

Tapio Vänttilä

HYBRIDI-LTO:N ENERGIANSÄÄSTÖ

As Oy Pyykösjärven energiansäästö hybridi-LTO-järjestelmällä

HYBRIDI-LTO:N ENERGIANSÄÄSTÖ

As Oy Pyykösjärven energiansäästö hybridi-LTO-järjestelmällä

Tapio Vänttilä
Opinnäytetyö
Kevät 2023
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikan tutkinto-ohjelma, LVI-tekniikka, insinööri (AMK)

Tekijä:	Tapio Vänntilä	
Opinnäytetyön nimi:	Hybridi-LTO:n energiansäästö	
Työn ohjaaja:	Mika Syväniemi	
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi:	Kevät 2023	Sivumäärä: 26

Tässä opinnäytetyössä selvitetään 1960-luvulla rakennettuun asuinkerrostaloon asennetun hybridi-LTO-järjestelmän toimintaa. Työssä tarkastellaan hybridi-LTO-järjestelmän tuottamaa energiansäästöä. Hybridi-LTO-järjestelmässä energiaa otetaan talteen poistoilmasta, joka on aiemmin kohteessa ollut hukkaenergiaa. Työn tavoitteena on selvittää, milloin hybridijärjestelmää on kannattavaa käyttää.

Työssä selvitettiin hybridilämmitysjärjestelmällä tuotetun energian hinta ja sitä verrattiin saman energiamäärän tuottamiseen kaukolämmöllä. Työssä seurattiin As Oy Pyykösjärven linjasaneerausurakan aikana käyttöönotetun hybridilämmitysjärjestelmän mittauksia ja niitä verrattiin vastaavan energiamäärän tuottamiseen kaukolämmöllä.

Tehtyjen laskelmien perusteella voidaan todeta, että sähkön hinta ei saa nousta yli 0,22 €/kWh silloin kun järjestelmällä halutaan säästää. Laskelmien perusteella voidaan todeta, että järjestelmä tuo säästöä. Kokonaissäästö taloyhtiölle muodostuu järjestelmän tuoman säästön ja energia-avustusten tuomien säästöjen perusteella.

Asiasanat: hybridi-LTO, kaukolämpö, energiansäästö

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Bachelor of Engineering
Degree Programme in Building Services

Author(s): Tapio Väänttilä
Title of thesis: Energy Saving of Hybrid Heat Recovery System
Supervisor(s): Mika Syväniemi
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2023
Number of pages: 26

In this thesis the hybrid heat recovery system is overviewed in a residential apartment building which was built in 1960s. The thesis focuses on energy savings that are achieved through a hybrid heat recovery system. The energy is taken from the exhaust air. The objective and goal for this thesis is to determine when the hybrid system is cost-effective.

In the investigation the cost of energy achieved through the hybrid recovery system and the cost of energy by district heating are compared. The investigation was performed during As Oy Pyykösjärvi piping renovation project. As result of the investigation, it was determined that energy savings could be achieved through the heat recovery system if the electricity price does not exceed 0.22 €/kWh. The overall savings for the housing cooperative are derived from the system itself and the savings generated through energy subsidies.

Keywords: Hybrid heat recovery system, district heating, energy saving

ALKULAUSE

Tämän opinnäytetyön aihe oli erittäin mielenkiintoinen ja osittain haasteellinenkin. Haluan kiittää taloyhtiötä mahdollisuudesta tutkia hybridilämmitysjärjestelmän toimintaa. Lisäksi haluan kiittää kohteen urakoitsijaa LVI-Palvelu Pitkälä OY:tä mahdollisuudesta osallistua hankkeen toteutukseen ja erityisesti hankkeen KVV-vastaavaa Henrik Määttä, jolta sain tukea työhön.

Oulun ammattikorkeakoulusta haluan kiittää työn ohjaajaa Mika Syväniemeä ja viestinnän lehtori Pirjo Partasta asiantuntevasta ohjauksesta työhön sekä Oamkin opettajia ansiokkaasta opetuksesta opiskelujeni aikana.

Erittäin suuri kiitos läheisilleni saamastani tuesta ja kannustuksesta koko opintojeni aikana.

Oulussa 17 toukokuuta 2023

Tapio Vänttilä

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	HYBRIDILÄMMITYS.....	8
3	KOHTEEN TIEDOT	9
3.1	Öljylämmitys	10
3.2	Kaukolämmitys.....	10
3.3	Ilmanvaihto.....	11
4	KOHTEEN HYBRIDIJÄRJESTELMÄ.....	12
4.1	HybridiHEAT-järjestelmä	12
4.2	Lämmin käyttövesi.....	13
4.3	Lämmitys.....	14
4.4	Järjestelmän lämpöpumppu	15
4.5	LTO-järjestelmä.....	16
5	KOHTEEN ENERGIANKULUTUS	18
5.1	Vanhan järjestelmän energian kulutus.....	18
5.2	Hybridijärjestelmän energiankulutus.....	18
6	HYBRIDIJÄRJESTELMÄLLÄ TUOTETTU SÄÄSTÖ	20
7	ENERGIA-AVUSTUKSET	24
8	YHTEENVETO	25
	LÄHTEET.....	26

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää vuonna 1968 valmistuneen asuinkerrostalon hybridilämmitysjärjestelmän tuomaa energiansäästöä. Hybridilämmitysjärjestelmän energiansäästöllä saadaan rakennuksen energiatehokkuutta paremmaksi, jonka myötä voidaan hakea erilaisia energia-avustuksia. Energiatehokkuus pienentää taloyhtiön lämmityskustannuksia energian hintojen noustessa. Euroopan epävakaa taloustilanne on aiheuttanut epävarmuutta energiamarkkinoilla koko Euroopan alueella. Tämä on aiheuttanut energian hintojen nousua, joka aiheuttaa huolta yksityisille henkilöille ja yrityksille.

Kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttama ilmastonmuutos haastaa koko energiantuotannon. Energian tuotantoa ja käyttöä ohjaamaan on asetettu tavoitteita kasvihuonekaasujen vähentämiselle, uusiutuvan energian lisäämiselle ja energiatehokkuuden parantamiselle. Näiden haasteiden ja tavoitteiden myötä kaukolämmityksen rinnalle on noussut erilaisia hybridilämmitysmuotoja.

