritetaan samalla tavalla kuin Savon alueella. Sopimus tehdään asiakkaan kanssa, jolloin määritellään asennettavan mittalaitteen koko m³. Tämän jälkeen uusasennuksesta tulee tieto palvelukeskukseen, jolloin mittausasioista vastaava tekee palvelupyynnön ulkopuoliselle palveluntoimittajalle. Myös uusien mittalaitteiden asennukset sekä vaihtotyö – prosessit tehdään samoin kuin Savon alueella. (Riihelä 2021.)

Savon Voiman alueella ennalta suunnitelluista mittareiden vaihdoista ulkopuolinen palveluntoimittaja tekee kausivaihtolistat, joissa on mittarikortit (Liite 1) ja tallentaa täydennetyt listat Teamsiin kausivaihdolle varattuun kansioon. Mittausasioista vastaava tallentaa listan levyresurssille. Asentajilla on pääsy levyille, josta he katsovat listan ja tekevät vaihtoja omaan tahtiinsa. Asentaja kuittaa valmistuneet työt ja tallentaa täydennetyn listan ja täydennetyt mittarikortit samalle levyresurssille. Tästä tulee sähköpostiviesti sekä palvelukeskukseen että ulkopuoliselle palveluntoimittajalle. Kausivaihdosta ei tehdä erillistä työtilausta palveluntoimittajalle, vaan palvelukeskuksessa tehdään palveluntoimittajan oman järjestelmän kautta vaihtoilmoitus, joka sisältää mittarikortin. (Riihelä 2021.)

Savon Voiman sähkömittareiden vaihdot ja uusien mittareiden asennukset hoidetaan pääasiassa sähköisillä työmääräimillä, jolloin asennettujen mittareiden tiedot kulkevat automaattisesti työohjausjärjestelmästä palveluneuvojan käsittelyn kautta asiakastietojärjestelmään. Tällöin jää pois useita manuaalisia työvaiheita ja koko prosessi nopeutuu. Kaukolämpömittareiden vaihdoissa ei voida vielä käyttää sähköisiä työmääräimiä, mutta asiaa ollaan kuitenkin viemässä eteenpäin. (Riihelä 2021). Prosessia on hyvä käydä kokonaisuudessaan läpi ja tutkia automaattisesti liikkuvan tiedon mahdollisuutta eri järjestelmien välillä. Tämä vahvistaisi palvelukeskuksen roolia kaukolämmön mittarinvaihtoprosesseihin liittyvissä palveluissa esimerkiksi liittymän purkuun liittyvässä sopimus-käsittelyssä ja mahdollisesti myös uuden liittymän perustamisessa asiakastietojärjestelmään.

5 KAUKOLÄMPÖENERGIAN LASKUTUS

Tuotteen ja palveluiden laskutus perustuu lainsäädäntöön, jossa määritellään myydyin tuotteen määrän mittaamiseen liittyvät asiat. Kaukolämpöliiketoiminnalle ominaista on, että lämpö on aineeton tuote, jonka tuotanto ja kulutus tapahtuvat lähes yhtä aikaa. Kaukolämmön toimitus ja laskutus perustuvat lämpösopimukseen ja toimitusehtoihin. Laskulla on esitettävä mitatun energian määrä ja euromäärän lisäksi siitä on selvittävä laskutusperusteet, jotta asiakas voi tarkastaa laskun oikeellisuuden. Lisäksi laskulla on oltava nähtävillä energiansäästön kannalta oleellista tietoa (Liite 1 ja 2). (Mäkelä ja Tuunanen 2015, 124.)

5.1 Sopimustehon seuranta ja raportointi

Sopimusteho on asiakkaan käyttöön varattu suurin kaukolämpöteho. Sitä käytetään liittymissopimuksessa liittymismaksun määräytymisperusteena ja toimitussopimuksessa tehomaksun määräytymisperusteena. Sopimustehon mittayksikkö on kW. Tehomaksu on asiakkaalta laskutettava, sopimustehoon perustuva maksu, jolla katetaan lämmönhankinnan kiinteitä kustannuksia. (Savon Voima Oyj 2016).

Rakennuksen tehontarve ja -käyttö ovat tavallisia perusteita kaukolämmön liittymismaksulle ja käytön aikaiselle tehomaksulle. Liittymisvaiheessa lämpöteho perustuu esim. LVI-suunnittelijan laskelmiin. Rakennuksen lämmityslaitteet mitoitetetaan rakennusmääräysten mukaisesti. Tehontarve mitoitetetaan vastaamaan tehontarvetta mitoitusulkolämpötilassa (Taulukko 1). (Energiateollisuus 2014, 2-3). Savon Voiman lämmöntoimitusalueella käytetään vyöhykkeitä II ja III, jolloin mitoituslämpötilana käytetään -29 °C tai -32 °C (Taulukko 1). Käytön aikainen tehomaksu perustuu todellisiin tehoon ja käytön mittaustietoihin ja niiden perusteella tehtäviin laskelmiin. (Energiateollisuus 2014, 3.)

TAULUKKO 1. Mitoitusulkolämpötilat säävyöhykkeittäin (Energiateollisuus 2014, 3)

Mitoittavat ja keskimääräiset ulkoilman lämpötilat eri säävyöhykkeillä		
Säävyöhyke	Mitoittava ulkoilman lämpötila	Vuoden keskimääräinen ulkoilman lämpötila
I	-26 °C	$5,3\text{ °C}$
II	-29 °C	$4,6\text{ °C}$
III	-32 °C	$3,2\text{ °C}$
IV	-38 °C	$-0,4\text{ °C}$



KUVA 14. Säävyöhykekartta (D3 Srmk 2/11 2011, Liite 2)

Kuvassa 14 on esitetty säävyöhykekartta, joka pohjautuu eri säähavaintoasemien mittauksiin vuosilta 1980 -2009. Lämmitystehon tarve lasketaan rakennuksen maantieteellisen sijainnin mukaisella säävyöhykkeellä. (D3 Srmk 2/11 2011, Liite 2.)

5.2 Kaukolämpöliittymän sopimusteho

Liittymän sopimustehon määräytymisperuste on tuntikohtainen tehontarve mitoitussulkolämpötilasta. Tehontarve mitoitetaan vastaamaan paikkakunnan mitoitussulkolämpötilaa. Lämmitysteho vaihtelee paljon hitaammin käyttöveden kuormitusmuutoksiin verrattuna, joten sopimusteho vastaa lähinnä lämmityksen tehotarvetta. Tavallisesti kaukolämpöjärjestelmän mitoituserusteena on siis tuntinen keskiarvo. Kaukolämpöyrittäjä saa yleensä tarvittavat tehotiedot asiakkaan LVI-suunnittelijalta kaukolämpösuunnitelmista tai ne arvioidaan kiinteistön koon, käyttötarkoituksen, sisälämpötilan tms. tietojen perusteella. (Energiateollisuus 2014, 4-5.)

Mittauksiin perustuvia sopimustehon tarkastusmenetelmiä ovat (Energiateollisuus 2014, 4):

- Tuntiluentatietoihin perustuvat menetelmät
- Mittarin huippuarvoihin perustuvat menetelmät
- Erillisiin mittalaitteisiin perustuvat menetelmät
- Laskutusmittaukseen perustuvat menetelmät

5.3 Sopimusvesivirta

Sopimusvesivirta saadaan laskemalla yhteen lämmityksen, ilmanvaihdon ja käyttöveden tuntista lämmitystehoa vastaavat vesivirrat. Lämmitystehoja vastaavat kaukolämpövesivirrat lasketaan sen ulkolämpötilan mukaan, jossa tehon tarve on suurin. (Energiateollisuus 2014, 5.)

Kaukolämpövesivirta lasketaan kaavalla:

$$\dot{V} = \frac{\Phi}{c_p \cdot \rho \cdot (t_{et} - t_{ep})} \quad (4)$$

missä,

\dot{V} = Tehoa vastaava kaukolämpötehon tilavuusvirtaus (dm^3 / s)

Φ = Sopimusteho (kW)

c_p = Veden ominaislämpökapasiteetti (kJ/ kg °C)

ρ = Veden tiheys (kg/ dm^3)

t_{et} = Kaukolämpöveden tulolämpötila (°C)

t_{ep} = Kaukolämpöveden paluulämpötila (°C)

Asiakasta voidaan motivoida mitoitukseen ja laitevalintoihin, joissa kaukolämpöveden paluulämpötila on mahdollisimman alhainen eli jäähtymä muodostuu suureksi, käyttämällä vesivirtaa maksuperusteena (Energiateollisuus 2014, 5). Toisaalta kaukolämmön paluulämpötilan seuranta voidaan tuottaa siten, että laskutusperuste säilyy ennallaan, mutta asiakas saa hyvitystä ennalta määritellystä jäähtymän määrästä paluuvien lämpötilan mukaan.

