

ILMA-VESILÄMPÖPUMPUN MITOITUS HYBRIDIJÄRJESTELMÄSSÄ

Tommi Törmänen
Opinnäytetyö AMK
Kevät 2025
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä: Tommi Törmänen
Opinnäytetyön otsikko: Ilma-vesilämpöpumpun mitoitus hybridijärjestelmässä
Työn ohjaaja: Mikko Virpi
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2025
Sivumäärä: esim. 29 + 6 liitettä

Tämä on opinnäytetyö ilma-vesilämpöpumppujen mitoituksesta lämpöpumpun ja öljykattilan hybridilämmitysjärjestelmissä. Työssä oli tavoitteena selvittää, miten erilaiset muuttujat, kuten säävyöhyke ja energiankulutus, vaikuttavat lämpöpumpun tehomitoitukseen.

Työn aihealue rajattiin koskemaan vain ilma-vesilämpöpumpun ja öljykattilan hybridilämmitysjärjestelmää, koska hybridilämmityksen aihealue on todella laaja. Öljykattila on sähkökattilan lisäksi toteutukseltaan yksi helpoimmista hybridilämmitysjärjestelmän komponenteista johtuen sen automaattisesta lämpötilan säädöstä ja katkaisusta.

Työssä laskettiin kaksi erilaista rakennusten vertailutapausta, joissa verrattiin kahden energiankulutukseltaan samanlaisen kohteen mitoituksen eroja. Toisessa tapauksessa tarkasteltiin sitä, miten mitoitus eroaa, jos kyseessä onkin samanlaiset rakennukset, jotka sijaitsevat eri vyöhykkeillä.

Tehdyn työn myötä käsitys ilma-vesilämpöpumppujen mitoituksesta yleisesti kehittyi. Ilma-vesilämpöpumput tarvitsevat Suomessa aina rinnalleen tukilämmityksen, joka voi olla esimerkiksi öljykattila tai sähkövastus.

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Program in HVAC Building Services Engineering

Author(s): Tommi Törmänen
Title of thesis: Sizing of Air-To-Water Heat Pumps in Hybrid Heating Systems
Supervisor(s): Mikko Virpi
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2025
Number of pages: 29 + 6 appendices

This thesis focuses on the sizing of air-to-water heat pumps in hybrid heating systems that combine a heat pump and an oil boiler. The objective was to explore how factors such as climate zone and energy consumption affect the optimal heat pump capacity.

The study was limited to air-to-water heat pump and oil boiler combinations due to the broad scope of hybrid systems. An oil boiler was selected as a reference backup system because of its relatively simple integration and automatic temperature control. Oil boilers are also very familiar in Finland.

Two comparative case studies were conducted, both involving buildings with similar energy demands. One scenario examined how sizing differs based on geographical climate zones.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	5
2 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT	6
2.1 Lämmöntuotto	6
2.2 Lämmönjako	6
2.3 Lämmitysenergian varastointi	9
2.4 Sääto- ja ohjauslaitteet	10
3 HYBRIDIJÄRJESTELMÄ	11
3.1 Öljylämmitys	12
3.2 Ilma-vesilämpöpumput	13
3.3 Toimintaselostus	16
4 HYBRIDIJÄRJESTELMÄN MITOITUS	18
4.1 Lämmitysenergian tarpeen arviointi	19
4.2 Ilma-vesilämpöpumpun tehopeitto ja säästöpotentiaali	19
4.3 Säästöt ja kannattavuus	22
5 YHTEENVETO	25
LÄHTEET	27
LIITTEET	30

1 JOHDANTO

Suomessa suuri osa rakennuksista on yhä riippuvaisia vanhoista öljy-, puu- ja pellettilämmitysjärjestelmistä. Vanhoissa rakennuksissa lämmitys voi olla kustannustehokkuuden puolesta järkevää toteuttaa hybridijärjestelmällä. Jos rakennuksesta löytyy jo olemassa oleva öljylämmitys, voi siihen helposti liittää esimerkiksi ilma-vesilämpöpumpun vähentämään öljynkulutusta. Ilma-vesilämpöpumpulla (IVLP) voidaan tilanteen mukaan korvata jopa 80 prosenttia hybridilämmitykseen siirtyvän rakennuksen öljynkulutuksesta.