Työn kohteena on asuinkerrostalo, joka on valmistunut vuonna 1968. Kohteen alkuperäisenä lämmönlähteenä on ollut öljylämmitys. Öljylämmityksestä kaukolämpöverkkoon on liitytty vuonna 1974. Kohteeseen tehtiin vuonna 2022 linjasaneeraus, jonka yhteydessä käyttövesiverkosto uusittiin, vaihdettiin patteriventtiilit ja asennettiin HybridiHEAT-järjestelmä, jonka toimitti suomalainen HögforsGST OY. Kohteen linjasaneerausurakan toteutti LVI-Palvelu Pitkälä OY.

Työn tutkimusaika oli joulukuu 2022 – maaliskuu 2023.

2 HYBRIDILÄMMITYS

Hybridilämmitys on tulevaisuuden vaatimuksiin vastaava lämmitysjärjestelmä, joka mahdollistaa erilaisten lämmönlähteiden yhdistämisen toimivaksi kokonaisuudeksi. Lämmitysjärjestelmän valinnassa kannattaa selvittää juuri kohteena olevan kiinteistön tarpeisiin sopivin ratkaisu. Hybridilämmitys on suunniteltu vähentämään sekä kokonaisenergian kulutusta että ostoenergian määrää. Esimerkiksi jos maalämpöpumpun käyttämä sähkö on kalliimpaa kuin kaukolämpö, järjestelmä käyttää kaukolämpöä lämmitykseen. Halvan sähkön aikoina järjestelmä taas lisää maalämpöpumppujen tehoa. Sama logiikka toimii myös muissa lämmönlähteissä kuten esimerkiksi kaukolämpöä ja poistoilman lämmön talteenottoa hyödyntävissä hybrideissä. (1.)

Vanhoissa kiinteistöissä lämmöntarve on usein suurempi talvella kuin uudemmissa rakennuksissa. Suurin osa energiansäästöratkaisuista tehdään lämpöpumpuilla. Lämpöpumpulla ei pystytä energiatehokkaasti tuottamaan yli +55 °C vettä. Lämmöntarpeen noustessa talvella korkealle lämpöpumppu ei enää yksin pysty tuottamaan tarvittavaa tehoa kiinteistöön. Hybridijärjestelmässä energiansäästöä tekevän järjestelmän rinnalla täytyy olla jokin toinen lämmitysmuoto, esimerkiksi kaukolämpö, joka turvaa lämmityksen ja käyttöveden tarpeen tuottamisen kaikissa olosuhteissa. (2.)

Energiansäästöön liittyvät ratkaisut kehittyvät koko ajan. Oikein suunniteltu hybridijärjestelmä huomioi jo tulevaisuuden tarpeita. Hybridijärjestelmän muuttaminen tulevaisuuden tarpeisiin on huomattavasti helpompaa ja edullisempää. Esimerkiksi kaukolämmön kustannusten noustessa kohuttoman kalliiksi voidaan järjestelmä muuttaa käyttämään jotain vaihtoehtoista lämmitystapaa.

Hybridijärjestelmällä tavoitellaan yleisesti pienempää lämmityskustannusta, riippumattomuutta yhdestä lämmönlähteestä, energiaomavaraisuutta ja ympäristöystävällistä energiatuotantoa.

3 KOHTEEN TIEDOT

Tämän opinnäytetyön kohteena oleva asuinkerrostalo sijaitsee Oulussa, Puolivälikankaan kaupunginosassa. Rakennuksen valmistumisvuosi on 1968. Lämmitetty nettoala rakennuksessa on 6539 m² ja rakennustilavuus 20800 m³. Rakennuksessa on kuusi kerrosta, joista viisi ylintä kerrosta on asuinkerroksia, joissa on asuntoja 75, sekä pohjakerros, jossa on taloyhtiön yhteisiä tiloja. Pohjakerroksessa sijaitsee tekniset tilat, taloyhtiön varastotiloja, yhteiset sauna- ja pesutilat, kerhotilat ja siivousvarasto. Lisäksi taloyhtiössä on 15 autotallia, jotka sijaitsevat pohjakerroksessa. Taloyhtiön väestönsuojatilat ovat maanpinnan alapuolisessa kellarikerroksessa. Kohteen alkuperäinen lämmitysjärjestelmä on ollut öljylämmitys ja lämmönjakomuotona vesikiertoinen patterilämmitys. Patterit ovat teräslevypattereita, jotka ovat sijoitettu pääosin ikkunoiden alle. Lämpöjohtoputkisto on teräsputkea. Kuvassa 1 näkyy työn kohteena oleva asuinkerrostalo.



KUVA 1. Työn kohteena oleva asuinkerrostalo.

3.1 Öljylämmitys

Kohteen alkuperäinen lämmitysmuoto on ollut öljylämmitys, jossa on ollut 4m³ varaaja varastoi-
massa lämpöenergiaa. Sen aikainen lämmitysjärjestelmä vaati reilusti enemmän tilaa lämmönja-
kokuoneeseen kuin esimerkiksi nykyaikainen kaukolämmön alajakokeskus.

Öljylämmitteisessä rakennuksessa lämmöntuotto tapahtuu öljykattilassa. Järjestelmään kuuluvat
kattilan lisäksi öljypoltin, öljysäiliö, savuhormi sekä säätö- ja hallintalaitteet. Öljylämmitysjärjestelmä
on erinomainen pohja lämmitysmuodon muutoksille. Työn kohteena olevan asuinkerrostalon läm-
mönjakuhuone oli alkuperäisen lämmitysjärjestelmän perusteella rakennettu tilavaksi, joka oli riit-
tävän kokoinen muutoksia varten.

3.2 Kaukolämmitys

Kaukolämpöverkkoon työn kohteena oleva asuinkerrostalo on liitetty 1974. Oulussa kaukolämmi-
tystoiminta on aloitettu vuonna 1969 (3, s 12). Lämmitysmuodoista kaukolämmitys on yleisin Suo-
messä. Kaukolämmöllä tuotettiin vuonna 2018 noin 46 % Suomen asuin- ja palvelurakennusten
lämmitysenergiasta. Suomessa kaukolämpöverkko on 166 kunnassa toiminnassa. (4.)