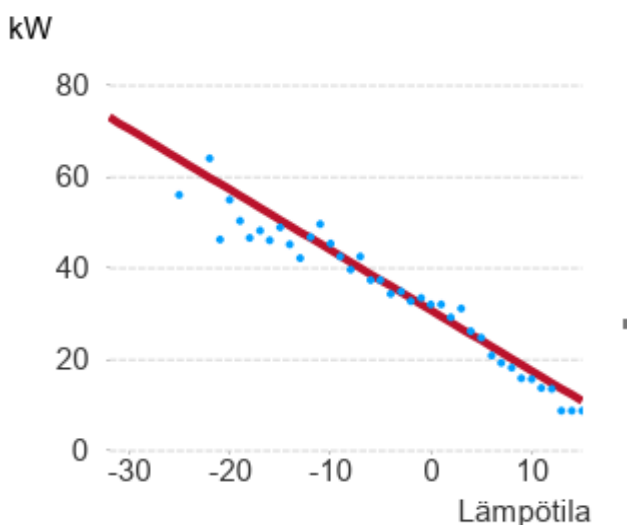
5.4 Laskutusteho

Laskutusteho on asiakkaan mitattuihin tuntitehotietoihin perustuva tehomaksun perusteena oleva teho. Etäluenta ja tuntisen mittaustiedon käyttäminen mahdollistavat maksuperusteen määräytymisen todellisen mitatun arvon tai mittausten perusteella mittausulkolämpötilaan muunnetun (reduoidun) arvon perusteella. Tehon käyttöä ja sen tarvetta on tarkasteltava avoimella ja selkeällä menettelytavalla. Menettelyohjeessa on esitettävä määrittelyjakson pituus, mittausmenetelmä (kuten tuntidatan hyödyntäminen, reduointi mitoitusulkolämpötilaan, maksimiarvo tietyltä mittausjaksolta, laskentakaavat), ajankohdan määrittely ja pituus, käyttöveden tehontarpeen huomioiminen ja kuvaus menettelytavoista. (Energiateollisuus 2014, 6- 7.)

Savon Voimalla Savon alueella käytetään regressiolaskentaan perustuvaa menetelmää, joka soveltuu käytettäväksi silloin, kun käytössä on tuntiset tehotiedot sekä niitä vastaavat ulkolämpötilat riittävän pitkältä ajalta, tavallisesti vähintään vuoden ajalta. Mittaustiedoista poistetaan kaukolämmön toimituksen virhe- ja poikkeustilanteista johtuvat arvot, kuten liian alhainen kaukolämpöveden menolämpötila tai puuttuva mittausarvo edelliseltä tunnilta. (Energiateollisuus 2014, 12-13.)

Savon Voimalla Savon alueella tuntiluetaista mittausdatasta tehdään regressiosuora (Kuva 15), jonka mitoitusulkolämpötilan leikkauskohta on laskutettava huipputeho. Jokaiselle ulkolämpötilan asteelle katsotaan samalla asteella olevat tehot, joista lasketaan keskiteho. Tämä viedään tauluk- koon. Taulukossa olevista pisteistä lasketaan regressiosuora, kuten kuvassa 15. Esimerkiksi kuukau- dessa on ollut $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ pakkastunteja 58 ja kaikilla tunneilla on ollut käyttöä 11 kW, jolloin $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ kohdalle tulee keskitehoksi 11 kW. Todellisuudessa käyttö vaihtelee jonkin verran samoillakin lämpö- tila-arvoilla.

Regressiosuora ja havaintopisteet



KUVA 15. Regressiosuora $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ mitoitusulkolämpötilaan (Pohjolainen 2021)

Vaikka kyseinen tarkistustapa perustuukin tuntimitattuun tietoon ja on melko tarkka, on se osaksi teoreettiseen tietoon perustuvaa. Tarkasteluajanjakson pisteet saattavat päättyä $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, jolloin regressiosuora jatkuu muutoksista huolimatta suorana. Muutoksia voivat aiheuttaa esimerkiksi asiakkaan ilmanvaihto, joka on voitu optimoida toiminnanmuutoksella ulkolämpötilan saavuttaessa tietyn arvon. Tällöin lämmitystehon tarve todellisuudessa pienenee ja regressiosuoran käyrä lähtisi laske- maan.

Erilaisten hybridijärjestelmien vaikutukset rakennuksen tehotarpeeseen poikkeavat toisistaan. Jotkin rinnakkaislämmitysjärjestelmät (esimerkiksi aurinkolämpökeräimet) eivät pienennä enimmäistehon- tarvetta ja toisaalta jotkin rinnakkaislämmön lähteistä ovat hyödynnettävissä myös huipputehojen aikana. Hybridilämmitysjärjestelmiin ei voida soveltaa regressiosuoran avulla laskutettavaa huippute- hoja, koska mitoitusulkolämpötilaa ei voida käyttää. Tällä hetkellä kohteet, joissa on hybridijärjes- telmä, laskutetaan kiinteällä hinnalla, joka on määritelty liityntävaiheen sopimustehon mukaan.

Vaikka Savon Voimalla molempien alueiden laskutustehon perusteena on tuntimitatut tehot, poikkeavat laskutusmenetelmät toisistaan. Joensuun alueella käytetään laskutustehon perusteena suoraan mittalaitteesta saatavia tuntitehotietoja, jotka laskutetaan asiakkaan kanssa tehdyn sopimuksen mukaisesti (Savon Voima Oyj 2016). Joensuun alueella laskutustehon laskentasäännön mukaisesti kulutukseltaan isompien kohteiden sopimusteho tarkastetaan liukuvan 36 kk:n jaksoissa. Pienemmissä kiinteistöissä, kuten omakotitaloissa, tarkastelujakso on edellisen talven tammi- maaliskuun välinen ajanjakso 3 kk.

Savon alueen laskutustehon laskentasäännössä Savon Voima Oyj:n kaukolämpöhinnaston mukaisesti asiakkailta laskutetaan tehomaksu, joka määräytyy sopimustehon mukaisesti. Sopimusteho eli laskutusteho tarkastetaan Savon Voiman lämmön alueella kerran vuodessa ja tarkastelujakson pituus on liukuva 12 kk. Tehomaksua ei muuteta, mikäli muutos on +/- 10 %. Lisäksi Savon Voiman lämmön-toimitusalueella laskutetaan verkkokohtainen (paikkakohtainen) kiinteä energiamaksu.

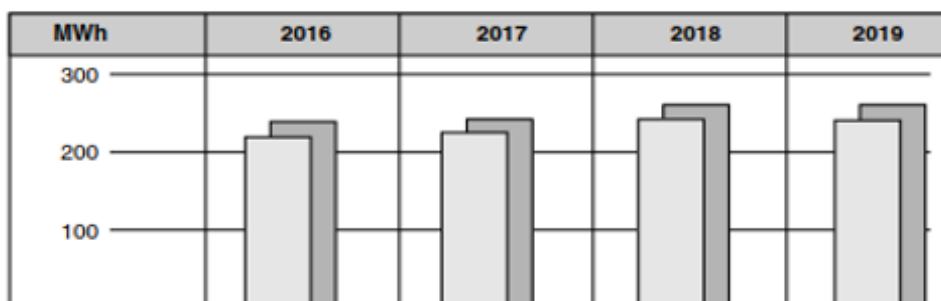
Laskutettavan tiedon lisäksi kaukolämmön vuosiraportissa ilmoitetaan todellisen kulutuksen lisäksi sääkorjattu kulutus, joka on lämmitysenergiakulutuksen normeerausta. Tehokkaan energian käytön edellytys on energiankulutuksen seuranta. Lämmitystarpeeseen ja energian kulutukseen vaikuttaa vaihteleva sää. Säävaihteluiden vuoksi kulutusseuranta varten toteutunut lämmitysenergian kulutus on sääkorjattava eli normeerattava. Normeerausessa lämpöenergian kulutus muutetaan vastaamaan Ilmatieteenlaitoksen määrittelemän ”normaalin” vuoden lämpötilojen mukaista lämmöntarvetta. (HSY Koutsi-verkkokurssi 2021).



Kuvassa 16 on esitetty kiinteistön kuluvan vuoden toteutunut energian kulutus ja kuluvan vuoden normeerattu kulutus, siten kuin se esitetään asiakkaalle menevässä kulutusraportissa.

KAUKOLÄMMÖN KÄYTTÖ

	2016	2017	2018	2019
Mitattu vuosikäyttö MWh	219.21	225.08	241.90	240.64
Lämpötilakorjattu vuosikäyttö MWh	238.80	241.93	260.56	260.56
Lämpötilakorjattu lämpöindeksi kWh/m ³	15.81	16.02	17.25	17.25

Vastaavien kiinteistöjen keskimääräinen sääkorjattu lämpöindeksi vuonna 2018 oli 17.4 kWh/m³



 = Mitattu vuosikäyttö
 = Lämpötilakorjattu vuosikäyttö

KUVA 16. Mitattu ja lämpötilakorjattu vuosikäyttö (Pohjolainen 2021)