Jos rakennuksessa on jo valmiiksi vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä, voidaan kiinteistön lämmöntuottotapaa vaihtaa ja päivittää helposti. Vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän lisääminen onnistuu myös jälkeenpäin, mutta sen toteuttaminen on kallista.

Hybridilämmitysjärjestelmä voi koostua useista eri lämmönlähteistä ja lämmöntuottajista. Myös huonekohtainen sähkölämmitys voidaan toteuttaa hybridijärjestelmänä, jos tilaan asennetaan esimerkiksi ilmalämpöpumppu (ILP).

Tässä työssä perehdytään ilma-vesilämpöpumpulla ja öljykattilalla toteutettavan hybridilämmitysjärjestelmän mitoitukseen ilma-vesilämpöpumpun näkökulmasta. Työssä tarkastellaan myös sitä, minkälainen merkitys rakennuksen maantieteellisellä sijainnilla on mitoitukseen ja sitä kautta hybridijärjestelmän kustannuksiin.

2 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

Kylmien ja vaihtelevien sääolosuhteiden takia kiinteistöjä tulee Suomessa lämmitellä ja tarvittaessa myös jäähdyttää. Useimmissa kiinteistöissä tarvitaan myös käyttöveden lämmitystä.

Kiinteistöön tuodaan energiaa, joka muutetaan lämmöntuottolaitteessa lämmityksessä hyödynnettävään muotoon. Lämpöä voidaan myös tuottaa varastoon kustannussäästön tai lämmitystehontarpeen tasaamisen vuoksi. Lämpöenergia siirretään kiinteistöön lämmönjakojärjestelmän avulla. (1.)

2.1 Lämmöntuotto

Lämmöntuottaja muuttaa kiinteistöön tuotavan energian lämmityksessä hyödynnettäväksi lämpöenergiaksi. Erilaisia lämmönlähteitä ovat esimerkiksi sähkö, puu, polttoöljy ja ulkoilmaan tai maahan varastoitunut lämpöenergia.

Lämmöntuottajia ovat esimerkiksi erilaiset polttokattilat, kaukolämmön vaihdin tai erilaiset lämpöpumput, kuten ilma-vesilämpö- tai maalämpöpumput. Lämmöntuottajan valinnassa on syytä kiinnittää huomiota hankinta- ja käyttökustannusten lisäksi ympäristöystävällisyyteen, käyttömukavuuteen sekä energiakustannuksiin nyt ja tulevaisuudessa.

2.2 Lämmönjako

Lämmönjakojärjestelmän tehtävä on siirtää lämpöenergia kehityspaikasta sinne, missä lämpöä tarvitaan ja luovuttaa se käyttökohteeseen. Lämmönsiirtoaineena lämmönjakojärjestelmissä on joko kiertävä ilma tai vesi. Lämmönjakojärjestelmien osat ovat siirtoputkisto ja -kanavisto sekä huonetilojen ja tuloilman lämmityslaitteet.

Vesikiertoinen lämmönjako

Vesikiertoisessa lämmönjakoverkostossa lämpö siirretään ja jaetaan verkostossa kiertävän veden avulla. Vettä lämmitetään lämmöntuottolaitteella, minkä jälkeen vesi kierrätetään kiertovesipumpun avulla siirtoputkistoa pitkin lämmönluovuttajalle. Vesikiertoisessa lämmitysjärjestelmässä lämmönluovuttimia ovat esimerkiksi radiaattorit (kuva 1), konvektorit tai lattialämmitysputkistot.



KUVA 1. Radiaattorilla toteutettu lämmönluovutus (2)

Vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä on monipuolisempi verrattuna esimerkiksi huonekohtaisiin sähkölämmittimiin, koska lämmöntuottotapaa voi halutessaan vaihtaa ilman kalliita lisäkustannuksia. Lattialämmityksessä tarvitaan lähtökohtaisesti matalampaa menoveden lämpötilaa kuin patteri- tai ilmalämmitysverkostoissa johtuen sen suuresta lämmönluovutuspinnoalasta.