Kaukolämpöala käy historiansa suurinta murrosta tällä hetkellä, kun ala pyrkii kaikin keinoin kohti
vähäpäästöistä energiantuotantoa. Kaukolämmön tuotantotapoina yleistyvät erilaiset lämpöpum-
put sekä ns. hybridiratkaisut, joissa ainakin osa kaukolämmöstä tuotetaan muilla kuin polttoon pe-
rustuvilla ratkaisuilla. Teollisuuden ylijäämälämpöä ja esimerkiksi jätevesien lämpöä voidaan hyö-
dyntää lämpöpumppujen avulla kaukolämmöksi. Hiilineutraalien lämmönlähteiden osuus kauko-
lämmössä on jo lähes puolet (5). Työn kohteena olevan asuinkerrostalon lämmitysmuoto muutettiin
linjasaneerauksen yhteydessä kaukolämmityksestä hybridilämmitysjärjestelmäksi. Nykyinen läm-
mitysjärjestelmä käyttää edelleen kaukolämpöä silloin, kun energiantarve on suurempi kuin mitä
hybridilämmitysjärjestelmä pystyy tuottamaan. Hybridilämmitysjärjestelmä pienentää kohteen kau-
kolämmön kulutusta ja sen seurauksena kaukolämmön energiantuotannon kasvihuonepäästöt pie-
nenevät.

3.3 Ilmanvaihto

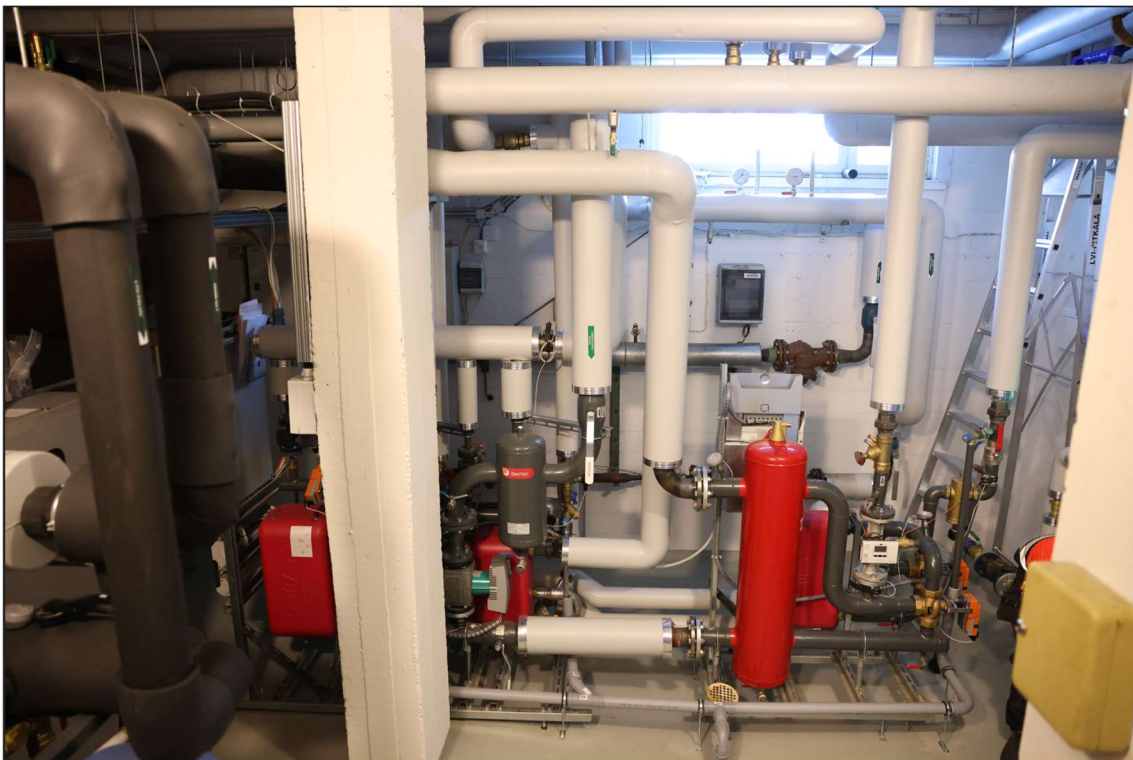
Työn kohteena olevan asuinkerrostalon ilmanvaihto on toteutettu koneellisena poistoilmanvaihtona. Asuinhuoneistojen lämpötila kohteessa oli noin 22 °C. Asuinkerrosten poistoilma on johdettu ullakkokerrokseen tiilimuurattuja hormoneja pitkin, jossa ne yhdistyvät ja siirtyvät betonikanavaa pitkin kahteen erilliseen kammioon, jotka lävistävät vesikaton. Kammioissa on ollut huippumurit, jotka puhaltavat ilman betonipiippuja pitkin ulkoilmaan. Tiilimuuratut hormit ovat sijoitettu asuinhuoneistojen kylpyhuoneisiin erillisenä osastona. Hormeista on otettu poistoilmaventtiilit asuntokohtaisesti kylpyhuoneisiin sekä keittiöön. Korvausilma on otettu suoraan ulkoseinään asennetun korvausilmaventtiilin kautta.

Suomen asuinkerrostalokannasta suurin osa on rakennettu vuonna 1960–1990. Silloin ilmanvaihto toteutettiin asuinrakennuksissa pääasiassa koneellisena poistoilmanvaihtona ilman lämmöntalteenottoa. Korvausilma otettiin yleisesti ikkunoiden korvausilma-aukkojen kautta. Korvausilmaa ei esilämmitetty millään tavalla, vaan se lämmitettiin rakennuksen muun lämmityksen avulla.

Vuonna 1960–1980 rakennetuissa asuinkerrostaloissa ilmanvaihdon lämmitysenergiatarve on ollut 36–37 % rakennuksen koko lämmitysenergiatarpeesta (3, s. 19). Kaukolämmön halvan hinnan vuoksi energian hukkaamiseen ei ole kiinnitetty huomiota. Poistoilmassa oleva lämpöenergia puhallettiin suoraan hukkaenergiana ulos kerrostaloista.

4 KOHTEEN HYBRIDIJÄRJESTELMÄ

Hybridijärjestelmän kannalta kohteen lämmönjakohuone oli lähes optimaalisen kokoinen, koska aiemmin on ollut tilaa vievä öljylämmitys. Vanhat öljykattilat ja varaaja yhdessä ovat tarvinneet huomattavasti enemmän tilaa kuin pelkkä kaukolämmön lämmönjakokeskus. Hybridijärjestelmä toimitettiin kohteeseen seitsemänä eri yksikkönä, jotka liitettiin toisiinsa lämmönjakohuoneessa ja vesikatolla. Kaukolämpölaitteet on mitoitettu paikkakunnan mitoituslämpötilan -32 °C mukaan rakennuksen lasketun tehontarpeen perusteella (6.) Kuvassa 2 on näkymä kohteen lämmönjakohuoneesta.