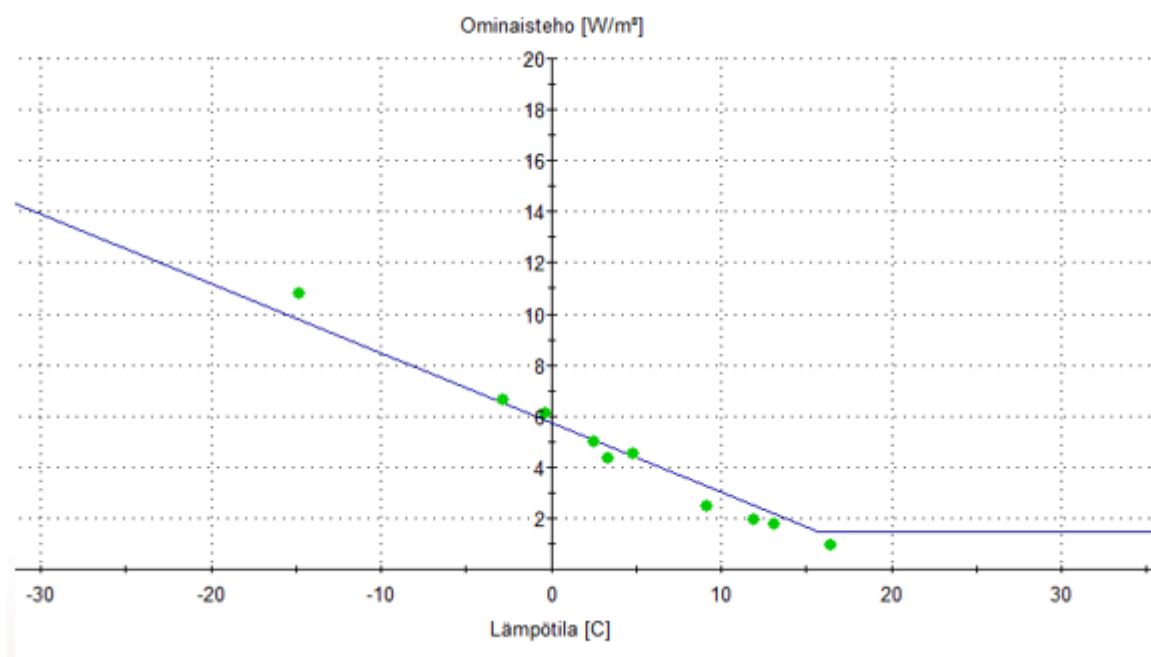
6 MITTAUKSEEN PERUSTUVAT PALVELUT JA MITTAUSDATAN ANALYSOINTI

Tällä hetkellä laskutukseen käytetään suoraan mittarin arvoa 01, eli kiinteistön käyttämä kaukolämpöenergia MWh. Mittausdatasta saadaan kuitenkin paljon hyödyllistä tietoa, jota voidaan hyödyntää palveluissa ja lämpölaitteiden toiminnan seuraamisessa. Käytössä olevalla tuntidatalla voidaan todentaa erilaisia asiakaslaitteiden vikoja, joita ei välttämättä huomata muuten. Näitä vikoja voivat olla esimerkiksi lämpimän käyttöveden vuodot, kiinteistön vikaantuneet säätölaitteet ja ilmastoinnin ohjausten virheellinen optimointi. (Pohjolainen 2021.)

Sopimusehtojen mukaisesti asiakkaan on jäädytettävä kaukolämpöä vähintään 25 °C ja paluulämpötila ei saa olla yli 65 °C. Huono jäähtymä voi johtua asiakkaan kaukolämpölaitteiden säätölaitteesta tai väärästä säädöstä. Vähäinen jäähtymä voi aiheutua myös asiakkaan lämmönsiirtimestä, joka saattaa tukkeutua tai vuotaa. Kaukolämpölaitteiden ohjeiden vastainen käyttötapa esimerkiksi kesäsulun vääränlainen käyttö, voi aiheuttaa liian vähäistä jäähtymää. Alhainen jäähtymä paljastaa usein myös mittalaitteen vikaantumisen. (Pohjolainen 2021.)

Mittauskohteilla on käyttöennusteeseen tai mitattuun käyttöön perustuvat ominaistehofunktio (kulutusfunktio), josta voidaan havaita poikkeamat kulutuksesta (kuva 17). Mikäli kulutus poikkeaa käyttöennusteesta riittävästi, tulee kyseisestä lukemasta virhe-epäiltävä. Funktion seuraamisen tavoitteena on löytää mm. mittalaitteita. (Pohjolainen 2021.)

Mitatun käytön tarkistaminen on tärkeä toiminto kaukolämmön toimittamisessa ja sen laadun varmistamisessa, koska tällöin voidaan puuttua mahdollisiin vikatilanteisiin ennen kuin ne aiheuttavat haittaa joko asiakkaalle tai lämmöntoimittajalle. Ulkopuolisella mittauspalvelun tuottajalla pitää olla riittävä asiantuntemus ja mittausdatan käsittelyyn tarvittava ohjelmistot, jotta esimerkiksi mitatun käytön poikkeamat voidaan tunnistaa ajoissa.

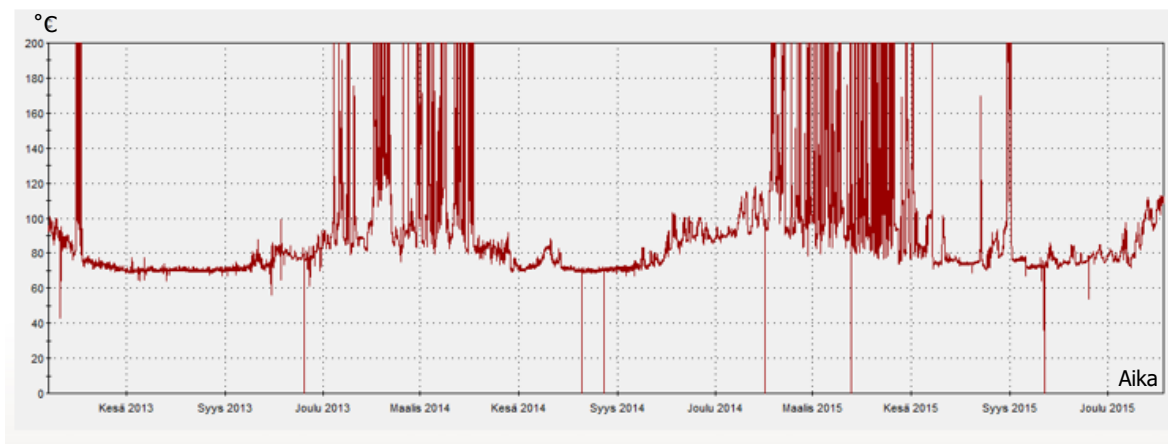


KUVA 17. Poikkeamat ominaistehofunktiosta (Pohjolainen 2021)

Mitatun käytön poikkeamiin voi olla useita eri syitä ja niihin on puututtava nopeasti. Poikkeama voi aiheutua mittalaitteviasta. Mittalaittevioiksi katsotaan:

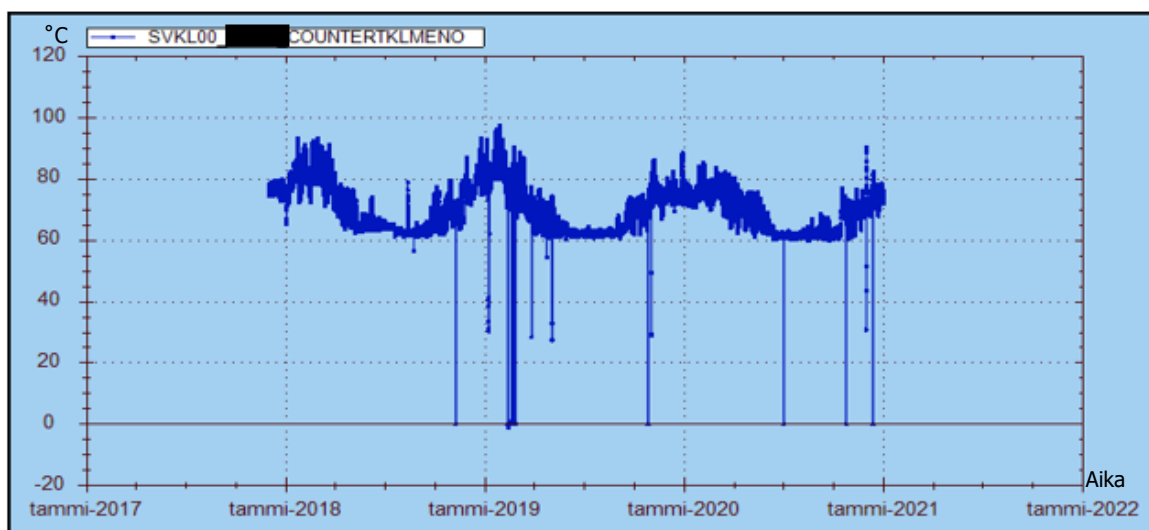
- Laskurivika, mittaus on pysähtynyt
- Lämpöanturivika, epänormaali jäähtymä
- Virtausanturivika, vähentynyt käyttö, vaikka muissa arvoissa ei muutoksia. (Pohjolainen 2021.)

Kaukolämmön tulolämpötila T1 ei saa koskaan olla yli 120 °C ja normaalisti se ei ole alle 60 °C. Kuvassa 18 on esitetty poikkeavan mittaustuloksen 200 °C kertova käyrä, joka johtui vikaantuneesta lämpötila-anturista. (Pohjolainen 2021).



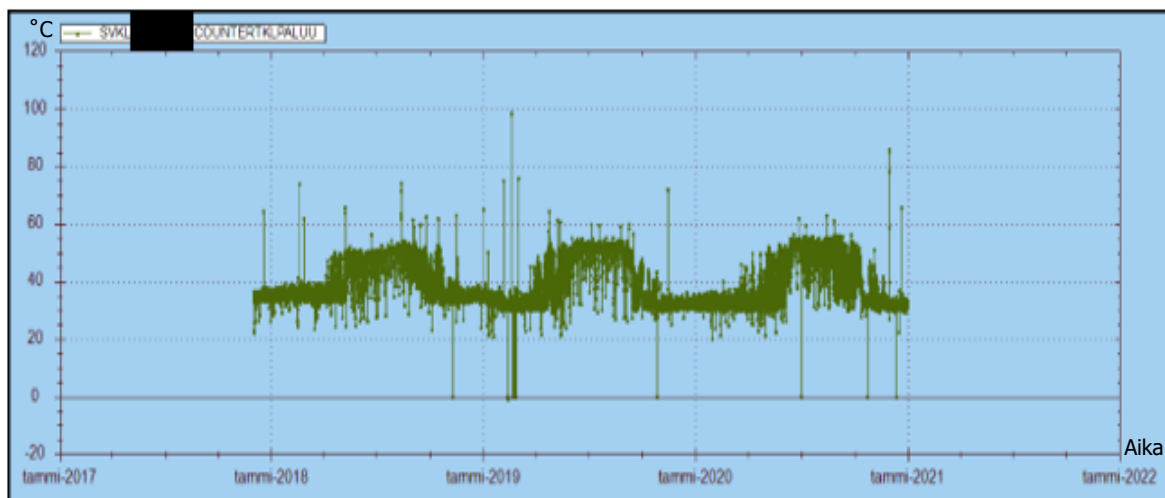
KUVA 18. Mittaustulos anturiviasta, jossa mitattu kaukolämmön paluuvesi välillä 200 °C lämpötilalla. (Pohjolainen 2021)

Normaalisti kaukolämmön menovesi T1 on 60- 100 °C. Lämmityskaudella menoveden lämpötila on lähempänä 100 °C ja lämmityskauden ulkopuolella veden lämpötila on noin 60 °C. Lämmityskauden ulkopuolella kaukolämmityksellä lämmitetään kiinteistön käyttövetä. (Pohjolainen 2021.) Kuvassa 19 olevasta menoveden lämpötilakäyrästä voidaan todeta, että menoveden lämpötila lämmityskaudella on optimaalinen.