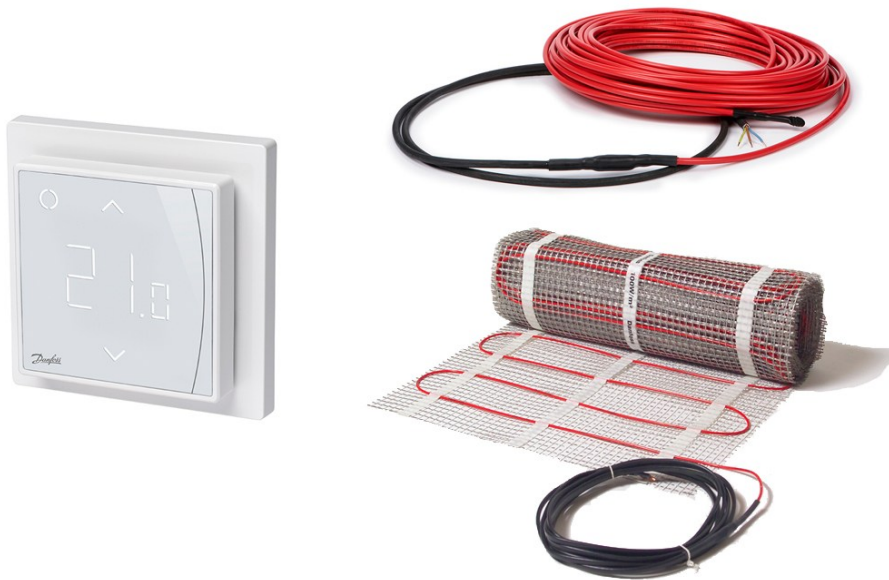
Ilmakiertoinen lämmönjako

Ilmakiertoinen lämmönjakoverkosto eroaa vesikiertoisesta lämmönjakoverkostosta siinä, että veden sijaan siirtoputkistossa ja lämmönluovuttimissa kierrätetään lämmitettyä ilmaa. Ilmalämmitys voidaan yhdistää kiinteistön

ilmanvaihtojärjestelmään tai toteuttaa ilmakiertoisena lattialämmityksenä. (3.) Lämpöpumppujen tapauksessa ilmakiertoista lämmönjakoa hyödynnetään ilmalämpöpumpuissa, joissa sisäyksikkö lämmittää lauhdutinkennon läpi virtaavaa huoneilmaa.

Huonekohtainen sähkölämmitys

Huonekohtaisessa sähkölämmityksessä lämmitysenergian tuotto ja lämmönjako tapahtuvat suoraan tilassa, jossa sähkölämmittimet sijaitsevat. Lämmityselementtiin tuodaan sähköenergiaa, joka saa elementin vastuksen lämpenemään ja lämmön vapautumaan lämmitettävään tilaan (kuva 2).



KUVA 2. Huonekohtaisen sähkölämmityksen termostaatti ja lämmityselementtejä (4)

Huonekohtainen sähkölämmitys on varmatoiminen, mutta käyttökustannuksiltaan kallis lämmitysmuoto. Sähkölämmitys vaatii myös vähemmän tilaa kuin esimerkiksi vesikiertoinen lämmitys, joten sen käyttö on joissain tapauksissa perusteltua. Uudiskohteissa kesäajan märkätilojen mukavuuslämmitys on kustannustehokas toteuttaa huonekohtaisella sähkölämmityksellä. (3.)

2.3 Lämmitysenergian varastointi

Lämmitysenergiaa voidaan tuottaa myös varastoon. Esimerkiksi sähkövastuksella voidaan halvan sähköenergian aikana lämmittää energiavaraajan (kuva 3) vettä korkeampaan lämpötilaan, jotta halvempaa energiaa voidaan hyödyntää, kun sähköenergian ostohinta on korkeampi.



KUVA 3. Akvaterm-energiavaraaja (5)

Myös talon betoniseen ala- tai välipohjalaattaan voidaan varastoida lämpöä lattialämmityksellä toteutetuissa ratkaisuissa. Tällaisissa tapauksissa varastoitu lämpö voi siirtyä myös huoneilmaan, joka voi aiheuttaa yllilämpöä kiinteistöön.