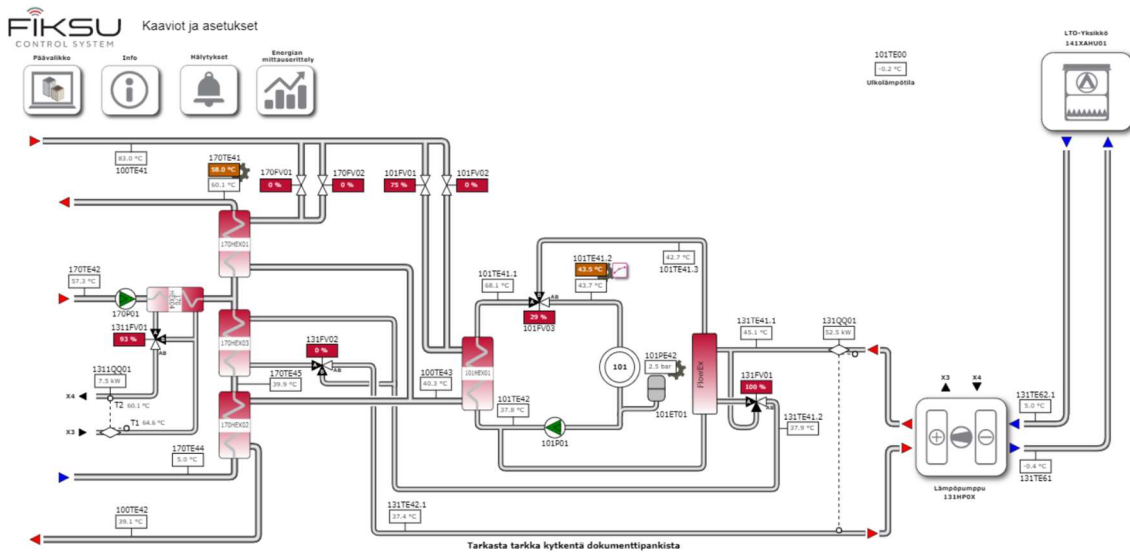


KUVA 2. Näkymä As Oy Pyykösjärven lämmönjakohuoneesta.

4.1 HybridiHEAT-järjestelmä

Kiinteistön hybridijärjestelmänä toimii HögforsGST:n toimittama hybridiHEAT-järjestelmä. Järjestelmä sisältää kokonaisuuden, jolla tuotetaan kaikki kiinteistön tarvitsema lämmitys ja lämmin käyttövesi. Järjestelmää ohjataan Fiksu-ohjausjärjestelmällä, jonka on kehittänyt HögforsGST. Koko

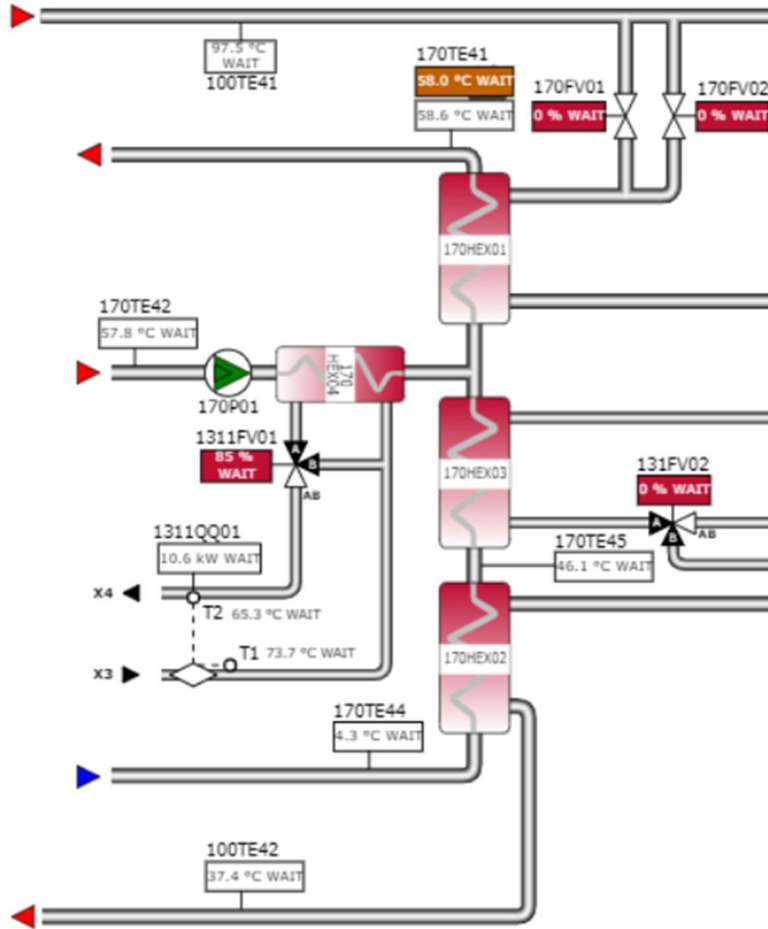
järjestelmää voidaan säätää ja ohjata etäyhteydellä FiksuWeb-käyttöliittymän kautta (7.) Kuvassa 3 on näkymä Fiksu-ohjausjärjestelmän automaationäkymästä (8.)



KUVA 3. Fiksu-ohjausjärjestelmän automaationäkymä (8)

4.2 Lämmin käyttövesi

Lämpimän käyttöveden esilämmityksessä hyödynnetään lämpöpumpun tuottamasta lämmöstä osa, jota ei lämmityksessä pystytä hyödyntämään. Lopulliseen lämpötilaan lämmin käyttövesi lämmitetään kaukolämmöllä, jos lämpöpumpun tuottama lämpö ei riitä. Jos lämpöä on saatavissa lämpöpumpun tuottamana, kuvassa 4 näkyvä säätöventtiili 131FV02 aukeaa ja ohjaa virtauksen kulkemaan lämmönsiirtimen 170HEX03 kautta. (8.) Kuvassa 4 näkyvän menoveden lämpötila-anturin 170TE41 mittauksen perusteella säädin säätää kaukolämmön säätöventtiileitä 170FV01 ja 170FV02 sarjassa pitäen lämpimän käyttöveden lämpötilan asetusarvossaan. Lämpimän käyttöveden kierron paluun lämmityksessä hyödynnetään lämpöpumppujärjestelmän tulistuslämpöä.