KUVA 19. Kaukolämmön menovesi T1 lämpötilakäyrä (Nyrhilä 2021)

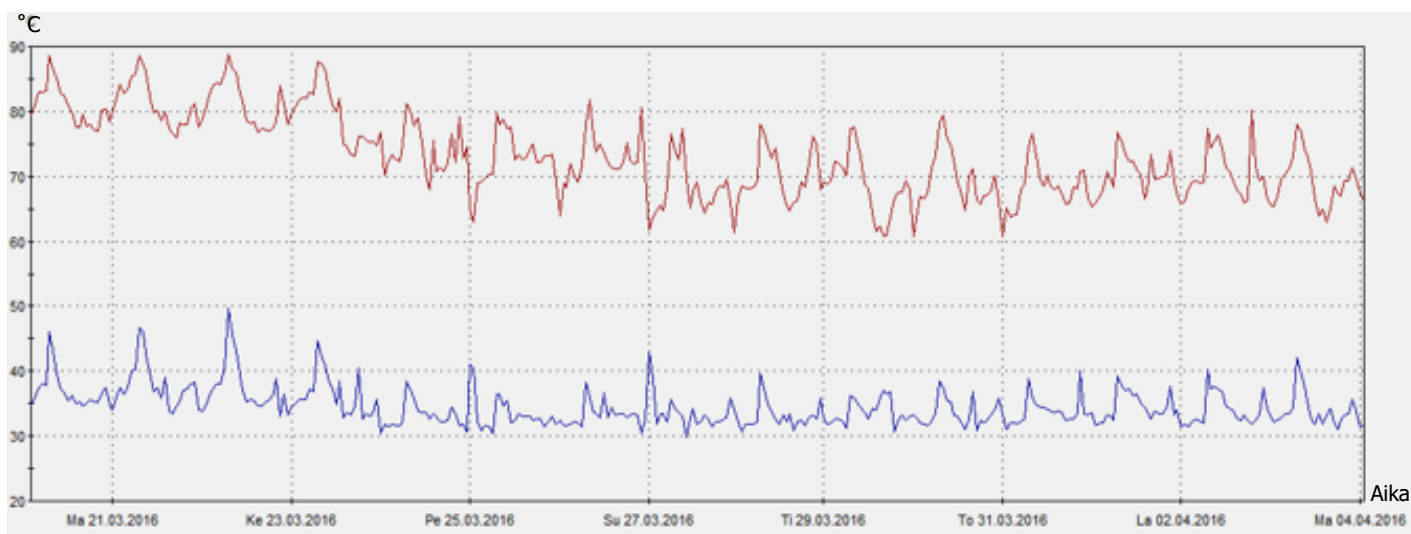
Kaukolämpöveden paluulämpötila T2 on yksi tärkeimmistä mittausdatasta seurattavista arvoista. Kuvassa paluueden lämpötila on erittäin hyvä ja se pysyy alle 65 °C koko lämmityskauden ajan. Kuvan 20 paluueden lämpötilakäyrästä voidaan todeta, että asiakaslaitteet toimivat oikein, joten lämpöä ei mene hukkaan. (Pohjolainen 2021.)



KUVA 20. Kaukolämmön paluuvesi T2 lämpötiläkäyrä (Nyrhilä 2021)

Kaukolämmön meno- ja paluueden erotuksesta jäävällä jäähtymällä on myös merkitystä esimerkiksi tilanteissa, joissa huomataan paluueden lämpötilan olevan liian korkea. Tällöin on hyvä huomioida myös menoveden lämpötila. Jos paluueden lämpötila on liian korkea ja myös menoveden lämpötila on korkea, jää jäähtymä pieneksi. Tällöin vikaa voi olla myös tuotannossa tai kaukolämpöveden jakelussa.

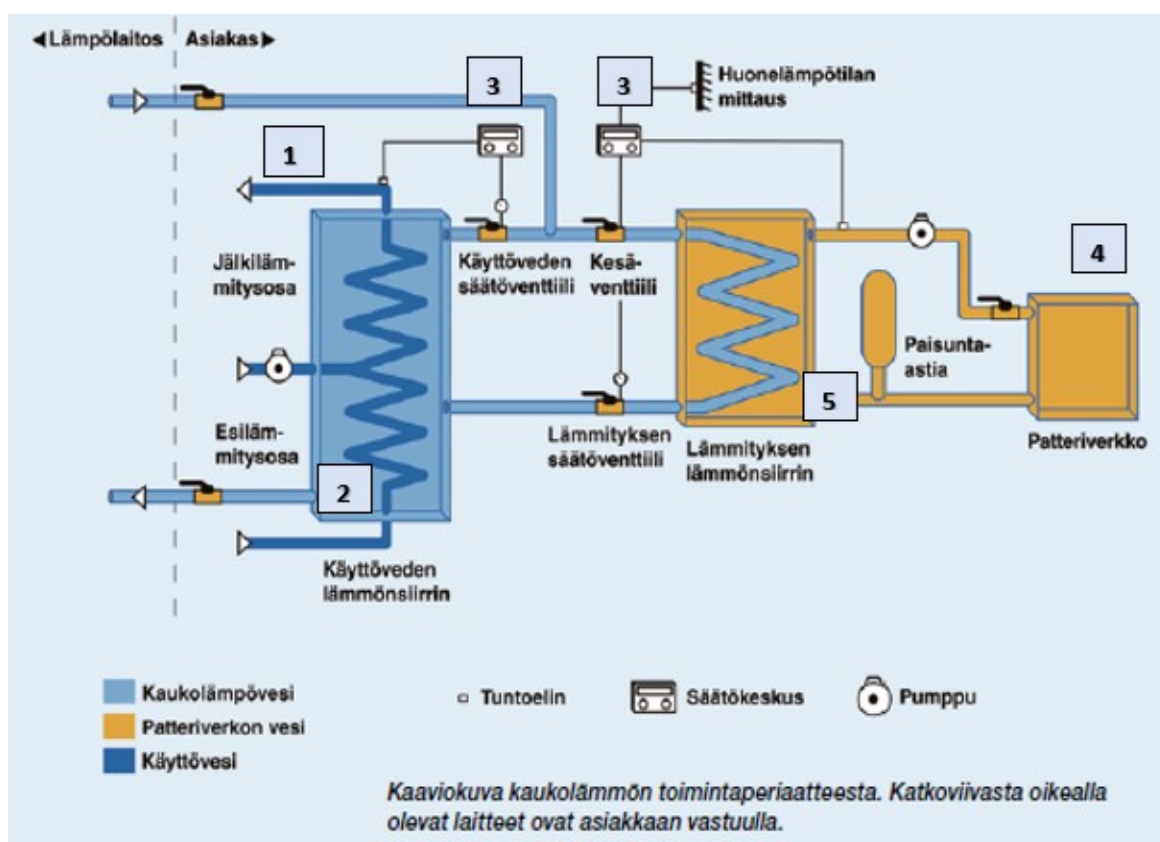
Kuvassa 21 meno- ja paluulämpötiläkäyrät, joiden väliin jäävästä alueesta voidaan laskea paluueden jäähtymä T1-T2.



KUVA 21. Kaukolämpöveden meno- ja paluulämpötiläkäyrät (Pohjolainen 2021)

Poikkeavan mittaustuloksen voi antaa myös kiinteistössä tapahtuneet muutokset, joita voivat olla (Pohjolainen 2021):

- Kiinteistön lämmönsiirtimien säätölaitevika, joka näkyy lämmönkäytön kasvuna ja huonona jäähtymänä
- Kiinteistön lämmönsiirtimien sisäisenä vuotona, jolloin lämmön käyttö ja jäähtymä kasvaa
- Teollisuus- ja liikekiinteistöjen tilapäinen tai pysyvä käytön muutos, jolloin käyttö kasvaa tai laskee, vaikka muissa arvoissa ei ole muutoksia.
- Kiinteistön saneeraus, jolloin käyttö pienenee, vaikka muissa arvoissa ei muutoksia
- Kiinteistön ilmastoinnin lämmöntalteenottolaiteiden vikaantuminen, jolloin käyttö kasvaa, vaikka muissa arvoissa ei ole muutoksia
- Kiinteistö jää tyhjäksi, jolloin käyttö pienenee.