Puukattilan tai lämpöpumpun yhteyteen asennettu varaaja toimii energiapuskurina, joka pidentää laitteiden käyntijaksoja ja parantaa näin laitteiden hyötysuhdetta. Työssä myöhemmin esitetyissä kytkentäkaavioissa ei ole huomioitu lämpöpumppukytkentöjen mahdollista puskurivaraajaa.

2.4 Säätö- ja ohjauslaitteet

Kiinteistöjen lämmitystarve ei ole vaihtelevien sääolosuhteiden takia vakio, vaan lämmöntarve muuttuu ulkoilman olosuhteiden muuttuessa. Säätö- ja ohjauslaitteiden (kuva 4) tehtävä lämmitysjärjestelmissä on reagoida näihin vaihteleviin olosuhteisiin ja säätää kiinteistön lämmitysjärjestelmän lämpötiloja sen mukaan.



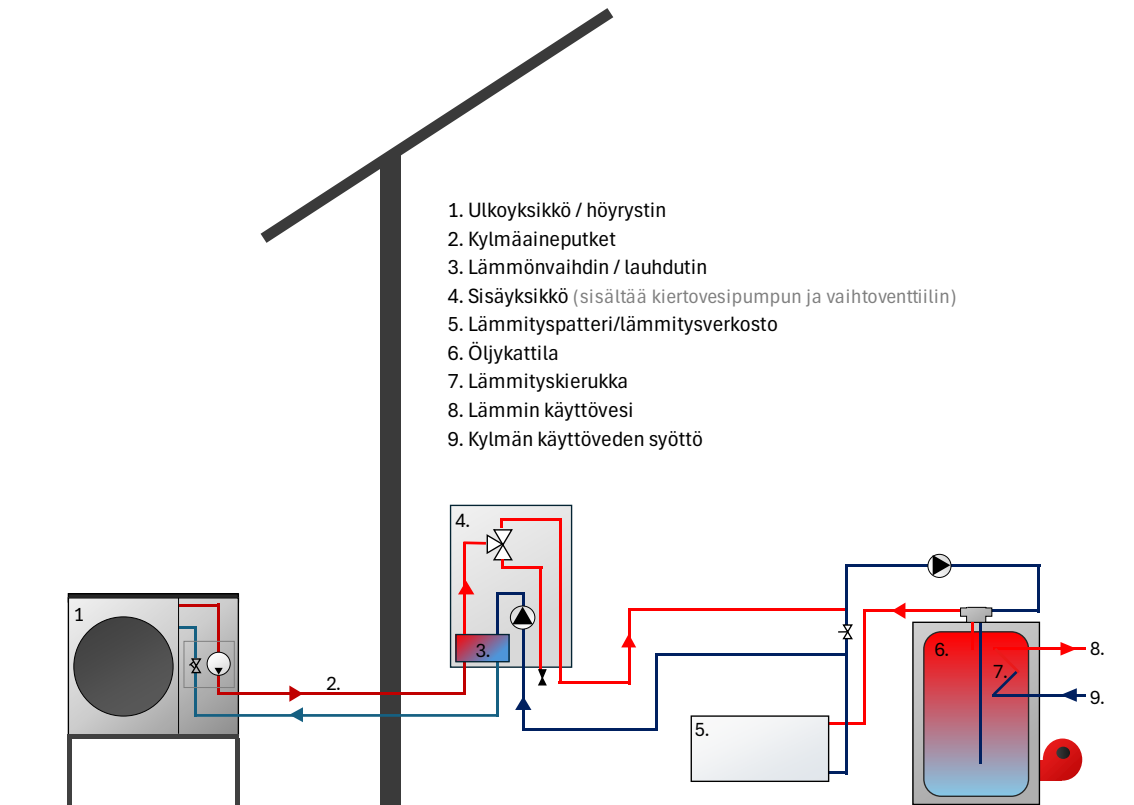
KUVA 4. Ouman EH-800B-lämmönsäätöyksikkö (6)

Säätö- ja ohjauslaitteita voivat olla erilaiset ulkolämpötilan mukaan toimivat säätöventtiilit, termostaatit tai kotiautomaatio, jolla voidaan lämmityksen lisäksi säätää myös muuta talotekniikkaa. Lämmitysverkostoissa menoveden lämpötilan ohjaus perustuu ulkoilman lämpötilaan. Ulkoilman jäähtyessä lämmitysverkostoon tarvittavan menoveden lämpötila kasvaa.