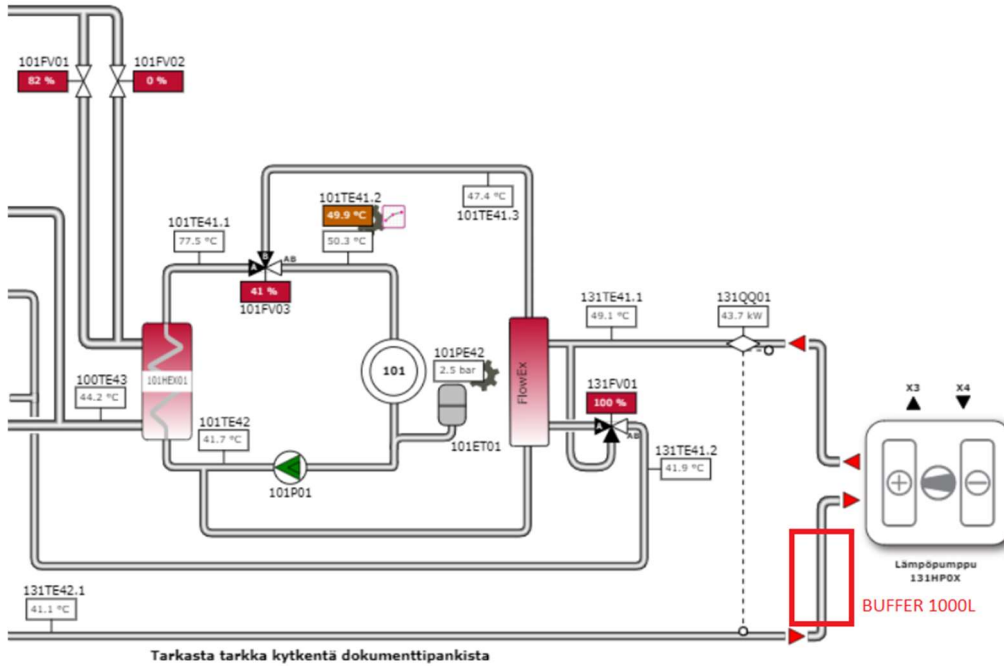


KUVA 4. Fiksu ohjausjärjestelmän automaationäkymä käyttöveden lämmityksen osalta (8)

4.3 Lämmitys

Lämpöpumpun tuottamaa lämpöä hyödynnetään ensisijaisesti lämmityspiiriin käyttöön. Jos lämpöpumpun tuottama lämpö ei riitä, lisälämmönlähteenä käytetään kaukolämpöä. Kaukolämmön lisätehon käyttöönotto näkyy kuvassa 5. Kaukolämmön säätöventtiileitä 101FV01 ja 101FV02 avattaessa avautuu myös säätöventtiili 101FV03, joka ohjaa lämmityspiiriin veden kulkemaan kaukolämpösiirtimen 101HEX01 kautta. Järjestelmään on asennettu 1000-litrainen GST Buffer -puskurivaraaja, joka on sijoitettu kuvassa 5 näkyvälle paikalle. (8.) Puskurivaraajan tarkoitus järjestelmässä on tasata lämpöpumpulle tulevan veden lämpötilaa.

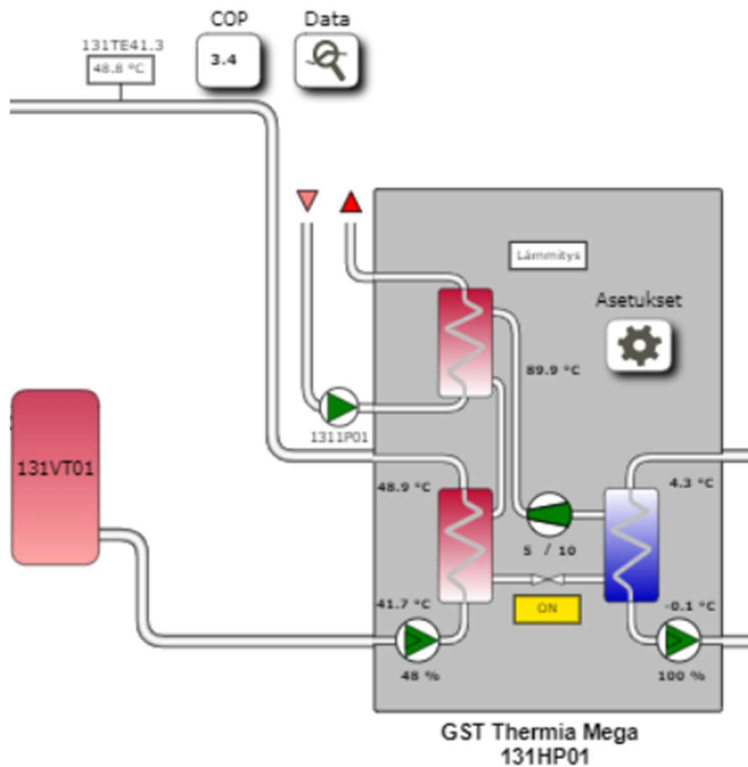
Linjasaneerauksen yhteydessä kohteen patteriventtiilit ja termostaatit uusittiin. Lämmitysverkosto säädettiin keväällä 2023.



KUVA 5. Fiksu ohjausjärjestelmän automaationäkymä lämmityksen osalta (Muokattu) (8)