KUVA 22. Esimerkkejä vikapaikoista (Pohjolainen 2021)

Kuvassa 22 on esitetty esimerkkejä mahdollisista vikapaikoista, joita ovat (Pohjolainen 2021):

1. Vuoto käyttövesiverkostossa, jolloin energian kulutus kasvaa
2. Siirtimen sisäinen vuoto, jolloin veden paluu lämpötila T2 on epänormaalin alhainen ja energian kulutus on suuri
3. Säätölaite on rikkoutunut, jolloin jäähtymä on pieni eli T2 on korkea ja energian kulutus kasvaa
4. Kiinteistön lämmitysverkostossa on likaa, jolloin virtaama kasvaa ja veden paluulämpötila T2 nousee
5. Lämmönsiirrin on tukkeutunut, jolloin veden paluulämpötila T2 nousee ja energiankulutus pienenee.

6.1 Kaukolämpöveden paluulämpötilan vaikutukset

Kaukolämmön tulo- ja paluulämpötilan erotuksella eli jäähtymällä voidaan vaikuttaa merkittävästi asiakkaan laitteiden läpi virtaavan veden määrään ja sen kautta kaukolämmön toimittajan kustannuksiin. Kaukolämpöputket mitoitetaan virtaaman mukaisesti eli mitä suurempi virtaama, sitä suurempi putki. Virtaamien ollessa suuria, kasvavat kaukolämpöverkon rakennuskustannukset putkikoon suurentuessa. Tämän vuoksi verkosto mitoitetaan tietylle virtaamalle. Vesivirran kasvaessa, myös pumppauskustannukset kasvavat. Optimaalisella paluulämpötilalla saadaan jäähtymää kasvatettua ja siten parannettua tuotannon tehokkuutta. Mikäli kaukolämpöveden paluulämpötila on liian suuri, lämmön ja sähkön yhteistuotannossa sähkön tuotannon määrä pienenee ja tuotantolaitoksissa olevien savukaasujen lämmöntalteenoton, esim. savukaasupesurien, hyötysuhde laskee. (Energiateollisuus 2014, 5.)

Savon Voima Oyj ei käytä veden virtaamaa laskutusperusteena. Virtaaman ja paluueden lämpötilan seuraamisella on kuitenkin suuri taloudellinen merkitys. Paluueden lämpötilaa seurataan vielä nykyisin lähinnä vikojen tunnistamiseen. Tuotteistamalla lämpötilan seuranta palveluksi, saadaan asiakas tietoisemmaksi energiatehokkuuden merkityksestä ja sitä kautta kiinnostumaan paluueden lämpötilan merkityksestä omien lämpölaitteiden hyötysuhteeseen ja sen tuomasta taloudellisesta hyödystä. Palvelun tuotteistamiseen on laskettava pumppauksesta, lämmönsiirtimistä ja savukaasupesureista saatavat tehosäästöt, joista saadaan laskettua säästöt euroissa. Tämän jälkeen voidaan määrittää palvelun hinta tai mahdollinen hyvitys riittävän alhaisesta kaukolämmön paluulämpötilasta / MWh. Palvelu voi aluksi olla ainoastaan hyvitykseen perustuvaa, jolloin voidaan seurata, millaisia vaikutuksia sillä on. Palvelulla pyritään ohjaamaan ja motivoimaan asiakasta ylläpitämään asiakaslaitteiden hyvää toimintaa. Myöhemmin on järkevää viedä paluueden lämpötilan seuranta palveluhinnastoon, jolloin lämmön toimittaja voisi laskuttaa liian korkeasta paluulämpötilasta. Palvelutuotteessa seurataan kaukolämpöveden paluulämpötilaa T2, jolloin tuotteen hyvityisperuste määräytyy paluueden lämpötilan mukaisesti. Hyvityksen perusteena voi olla esimerkiksi kuukauden paluulämpötilojen keskiarvo tai kuukauden paluulämpötilan suurin/pienin mitattu tulos. Molemmissa tapauksissa mittauspoikkeamat on poistettava laskelmista.

Kaukolämpöverkon siirtokapasiteettiin vaikuttaa, paljonko lämpöenergiaa voidaan kuljettaa vesivirtausyksikköä kohden. Kaukolämpöveden korkea paluulämpötila johtuu asiakaslaitteiden huonosta jäähtymästä. Tämä vaikuttaa kaukolämpöverkon pumppausenergian ja -tarpeen lisääntymistä saman lämpöenergian siirtämiseksi. Korkea lämpötila nostaa kaukolämpöverkossa virtaavan veden virtausnopeutta, joka kasvattaa painehäviöitä ja siten heikentää verkon energiansiirtopotentiaalia. (Energiateollisuus 2014, 22.)

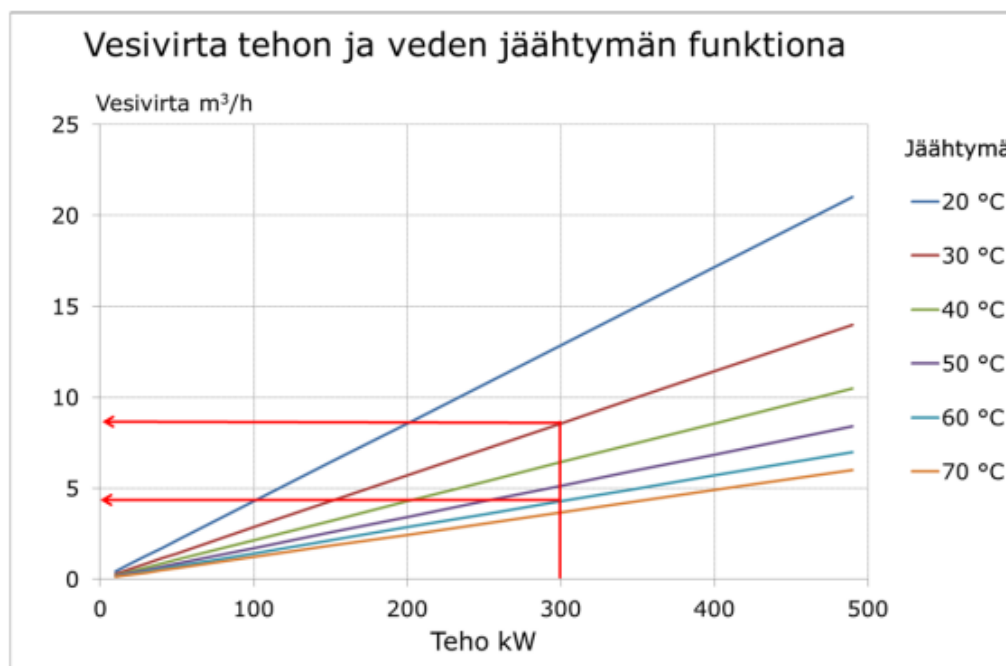
CHP voimalaitosten sähköntuotannon määrä riippuu kaukolämpöverkon veden paluulämpötilasta. Jos kaukolämpövesi ei jäähdy asiakaslaitteissa riittävästi, on paluueden lämpötilaa alennettava lauhduttamalla lämpöä esimerkiksi vesistöön. Voimalaitoksissa olevien lämmöntalteenottolaitteiden, kuten savukaasupesurien, toimivuus ja hyötysuhde riippuu paluueden lämpötilasta. (Energiateollisuus 2014, 22.)

Lämpö tuotetaan CHP laitoksissa kaukolämmönsiirtimissä. Turbiinista tuleva höyry lauhtuu ja luovuttaa lämmön siirtimen läpi kulkevaan veteen. (Koskelainen ym. 2006, 298.)

Kaukolämmön lämpötila vaikuttaa sähköntuotantoon siten, että:

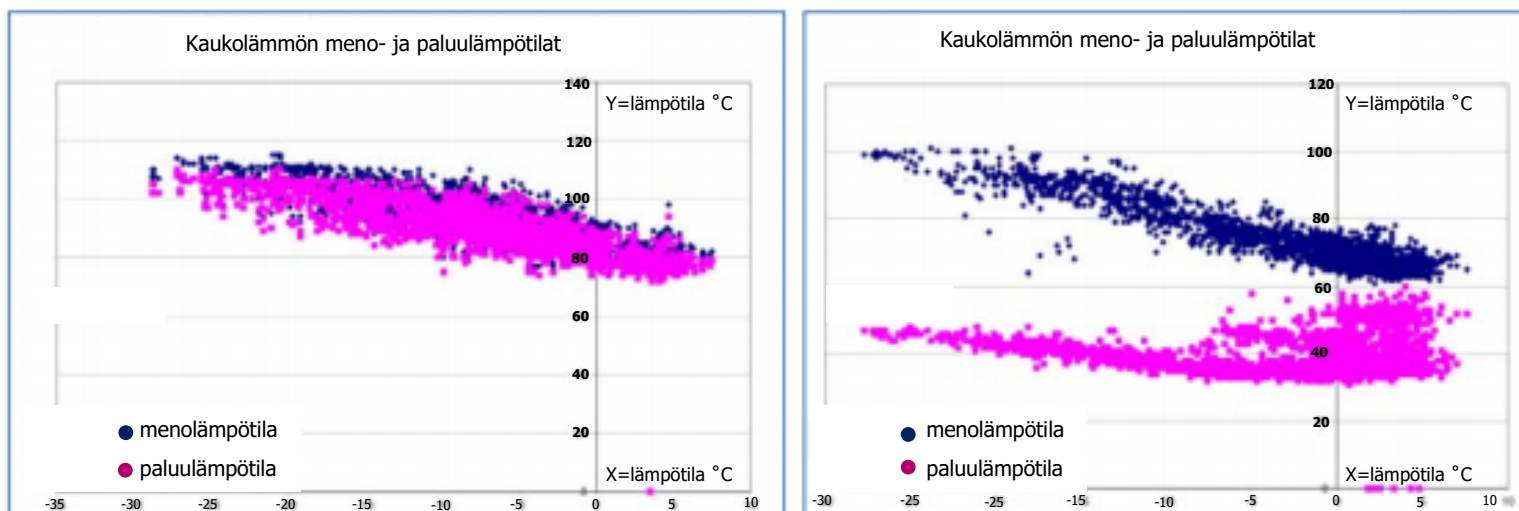
- kaukolämmön paluulämpötilan nousu 1 astetta vähentää sähköntuotantoa noin 0,2 %
- kaukolämmön menolämpötilan nousu 1 astetta vähentää sähköntuotantoa noin 1 %. (Koskelainen ym. 2006, 298.)