Ulkoilman lämpötilaa mitataan rakennuksen pohjoispuolelle sijoitetulla lämpötilanturilla. Lämmönsäätöyksikkö säätää moottoroidun säätöventtiilin asentoa niin, että säätöyksikköön asetellun säätökäyrän mukainen menoveden lämpötila saavutetaan.

3 HYBRIDIJÄRJESTELMÄ

Hybridilämmityksellä tarkoitetaan lämmitysjärjestelmää, jossa erilaisia lämmitysmuotoja yhdistetään toimimaan rinnakkain (kuva 5). Hybridilämmitys voi koostua kahdesta tai useammasta eri lämmöntuottajasta. Esimerkiksi lämpöpumppu voidaan yhdistää öljylämmitysjärjestelmään, jolloin saadaan käyttöön molempien järjestelmien hyödyt, mutta toisaalta voidaan kompensoida järjestelmien mahdollisia huonoja puolia. Lämmitysmuotojen vuorottelu voi tapahtua esimerkiksi vuodenajan tai vuorokauden sähköhinnan perusteella. (7.)

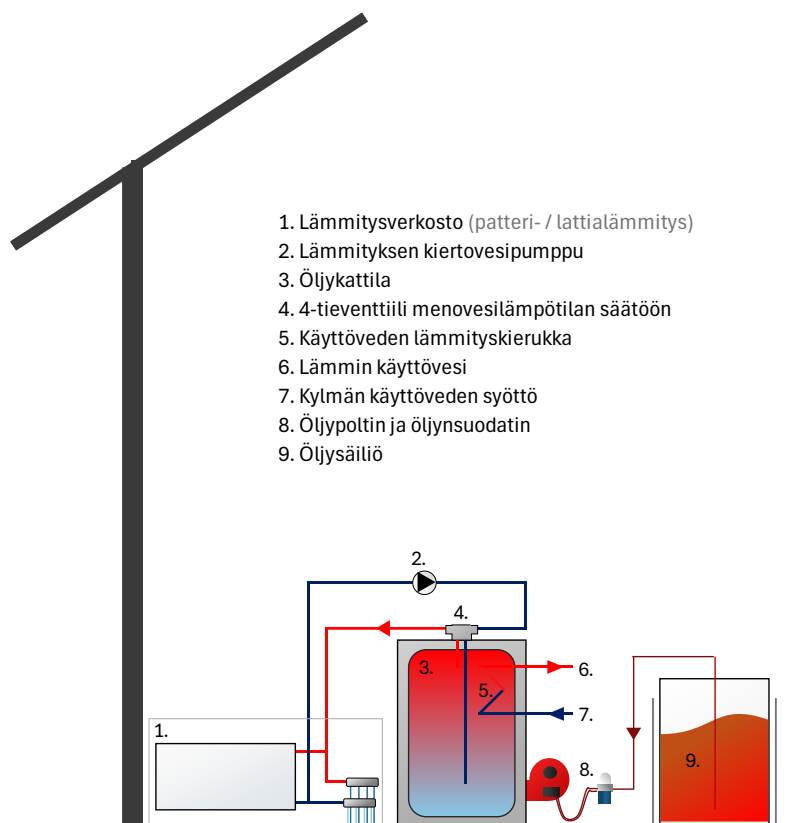


KUVA 5. Öljykattilan ja split-rakenteisen IVLP:n lämmitysverkon hybridikytkentä

Lämpimillä keleillä saadaan esimerkiksi ilma-vesilämpöpumpulla tehtyä lämmintä vettä lämmitykseen ja käyttöveeten, kun taas kovalla pakkasella lämpöpumpun hyötysuhde huononee ja kannattaa käyttää öljylämmitystä. Ilma-vesilämpöpumpun hyötysuhde riippuu ulkolämpötilasta, toisin kuin öljylämmityksen hyötysuhde, joka pysyy vakiona ympäri vuoden. (8.)