4.4 Järjestelmän lämpöpumppu

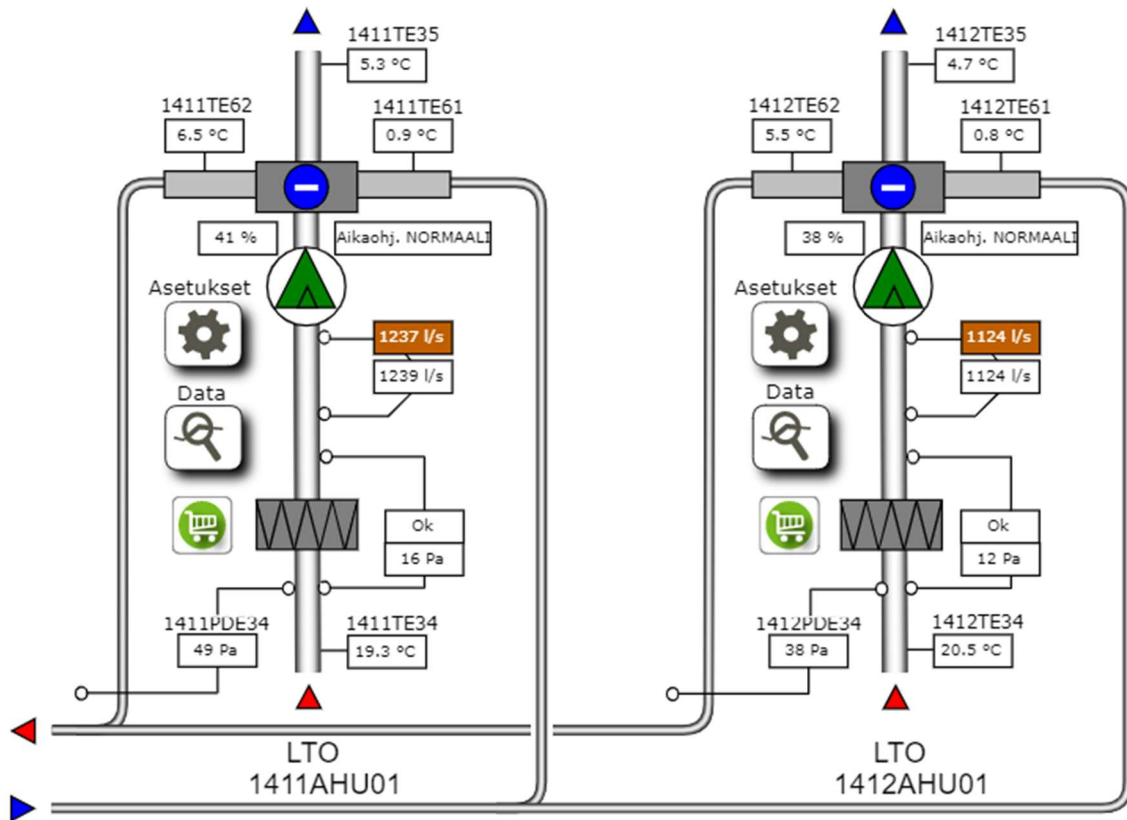
Osana HybridiHEAT-järjestelmää kiinteistöön on asennettu HögforsGST Oy:n toimittama Thermia XL lämpöpumppu. Kylmäaineena lämpöpumpussa on R410A. Lämpöpumpulle syötetään energiaa poistoilmasta talteen otetusta energiasta. Kompressorin lämpöpumpussa on invertteriohjattu, jolloin sen tehoa voidaan säätää mahdollisimman optimoidusti. Kuvassa 6 on näkymä Fiksu-ohjausjärjestelmän lämpöpumpusta (8.)



KUVA 6. Fiksu ohjausjärjestelmän näkymä lämpöpumpusta (8)

4.5 LTO-järjestelmä

Kiinteistöön on asennettu kaksi HögfostGST Oy:n valmistamaa lämmöntalteenottolaitetta vesikattolle. Laitteiden yhteenlaskettu laskennallinen mitoituslämmöntalteenottoteho on 61 kW. LTO-yksiköissä on kuvassa 7 näkyvät komponentit, joista pääkomponentteja ovat suodatin, puhallin ja LTO-kennosto (8). Lämmönkeruupiiriin lämmönkeruunesteenä käytetään propyleeniglykoli-vesiseosta, jossa propyleeniglycolin osuus on 30 % (7).



KUVA 7. Fiksu ohjausjärjestelmän näkymä LTO:sta (8)

5 KOHTEEN ENERGIANKULUTUS

Oulun energialta saadun kaukolämmityksen käyttäjäraportin perusteella työssä voitiin verrata historiatietoja kaukolämmön kulutuksesta (9). Kaukolämpöraportin perusteella laskettiin vuosien 2018–2022 kuukausittainen keskiarvokulutus joulukuun, tammikuun, helmikuun ja maaliskuun osalta (MWh/kk).

Hybridijärjestelmän kaukolämmön energiankulutus saatiin suoraan kaukolämmön kulutuslaskun perusteella. Helmikuussa hybridijärjestelmän 3-tieventtiili 101FV03, joka ohjaa lämpöpumpulta tulevaa energiaa lämmityspiiriin käyttöön, on ollut tuntemattomasta syystä käsiajolla kaukolämmölle 8.–19.02.2023. Tämän takia lämpöpumppu on ollut pois käytöstä saman ajan.

Sähkönkulutus saatiin suoraan hybridijärjestelmän omien mittausten perusteella. Järjestelmä mittaa lämpöpumpun, kiertovesipumppujen ja puhaltimien sähkönkulutusta.

5.1 Vanhan järjestelmän energian kulutus

Kaukolämmön käyttäjäraportin mukaan vuoden 2018–2022 keskiarvokulutus/kk on ollut

• Joulukuu	94,3 MWh
• Tammikuu	113,2 MWh
• Helmikuu	105,3 MWh
• Maaliskuu	94,4 MWh

5.2 Hybridijärjestelmän energiankulutus

Kaukolämmön kulutus hybridijärjestelmällä

• Joulukuu	2022	70,2 MWh
• Tammikuu	2023	51,4 MWh
• Helmikuu	2023	69,93 MWh
• Maaliskuu	2023	53,28 MWh

Sähkönkulutus hybridijärjestelmällä

- Joulukuu 2022 11,4 MWh
- Tammikuu 2023 12,0 MWh
- Helmikuu 2023 6,0 MWh
- Maaliskuu 2023 10,5 MWh

Sähkönkulutus vertailuaikana yhteensä 39,9MWh

6 HYBRIDIJÄRJESTELMÄLLÄ TUOTETTU SÄÄSTÖ

Työssä verrattiin lämpöpumpulla tuotetun energian hintaa kaukolämmöllä tuotettuun energian hintaan. Karkeasti voidaan ajatella näin: kun lämpöpumpun keskimääräinen SCOP-arvo (kaava 1) kerrotaan kaukolämmön energian hinnalla (€/kWh), saadaan arvo, jonka yli sähkön hinta (€/kWh) ei saa nousta silloin, kun lämpöpumpun tuottamalla energialla halutaan säästää (kaava 2). Esimerkiksi kaukolämmön energian hinta on 0,066 €/kWh ja lämpöpumpun keskimääräinen SCOP-arvo 3,4. Kaavalla 2 laskettuna näiden tuloksi saadaan 0,22 €/kWh, joka on raja-arvo. Tämä tulos ei saa ylittyä sähkön hinnalle silloin, kun lämpöpumpun tuottama energia on halvempaa verrattuna kaukolämmöllä tuotettuun energiaan.