Kuvasta 23 voidaan todeta, että jäähtymän suurentuessa 30 °C:sta 60 °C:een, vesivirta puolittuu. 300 kW:n lämpötehon siirtämiseen tarvitaan vastaavassa tilanteessa 8,6 m³/h virtaaman sijasta 4,3 m³/h. (Energiateollisuus 2014, 22).



KUVA 23. Vesivirta tehon funktiona jäähtymän eri arvoilla (Energiateollisuus 2014, 22)

Kuvasta 24 esitetään kaukolämpöveden tuntiset lämpötilat ulkolämpötilan funktiona. Tästä nähdään kuin suuri vaikutus rakennuksen lämmitysjärjestelmän uusimisella on paluuveden lämpötilaan ja vesivirtaan. Tummansiniset pisteet kuvaavat kaukolämmön menoveden lämpötiloja ja vaaleapunaiset pisteet kuvaavat kaukolämmön paluuveden lämpötiloja. Pienteollisuuskiinteistön paluuveden lämpötila on ollut todella korkea, joten jäähtymä on ollut vain muutaman asteen. Korkean paluulämpötilan vuoksi veden virtauksen määrä on korkea, joten laskutusvesivirtaa olisi pitänyt nostaa 1,0 m³/h arvosta 4,0 m³/h arvoon. Kiinteistössä kunnostettiin lämmitysjärjestelmä, jonka vuoksi paluuveden lämpötila saatiin hyvälle tasolle ja laskutusvesivirtaa voitiin laskea. (Energiateollisuus 2014, 21.)



KUVA 24. Kohteen kaukolämpöveden tulo- ja paluulämpötilat, ennen kunnostusta ja kunnostuksen jälkeen (Energiateollisuus 2014, 21)

7 PALVELUKESKUKSEN PALVELUT KAUKOLÄMPÖLIIKETOIMINNOILLE

Selvityksen perusteella voidaan todeta, että kaukolämpöliiketoiminnoilla on laaja tehtäväkuva. Koko prosessi kaukolämpöliittymän myymisestä aina laskutukseen saakka vaatii useiden eri järjestelmien hallintaa ja pienistä osa-alueista koostuvia suurempia kokonaisuuksia, kuten esimerkiksi mittausdatasta saatavan tiedon käsittely eri toimintoihin. Jo pelkästään raportointi, monien eri manuaalisesti tehtävien tietojen hakeminen ja niiden koostaminen yhtenäiseksi ja selkeäksi raportiksi vie paljon aikaa. Eri prosesseja pyritään jatkuvasti selkeyttämään ja kokonaisuutena palvelut sekä niihin liittyvä sopimuskäsittely toimivat hyvin. Myös tuntitehotietojen toimittaminen laskutukseen ja koko laskutukseen liittyvä prosessi eivät ole akuutisti kehittämisen tarpeessa.

Etäluennasta saadaan tarkempia tuntitietoja, joihin aikaisemmin ei ole ollut mahdollisuutta, kuten esimerkiksi yksityiskohtainen tieto kiinteistön energiatehokkuudesta. Tuntitiedoista voidaan kehittää sellaisia palveluita, joita aikaisemmin ei ole voitu tietojen puuttuessa tuottaa. Tärkeimpiä tuntitiedoista saatavia asioita ovat kiinteistön tehontarpeen tarkka määrittäminen (sopimusteho) ja tarkempi energiankäytön seuranta (raportointi), joka palvelee myös asiakkaita ja mahdollisesti aktivoi heitä kiinnittämään huomiota omaan energiankulutukseen. Tarkoituksena on, että näiden palvelujen tarjoajana on palvelukeskus. Palvelukeskuksen teknisellä asiakaspalvelulla on hyvät edellytykset vahvistaa omaa rooliaan kaukolämmön liiketoiminnoille tuotettavissa palveluissa. Tämä edellyttää kaukolämmön toimittamisen perusteiden hallintaa ja mittaus-tiedon käsittelyyn liittyvien kokonaisuuksien omaksumista.

Ulkopuolinen palveluntoimittaja vastaa kaikista mittareidenvaihtoprosesseista, mittareiden lukemisesta ja lukemien toimittamisesta. Nykyinen toimintamalli, jossa mittareiden luenta ja mittalaitteiden hallinta on ulkoistettu ja ainoastaan muu mittaus-toiminta on kaukolämpöliiketoiminnalla, tuo haasteita kokonaisvaltaisesti laadukkaiden palveluiden tuottamiseen ja toimintojen ylläpitämiseen. Mittaus-tiedoista on pystyttävä havaitsemaan ja tulkitsemaan poikkeamat nopeasti, jotta voidaan ehkäistä syntyneet vahingot mahdollisemman nopeasti. Myös useat mittaus-tietoon perustuvat palvelut edellyttävät ensin poikkeavien lukematietojen havaitsemista ja korjaamista ennen kuin ne voidaan siirtää palvelukuvauksen mukaisesti asiakkaan laskulle. Kaukolämmön mittalaitteisto voi antaa mitattua tuntitehotietoa siitä huolimatta, että esimerkiksi asiakkaan kaukolämpölaitteissa on vuotoa. Ainoastaan poikkeamat ja muu analysointi mittaus-tiedoista antavat viitteitä vahingoista.

Laadukas mittausdata ja sen systemaattinen seuranta ovat edellytyksiä uusien palveluiden tuottamiselle ja nykyisten palveluiden ylläpitämiseksi, jotta niitä on mahdollista tuottaa myös ulkopuolisille kaukolämpöyhtiöille. Tämän vuoksi voisi olla hyvä, että ulkopuolinen palveluntoimittaja vastaisi vain mittaus-tiedon toimittamisesta ja sen tulkitsemisesta vastaisi palvelukeskus yhdessä liiketoimintojen kanssa.

Laskutukseen menevän tiedon osalta palvelu toimii hyvin, mikäli datassa ei ole virheitä tai puuttuvia tuntitehotietoja. Haasteita on ollut laadukkaan tuntisarjan saamisessa ja tulkinassa. Vauriot esimerkiksi vuototilanteissa voivat olla taloudellisesti suuret sekä asiakkaalle että lämmön-toimittajalle. Myös mittalaitteiden tai niiden komponenttien vikaantumiset olisi hyvä saada välitettyä asentajille välittömästi havainnon jälkeen. Nyt vikailmoitukset kulkevat ulkopuolisen toimittajan kautta ja tämä viivästyttää asian käsittelyä koko prosessin läpi. Mittareiden varastokirjanpitoa hoidetaan käsin kaukolämmön työnhousjärjestelmän WiseMasterin kautta palvelukeskuksessa. Yksittäisenä toimenpiteenä mittareiden merkitseminen pois varastosta on yksinkertainen, mutta olisi järkevää miettiä koko mittalaitteiston elinkaari-palvelujen kautta automaattisempaa systeemiä järjestelmien sallimissa rajoissa. Tämä vaatisi todennäköisesti investointia varastonhallinta -ohjelmaan tai vastaavaan, joka automaattisesti välittäisi tiedon varastoon tulleista mittareista ja sieltä käyttöön otetuista mittareista.

Savon Voiman lämmön-toimitusalueiden Savon ja Joensuun sopimustehojen määrittämisessä ja raportoinneissa on eroja ja käytännöt on hyvä yhdenmukaistaa, jolloin asiakaspalvelusta ja mittaustietoihin perustuvista palveluista saadaan laadukkaampia ja sujuvampia. Savon alueella sopimustehot määritellään kerran vuodessa ja raportit työstetään manuaalisesti raportointityökalulla (QlickSense). Joensuussa sopimustehot määritellään kerran kuukaudessa hinnastossa olevan tuotteen mukaisesti. Myös Joensuun alueen raportointi koostetaan pääosin käsin ja tehdään useammin, joten se vie paljon aikaa. Alueiden sopimustehojen määrittämiset poikkeavat merkittävästi toisistaan, vaikka molemmat määritellään todellisen käytön mukaisesti. Tämä johtuu siitä, että vielä toistaiseksi Savon ja Joensuun alueella käytetään eri sopimustehon laskentamenetelmiä, jonka vuoksi loppuvuodesta toimitettavissa seuraavaa vuotta koskevissa raporteissa on isoja eroja. Ainoastaan tammikuussa edellistä vuotta koskevat vuosikäyttöraportit vastaavat hyvin toisiaan.

7.1 Johtopäätökset

Tietämyksen ja osaamisen karttuessa palvelukeskuksen teknisellä asiakaspalvelulla on hyvät edellytykset tuottaa palvelujaan kaukolämpöliiketoiminnoille. Palvelukeskus voi hoitaa mittaustietoihin perustuvat palvelut, laskutus- ja sopimustehojen tarkastamiset, raportoinnit, mittaustiedon analysoinnit ja mittarinvaihtoihin liittyvät prosessit. Tällöin liiketoiminnoille jäisi kaukolämpölaitteiden ja kaukolämmön toimituksen yksityiskohtaisempaa osaamista vaativat toiminnot ja palvelut. Palvelukeskuksesta löytyy vahvaa osaamista sopimusten tekemisestä ja ylläpitämisestä asiakastietojärjestelmässä. Tämä yhtiössä jo olemassa oleva osaaminen on hyvä hyödyntää myös kaukolämmön sopimusten osalta.

Eri toimintojen tehostamiseksi tehdään jatkuvasti parannuksia ja käytännöt muuttuvat sitä mukaa kun asioita saadaan vietyä eteenpäin. Tässä vaiheessa on hyvä miettiä yhdessä palvelukeskuksen ja kaukolämpöliiketoimintojen kanssa, mitä toimintoja voidaan siirtää jo tässä vaiheessa palvelukeskuksen hoidettaviksi ja mitä voidaan siirtää myöhemmin osaamisen karttuessa. Opinnäytetyötä voidaan käyttää henkilöstön tiedon kartuttamiseen kaukolämpöön liittyvissä asioissa. Lisäksi se antaa taustatietoa kaukolämmön eri toiminnoista ja prosesseista, joita voidaan hyödyntää nykyisten ja uusien palveluiden kehittämisessä.

LÄHTEET

- D3 Srmk 2011. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta 2/11. Verkkajulkaisu. Julkaistu 30.3.2011. <https://www.lahti.fi/tiedostot/rakennusten-energiatehokkuus-maaraykset-ja-ohjeet-finlex/>. Viitattu 29.4.2021
- Düne, Mats 2011. Kaukolämpö- ja maakaasumittauksen sähkösyötön toteutus. Opinnäytetyö. Sähkötekniikka. Arcada. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2011121918872>. Viitattu 16.1.2021
- Energiateollisuus ry julkaisuvuosi tuntematon. Kaukolämpöverkot. Verkkajulkaisu. <https://energia.fi/energiasta/energiaverkot/kaukolampoverkot>. Viitattu 15.1.2021
- Energiateollisuus ry 2014. Teho ja vesivirta kaukolämmön maksuperusteina. Suositus K15/2014. Pdf-tiedosto. Julkaistu 5.12.2014. https://energia.fi/files/586/Teho_ja_vesivirta_SuositusK15_2014.pdf. Viitattu 10.2.2021
- Energiateollisuus ry 2008. Kaukolämmön mittaus. Suositus K13/2008. Pdf-tiedosto. Julkaistu 29.1.2008. https://energia.fi/files/589/SuositusK13_2008_KL-mittaus.pdf. Viitattu 10.2.2021
- Helen Oy 2020. Kaukolämpölaitteet. Verkkajulkaisu. <https://www.helen.fi/lammitys-ja-jaahdytys/kaukolampo/nykyisille-asiakkaille/kaukolampolaitteet>. Viitattu 15.1.2021
- Hillamo, Harri 2019. Energiateollisuus – Kaukolämpöverkot Suomessa. Pdf-tiedosto. Julkaistu 28.8.2019. https://energia.fi/files/3982/Hillamo_Kaukolampoverkot_Suomessa_KL-paivat_2019_.pdf. Viitattu 10.2.2021
- HSY julkaisuaika tuntematon. Koutsi verkkokurssi – Lämmitysenergiankulutuksen normeeraus eli sääkorjaus. Verkkajulkaisu. <https://koutsi.hsy.fi/courses/energiaekspertti/lessons/lammitys-2/topic/lampoindeksi-energiankulutuksen-mittarina/>. Viitattu 13.3.2021
- Kamstrup 2018. ULTRAFLOW® 54 DN15-125. Datalehti. Pdf-tiedosto. Julkaistu 1.1.2018. <https://products.kamstrup.com/documents/5a4b4e76190cf.pdf>. Viitattu 28.4.2021
- Kamstrup 2019. MULTICAL® 603. Datalehti. Pdf-tiedosto. Julkaistu 1.7.2019. <https://products.kamstrup.com/documents/594b9a1b04eb1.pdf>. Viitattu 29.4.2021
- Koskelainen, Lasse, Saarela, Rauli & Sipilä, Kari 2006. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki: Energiateollisuus ry.
- Labkotec 2021. Virtausmittausmenetelmät. Verkkajulkaisu. <https://www.labkotec.fi/fi/tuotteet/virtausmittaus/virtausmittausmenetelmat>. Viitattu 28.4.2021
- Lauri, Jussi & Lauhanen, Risto 2011. Pienen kokoluokan CHP – teknologiasta lisää voimaa Etelä-Pohjanmaan metsäkeskusalueelle. B. Raportteja ja selvityksiä 53. Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-5863-21-5>. Viitattu 10.2.2021
- Mittauslaitelaki 707/2011. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110707>. Viitattu 1.3.2021
- Mäkelä, Veli-Matti & Tuunanen, Jarmo 2015. Suomalainen kaukolämmitys. Oppimateriaalia – Study material 16. Mikkelin ammattikorkeakoulu. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-588-506-7>. Viitattu 10.3.2021
- Motiva 2019. Kaukolämpö. https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/kaukolampo. Viitattu 14.3.2021
- Piispanen, Markus 2010. Synergioiden saavutettavuus automaattisessa mittarinluennassa sähkö-, kaukolämpö- ja vesihuolto-yhtiöiden välillä. Pdf-tiedosto. Julkaistu 22.4.2010. https://energia.fi/files/726/Synergioiden_saavutettavuus_mittarinluennassa.pdf. Viitattu 2.3.2021

Pohjolainen, Risto 2021. Kaukolämmön tekninen asiakasvastaava. Savon Voima Oyj. Mittausasioita. Yksityinen sähköpostiviesti 1.11.2021. Viestin saaja: Anu Nyrhilä

Pöyry 2017. Älyverkkotyöryhmä. Seuraavan sukupolven älykkäiden sähkömittareiden vähimmäistoinnallisuudet. Pdf-tiedosto. Julkaistu 15.12.2017. //tem.fi/documents/1410877/3481825/AMR+2.0+loppuraportti+15.12.2017/6a2df7e6-a963-40c0-b4d8-d2533fbca488/AMR+2.0+loppuraportti+15.12.2017.pdf. Viitattu 1.3.2021

Riihelä, Timo 2021. Mittalaitesiantuntija. Savon Voima Oyj. Lämmön mittaukset. Yksityinen sähköpostiviesti 17.2.2021. Viestin saaja: Anu Nyrhilä

Savon Voima Oyj 2021. Iisalmen voimalaitos, yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto. Savon Voima Oyj:n yksityinen kuvagalleria.

Savon Voima Oyj 2020. Osavuosisikatsaus 2 2020. Pdf-tiedosto. Julkaistu 30.9.2020. https://savonvoima.fi/wp-content/uploads/2020/10/SV_Osavuosisikatsaus_2_2020.pdf. Viitattu 15.1.2021

Savon Voima Oyj 2019. Vuosikatsaus 2019. Pdf-tiedosto. Julkaistu 1.11.2020. https://savonvoima.fi/wp-content/uploads/2020/11/SV_Vuosikatsaus_2019_web.pdf. Viitattu 15.1.2021

Savon Voima Oyj 2016. Kaukolämmön sopimusehdot. Pdf-tiedosto. Julkaistu 1.1.2016. https://savonvoima.fi/wp-content/uploads/2020/10/sv_kaukolammon_sopimusehdot_2016_web.pdf. Viitattu 12.3.2021

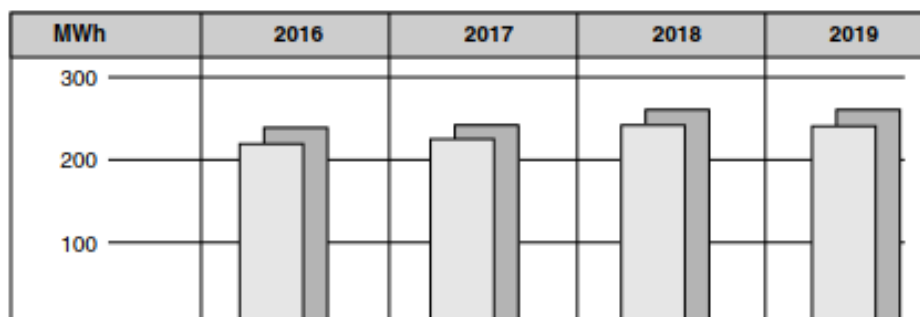
LIITE 1: KAUKOLÄMMÖN KÄYTTÖRAPORTTI



KAUKOLÄMMÖN
KÄYTTÖRAPORTTI 2016 - 2019

KAUKOLÄMMÖN KÄYTTÖ

	2016	2017	2018	2019
Mitattu vuosikäyttö MWh	219.21	225.08	241.90	240.64
Lämpötilakorjattu vuosikäyttö MWh	238.80	241.93	260.56	260.56
Lämpötilakorjattu lämpöindeksi kWh/m ³	15.81	16.02	17.25	17.25

Vastaavien kiinteistöjen keskimääräinen sääkorjattu lämpöindeksi vuonna 2018 oli 17.4 kWh/m³



 = Mitattu vuosikäyttö
 = Lämpötilakorjattu vuosikäyttö

KAUKOLÄMPÖMAKSUT 2019 (Hinnat sisältävät arvolisäveron 24%)

Energiamaksu, e	14839.14
Tehomaksu, e	6175.20
Yhteensä, e	21014.34

Toivomme teidän tarkistavan raportista kiinteistön tiedot, sekä yhteystiedot ja ilmoittamaan mahdolliset muutokset asiakaspalvelunumeroon 017-224 400.

Energiasäästövinkkejä:

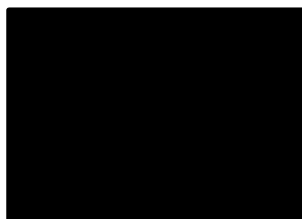
"Säästä energiaa olemalla itse energinen". Huolehdiathan, että lämmön säätölaitteet ovat oikein säädetty ja toimintakunnossa.