KAAVA 1. SCOP-arvon laskeminen

$$SCOP - arvo = \frac{\text{tuotettu energia (MWh)}}{\text{kulutettu energia (MWh)}}$$

jossa

tuotettu energia (MWh) = lämpöpumpulla tuotettu energia

kulutettu energia (MWh) = lämpöpumpun kuluttama energia

$$\frac{135,9 \text{ MWh}}{39,9 \text{ MWh}} = 3,4$$

KAAVA 2. Raja-arvon laskentakaava sähkön hinnalle €/kWh

$$\text{Sähkön raja - arvo} = \frac{\text{€}}{\text{kWh}} * SCOP$$

jossa

€/kWh = kaukolämmön energian hinta

SCOP = lämpöpumpun kesimääräinen SCOP-arvo

$$0,066 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} * 3,4 = 0,22 \text{ €/kWh}$$

Taulukossa 1 näkyy lämpöpumpulla tuotetun energian tuoma säästö kuukausitasolla (€/kk). Ensiksi on laskettu lämpöpumpulla tuotetun energiamäärän kustannus, jos se olisi tuotettu kaukolämmöllä (kaava 3). Lämpöpumpulla tuotetun energian määrää (MWh/kk) ja sen kustannusta (€/kk) verrattiin vastaavan energiamäärän tuottamiseen ja sen kustannuksiin silloin, jos se olisi tuotettu kaukolämmöllä. Koska lämpöpumppu toimii sähköllä, sen kuukausittainen energiakustannus on otettava huomioon säästöä laskettaessa. Lämpöpumpun käytön tuoma kustannussäästö on laskettu siten, että lämpöpumpun kuluttaman energian kustannus on vähennetty siitä kustannuksesta, jos sama energiamäärä olisi tuotettu pelkästään kaukolämmöllä (kaava 4).

KAAVA 3. Lämpöpumpulla tuotetun energian kustannus, jos se olisi tuotettu kaukolämmöllä €/kk

*Lämpöpumpun tuottaman energiamäärän hinta kaukolämmöllä tuotettuna =
Tuotettu energiamäärä $\left(\frac{MWh}{kk}\right) * Hinta \left(\frac{€}{MWh}\right)$*

jossa

tuotettu energiamäärä = lämpöpumpun tuottama energiamäärä (MWh/kk)

hinta = kaukolämmön hinta (€/MWh)

KAAVA 4. Lämpöpumpulla tuotettu säästö €/kk

Lämpöpumpulla tuotettu säästö = Hinta $\left(\frac{€}{kk}\right) - Kustannus \left(\frac{€}{kk}\right)$ (Kaava 4)

jossa

hinta = lämpöpumpun energiamäärän hinta kaukolämmöllä tuotettuna (€/kk)

kustannus = lämpöpumpulla tuotetun energiamäärän kustannus (€/kk)

Lämpöpumppujärjestelmällä tuotettu energiamäärä ja sähkönkulutus saatiin järjestelmän omien mittaus tulosten kautta. Järjestelmän käyttämän energian kustannus kuukausitasolla saatiin energian kulutuksen ja sähkön hinnan perusteella. Sähkön hinta vaihteli joulukuun ja maaliskuun välisenä aikana 0,11 €/kWh–0,17 €/kWh. Kaukolämmön energian kulutus saatiin energialaitoksen las-
kutustietojen perusteella. Tuotetun lämmityksen yhteishinta saatiin käytetyn kaukolämmön ener-
gian hinnan ja lämpöpumppujärjestelmän kuluttaman sähkön hinnan summana. Käytetyn kauko-
lämmön kustannusosuus koko lämmityskustannuksesta prosentteina saatiin vertaamalla

kaukolämmityksen aiheuttaman kustannuksen osuutta koko järjestelmän lämmityskustannukseen. Vastaavasti lämpöpumppujärjestelmän kustannusosuus prosentteina saatiin vertaamalla lämpöpumppujärjestelmän kuluttaman sähkön kustannusta koko järjestelmän lämmityskustannukseen. Lämpöpumpulla tuotetun energian hinta (kaava 5) saatiin jakamalla lämpöpumppujärjestelmän sähkönkulutuksen hinta (€/kk) lämpöpumppujärjestelmällä tuotetulla energiamäärällä (MWh/kk).

KAAVA 5. Lämpöpumpulla tuotetun energian hinta €/MWh

$$Hinta = \frac{\text{Sähkön hinta kuukaudessa (€/kk)}}{\text{Tuotettu energiamäärä kuukaudessa (MWh/kk)}} \quad (\text{Kaava 5})$$

jossa

sähkön hinta kuukaudessa = lämpöpumpun sähkön hinta kuukaudessa (€/kk)

tuotettu energiamäärä kuukaudessa = lämpöpumpulla tuotettu energiamäärä kuukaudessa (MWh/kk)

TAULUKKO 1. Hybridilämmitysjärjestelmän säästölaskelma

	Joulukuu	Tammikuu	Helmikuu	Maaliskuu	Yht.
Kaukolämmön hinta €/MWh	66,0	66,0	66,0	66,0	
Lämpöpumpulla tuotetun energian hinta €/MWh	49,4	33,7	43,8	33,1	
Kaukolämmön osuus lämmityskustannuksista %	72 %	75 %	86 %	77 %	
Lämpöpumpun osuus lämmityskustannuksista %	28 %	25 %	14 %	23 %	
Kaukolämmön hinta €/kk	4829,5	4118,8	5347,8	4238,7	18534,8
Lämpöpumpun sähkön-hinta €/kk	1850,1	1394,8	838,1	1255,0	5338,1
Tuotetun lämmityksen hinta yht. €	6679,6	5513,6	6185,9	5493,7	23872,9
Lämpöpumpulla tuotettu energiamäärä MWh/kk	37,5	41,4	19,1	37,9	135,9
Vertailu: lämpöpumpulla tuotetun lämpöenergian hinta, jos se olisi tuotettu kaukolämmöllä €/kk	2473,7	2731,7	1263,2	2500,7	8969,4
Lämpöpumpulla tuotettu säästö €/kk	623,6	1336,9	425,1	1245,7	3631,3

Taulukosta 1 voidaan havaita, että hybridijärjestelmän tuottama säästö on neljän kuukauden ajalta 3631,3 €. Hybridijärjestelmän tuomaa säästöä verrattiin sen tuottaman energiamäärän tuottamiin kaukolämmöllä, josta vähennettiin hybridijärjestelmän käyttämä sähkönkustannus.

7 ENERGIA-AVUSTUKSET

Suomessa on useita eri energiatehokkuusohjelmia, joilla pyritään vähentämään rakennusten energiankulutusta ja siten myös ympäristövaikutuksia. Yksi näistä ohjelmista on energia-avustus, jonka tarkoituksena on edistää energiatehokkaiden ratkaisujen käyttöönottoa erityisesti vanhoissa rakennuksissa. (10.)