Lisätietoja yleisestä kaukolämmöstä: <http://www.energia.fi/>

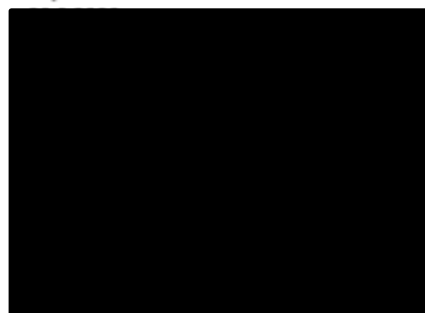
motiva: <http://www.motiva.fi/>

Savon Voima: <http://www.savonvoima.fi/>

LIITE 2: KAUKOLÄMMÖN KÄYTTÖ- JA KUSTANNUSENNUSTE SEKÄ SOPIMUSTEHOLASKELMA



Kaukolämmön käyttö- ja kustannusennuste sekä sopimusteholaskelma 2021

**Energia- ja tehomaksulaskelma**

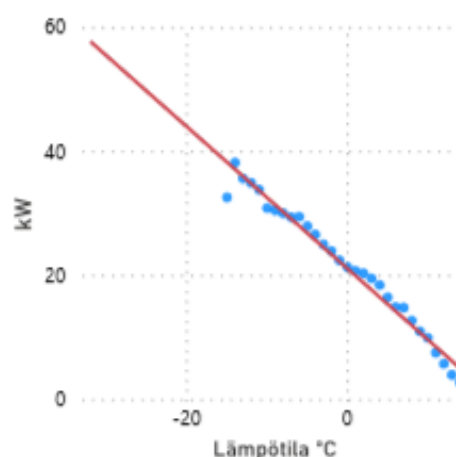
Ennuste on laskettu 1.9.2019 - 31.8.2020 kulutuksen perusteella, joka on lämpötilakorjattu normaalivuoden lämpötiloihin. Energiamaksu on ennustettu vuoden 2021 energiamaksu 63,97 €/MWh. Tehomaksu on laskettu tämän laskelman mukaisella 1.1.2021 voimaan tulevalla sopimusteholla. Hinnat sis. arvonlisäveron 24 %.

Kuukausi	Oletuslämpötila	Vuosikulutus jakauma%	Kuukausikulutus MWh (arvioitu)	Energia €, sis. alv.	Tehomaksu €, sis. alv.	Yhteensä €, sis. alv.
tammikuu 2021	-8,10	15,00 %	22,60	1 445,72 €	352,78 €	1 798,50 €
helmikuu 2021	-9,20	14,00 %	21,30	1 362,56 €	352,78 €	1 715,34 €
maaliskuu 2021	-4,00	13,00 %	19,10	1 221,83 €	352,78 €	1 574,61 €
huhtikuu 2021	2,20	9,00 %	13,40	857,20 €	352,78 €	1 209,98 €
toukokuu 2021	8,90	5,00 %	8,20	524,55 €	352,78 €	877,33 €
kesäkuu 2021	14,60	2,00 %	3,20	204,70 €	352,78 €	557,48 €
heinäkuu 2021	15,00	2,00 %	3,00	191,91 €	352,78 €	544,69 €
elokuu 2021	15,00	2,00 %	3,00	191,91 €	352,78 €	544,69 €
syyskuu 2021	10,00	5,00 %	7,00	447,79 €	352,78 €	800,57 €
lokakuu 2021	3,90	8,00 %	12,40	793,23 €	352,78 €	1 146,01 €
marraskuu 2021	-1,80	11,00 %	16,70	1 068,30 €	352,78 €	1 421,08 €
joulukuu 2021	-6,00	14,00 %	20,80	1 330,58 €	352,78 €	1 683,36 €
Yhteensä			150,70	9 640,28 €	4 233,36 €	13 873,64 €

Sopimusteholaskenta

Sopimusteho määritetään liukuvan vuoden toteutuneista tuntitehotiedoista regressiolaskennalla. Regressiosuoran leikkauspiste mitoituslämpötilan kohdalla on sopimusteho. Mitoituslämpötila on -32°C.

Kuukausi	Keskilämpötila	Vuosikulutus jakauma%	Kuukausikulutus MWh	Keskiteho kW
1	-1,14	15,00 %	20,20	27,12
2	-2,54	15,00 %	20,20	29,03
3	-0,69	14,00 %	19,80	26,65
4	1,38	12,00 %	16,10	22,42
5	8,24	6,00 %	8,30	11,12
6	18,21	1,00 %	1,20	1,69
7	16,13	1,00 %	1,90	2,60
8	15,73	1,00 %	2,00	2,76
9	9,89	5,00 %	6,30	8,73
10	2,90	8,00 %	11,20	15,04
11	-1,04	10,00 %	13,90	19,26
12	-1,22	12,00 %	16,30	21,88
Yhteensä	65,85		137,40	


**Yhteenveto vuoden 2021 arvioituista lämmityskustannuksista, hinnat sis. arvonlisäveron 24 %**

1. Laskennallinen vuosikäyttö	150,70 MWh/Vuosi
2. Energiahinta-arvio	63,97 €/MWh
3. Energiamaksuarvio	9 640,28 €/Vuosi
4. Tehomaksu	4 233,36 €/Vuosi
5. Maksut yhteensä (teho- ja energiamaksu)	13 873,64 €/Vuosi


Nykyinen sopimusteho: 60 kW
Laskennallinen sopimusteho: 58 kW
Laskennallinen muutos: -3.33%

**Sopimustehomuutos pienempi kuin 10%.
Sopimusteho ei muutu.**

LIITE 3: KAUSIVAIHTO MITTARIKORTTI

		KAUSIVAIHTO	18.3.2021
Työtilaustyyppi		Asennuspaivamaara ja -kellonaika	12,5,2020 klo 13.11
Työtilauksen tunnus			
Perustaja		Asentaja(t)	asää.pmat.marp
Käyttöpaikan tunnus	Käyttöpaikan arite		Alueverkko
Ariakkaan tunnus	Ariakkaan nimi		
Lisätietoja	Uusi mittari (Laskija yksikkö): MC603 --- Uusi virtausanturi: UF1,5 G1 x 130 ---		
NYKYINEN LÄMPÖMÄÄRÄMITTARI			
Mittarin tunnus	Laitetyyppi	Mittarin tunnus	
	MULTICAL 66/1,5		
Asennus pvm		Tyyppi	603/1,5
19.11.2006			Uuden mittarin alkulukema
Lämpömäärä (01)	Ed.lukeman pvm	Lämpömäärä (01)	0
Vesimäärä (02)	Ed.lukeman pvm	Vesimäärä (02)	0
			Poistetun mittarin loppulukema
		Lämpömäärä (01)	696,681
		Vesimäärä (02)	15948,52
NYKYINEN VIRTAUSANTURI		UUSI VIRTAUSMITTARI	
Virtausanturin tunnus	Laitetyyppi	Mittarin tunnus	
	UF 1,5		
Asennus pvm	DN20	Tyyppi	uf 1,5
0.1.1900			
NYKYINEN ETÄLUENTAPÄÄTE		UUSI ETÄLUENTAPÄÄTE	
Päätteen SV tunnus	Laitetyyppi	Tyyppi	dk-8660
	ACE4000 modeemi		
Valmistusnumero		Päätteen SV tunnus	
		Valmistusnumero	
		Asennus pvm	12,5,2020
		Sig.voimakkuus	2g/4
Etäyhteyden toiminnan varmistus		Lisäantenni kyllä / ei	kyllä
		Lämpömäärä (01) *)	
		Vesimäärä (02) *)	
		*) täytetään jos pelkkä päätteen vaihto/tarkastus	
Huomautettavaa			

LIITE 4: MITTALAITEVIKA MITTARIKORTTI

		VIANSELVITYS	18.3.2021
Työtilauksen tunnus	0	Asennuspaivamaara ja -kellonaika	
Perustaja		Asentaja(t)	
Käyttöpäivän tunnus			SVKL00
Käyttöpäivän arvio			
Ariakkaan tunnus	0	Ariakkaan nimi	0
Lähtötietoja	Tuntisarja tulee virheellisellä statuksella. Vaihtoon		
NYKYINEN LÄMPÖMÄÄRÄMITTARI			
Mittarin tunnus		Laitetyyppi	0
Mittarin tunnus			
Asennus pvm	0.1.1900	Tyyppi	
Lämpömäärä (01)			Uuden mittarin alkulukema
Vesimäärä (02)		Lämpömäärä (01)	
		Vesimäärä (02)	
			Poistetun mittarin loppulukema
		Lämpömäärä (01)	
		Vesimäärä (02)	
NYKYINEN VIRTAAUSANTURI		UUSI VIRTAAUSMITTARI	
Virtausanturin tunnus	0	Laitetyyppi	0
Mittarin tunnus			
Asennus pvm	0.1.1900	Tyyppi	
NYKYINEN ETÄLUENTAPÄÄTE		UUSI ETÄLUENTAPÄÄTE	
Päätteen SV tunnus	0	Laitetyyppi	0
Tyyppi			
Valmistusnumero	0	Päätteen SV tunnus	
		Valmistusnumero	
		Asennus pvm	
		Sig.voimakkuus	
Etäyhteyden toiminnan varmistus		Lisäantenni	kyllä / ei
		Lämpömäärä (01) *	
		Vesimäärä (02) *	
		*) täytetään jos pelkkä päätteen vaihto/tarkastus	
Huomautettavaa			