Energia-avustukset on tarkoitettu asuinrakennusten energiatehokkuutta parantaviin korjaushankkeisiin. Avustuksia voivat hakea taloyhtiöt, valtion tuella rahoitettuja vuokra-asuntoja ja asumisoikeusasuntoja omistavat yhteisöt, joille myönnetään perusparannukseen korkotukilainaa, sekä pientaloja omistavat henkilöasiakkaat. Avustusta ei voida myöntää muille taloudellista toimintaa harjoittaville yhteisöille tai yhteisöille, joiden osakkeista yli puolet on taloudellista toimintaa harjoittavien yhteisön omistuksessa. (10.)

Avustuksen myöntämisen ehtona on, että asuinrakennuksen energiatehokkuutta parannetaan tehtävillä toimenpiteillä. Tällä on myös vaikutusta avustuksen enimmäismäärään. Energiatehokkuuden mittaamisessa käytetään laskennallista energiatehokkuuden vertailulukua eli E-lukua (kWh/(m²a)). Rakennuksen energiatehokkuuden parantuminen todennetaan vertaamalla korjauksen jälkeistä rakennuksen E-lukua rakentamisajankohdan tai käyttötarkoituksen muutosvuoden E-lukuun eli lähtötasoon. (10.)

Energia-avustuksella voidaan tukea esimerkiksi lämmitysjärjestelmän uusimista, eristystöitä, ilmanvaihdon parantamista sekä aurinkopaneelien asennusta. Avustus voi kattaa osan tai koko hankkeen kustannuksista, ja sen suuruus vaihtelee yleensä hankkeen laajuuden ja kustannusten mukaan. (10.)

Työn kohteena olevan asuinkerrostalon korjausrahoitus saatiin vihreänä lainana Nordea pankilta, josta saatiin myös Verde-rahoitus. Vihreä laina mahdollisti yleistä tasoa alemman lainamarginaalin. Verde-rahoitus pienensi vielä lainamarginaalia 0,25 % (11).

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, milloin hybridijärjestelmää on kannattavaa käyttää. Laskelmien tuloksena voidaan todeta, että tänä vertailuajankohtana lämpöpumpun sähkön hinta ei saa nousta yli 0,22 €/kWh silloin, kun hybridijärjestelmällä halutaan säästää.

Hybridijärjestelmän tuomaa säästöä taloyhtiölle on vaikea hahmottaa, jos ei tunne koko asiakokonaaisuutta. Suorat laskennat näyttävät hybridijärjestelmän tuoman säästön. Taloyhtiön näkökulmasta säästöä tuovat lisäksi energialuokan parantuvuuden myötä saatava Aran avustus, joka tässä kohteessa oli merkittävä. Tähän kohteeseen korjaushankkeen rahoitus saatiin ns. vihreänä lainana, jolloin pankilta saadun lainan marginaali saatiin yleistä tasoa alemmaksi.

Opinnäytetyön kohteena olevan taloyhtiön pelkän hybridijärjestelmän kokonaissäästöä on haastava laskea. Taloyhtiöön vaihdettiin patteriventtiilit ja patteritermostaatit sekä asennettiin huoneistokohtaiset vesimittarit linjasaneerauksen yhteydessä, jotka tuovat myös energiansäästöä. Näiden osuutta ei ole huomioitu tässä työssä.

LTO-yksiköille menevä ilma on hiukan kylmempää kuin asuntojen sisäilma. Vanhat ilmanvaihdon betonikanavat ullakolla voivat vuotaa tai eristys voi olla alimitoitettua. Jatkotutkimuksissa tämä voisi olla yksi mahdollinen tutkimuskohde. Betonikanavat voisi sukittaa viemärikorjauksista tutulla sukitusmenetelmällä ja tutkia, onko eristys riittävä ullakkokanavissa. Tällä korjauksella voisi saada LTO-yksiköille menevän ilman pysymään lähes saman lämpöisenä kuin huoneistojen ilma on.

Hybridilämmitysjärjestelmät alkavat yleistymään kovaa vauhtia energia-avustusten ohjaamina. Järjestelmät ovat hyviä ja luotettavia sekä auttavat kohti päästötavoitteita. Järjestelmien suunnitteluun pitää kuitenkin paneutua kohdekohtaisesti. Se vaatii suunnittelijoilta sekä asiantuntijoilta energia-avustusten hakuvaiheessa tarkkaa työtä.

Tässä opinnäytetyössä seuranta-aika oli kohtuullisen lyhyt luotettavan säästölaskelman aikaansaamiseksi. Lisäksi Euroopan epävakaa taloustilanne aiheutti energian hintojen nousua ja heilumista siinä määrin, että laskelmien luotettavuus voidaan näiltä osin kyseenalaistaa.

LÄHTEET

1. Rakennamme.fi. Talotekniikka. Hakupäivä 28.4.2023. <https://www.rakennamme.fi/talotekniikka/hybridilammitys-on-tehokas-tapa-leikata-lammityslaskua/>.
2. Kantaputki 2023. Hybridi päivän sana, mitä tarkoittaa hybridilämmitys? Hakupäivä 3.5.2023. <https://www.kantaputki.fi/hybridi-paivan-sana-mita-tarκοittaa-hybridilammitys/>.
3. Mäkelä, Veli-Matti & Tuunanen, Jarmo 2015. Suomalainen kaukolämmitys. C:Oppimateriaalia–Study Material 16. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Hakupäivä 02.03.2023. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/97138/urnisbn9789515885074.pdf?sequence=1>.
4. Virta, Jani & Pylsy, Petri 2011. Taloyhtiön energiakirja. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy. Hakupäivä 24.02.2023. https://issuu.com/mediat/docs/taloyhtion_energiakirja.
5. Motiva 2019. Rakentaminen. Kaukolämpö. Hakupäivä 02.03.2023. https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/kaukolampo.
6. Suomen ympäristöministeriö 2018. 1010/2017. Liite 1. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. Helsinki. Hakupäivä 08.03.2023. <https://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/6800.pdf>.
7. HögforsGST Oy – As Oy Pyykösjärvi 2022. Kaukolämmön kytkentäkaavio. Sisäinen lähde.
8. HögforsGST Oy – As Oy Pyykösjärvi 2022. Fiksu-ohjausjärjestelmä. Sisäinen lähde.
9. Oulun Energia Oy. Kaukolämmön käyttäjäraportti 2022. Sisäinen lähde.
10. Ara 2023. Energia-avustukset taloyhtiöille. Hakupäivä 8.5.2023. https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat_ja_avustukset/Energiaavustus, linkki Energia-avustus taloyhtiöille.
11. Pietiläinen, Samuli. Taloyhtiön isännöitsijä. Isännöinti Vuorma OY. Puhelinkeskustelu 11.04.2023.