3.1 Öljylämmitys

Öljylämmitysjärjestelmä koostuu kattilasta, öljypoltimesta, öljysäiliöstä ja säätölaitteista. Öljylämmityskattilalla lämmitetään kattilan käyttövesikierukalla varustettua vesitilaa, jonka avulla saadaan tuotettua yhtä aikaa lämmitys ja lämmin käyttövesi. Tämän takia erillistä lämminvesivaraajaa ei välttämättä tarvita (kuva 6).

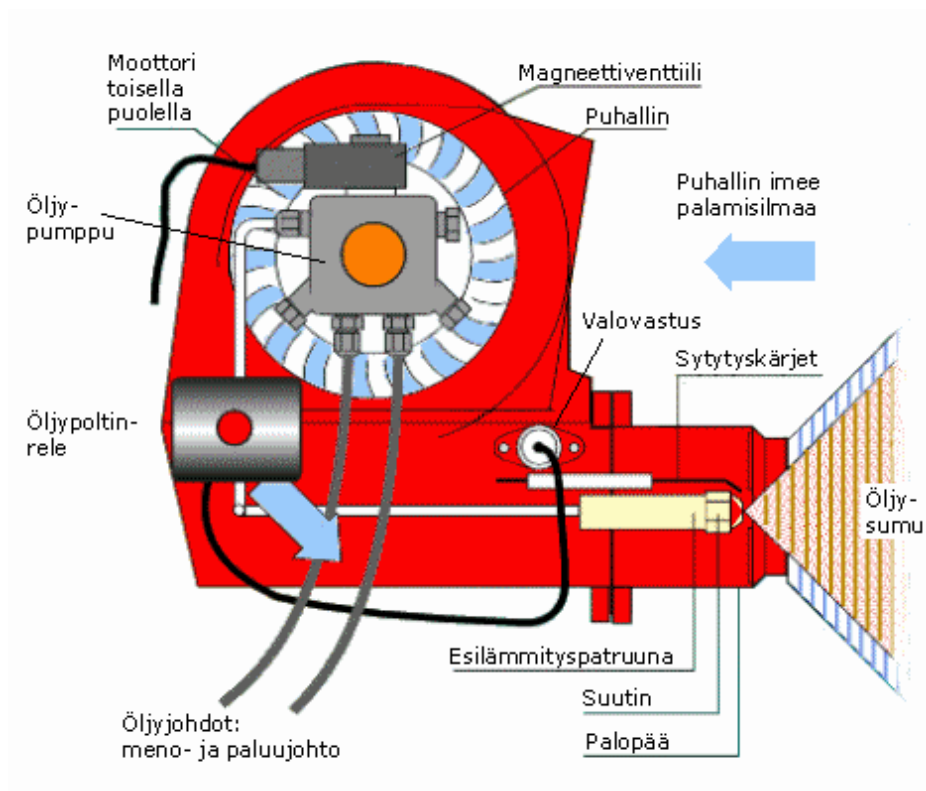


KUVA 6. Öljylämmityslaitteisto

Polttimen toimintaperiaate

Öljykattilan termostaatti antaa öljypolttimella käyntiluvan kattilaveden lämpötilan perusteella. Sähkömoottori käynnistyy ja alkaa pyörittää öljypumppua sekä ilmapuhallinta. Öljypumppu kehittää ruiskutuspaineen ja magneettiventtiili avautuu päästäten öljyn esilämmityspatruunan läpi suuttimeen ja suuttimeesta sumuna eteenpäin tulipesään.

Öljysumu ja puhallettu ilma sekoittuvat palopään jälkeen ja korkeajännitteinen sähkövirta sytyttää öljysumun sytytyskärkien välille syntyneen kipinän avulla (kuva 7). (9.)



KUVA 7. Öljypolttimen toiminta (9)

Jos liekki ei syty, valovastus havaitsee liekin puutteen ja pysäyttää polttimen estäen palamattoman öljysumun ruiskutuksen kattilaan. Uusien öljylämmityskattiloiden hyötysuhde voi olla jopa 95 %. Lisäksi öljylämmitys vaatii toimiakseen vain vähän sähköenergiaa. (9.)

3.2 Ilma-vesilämpöpumput

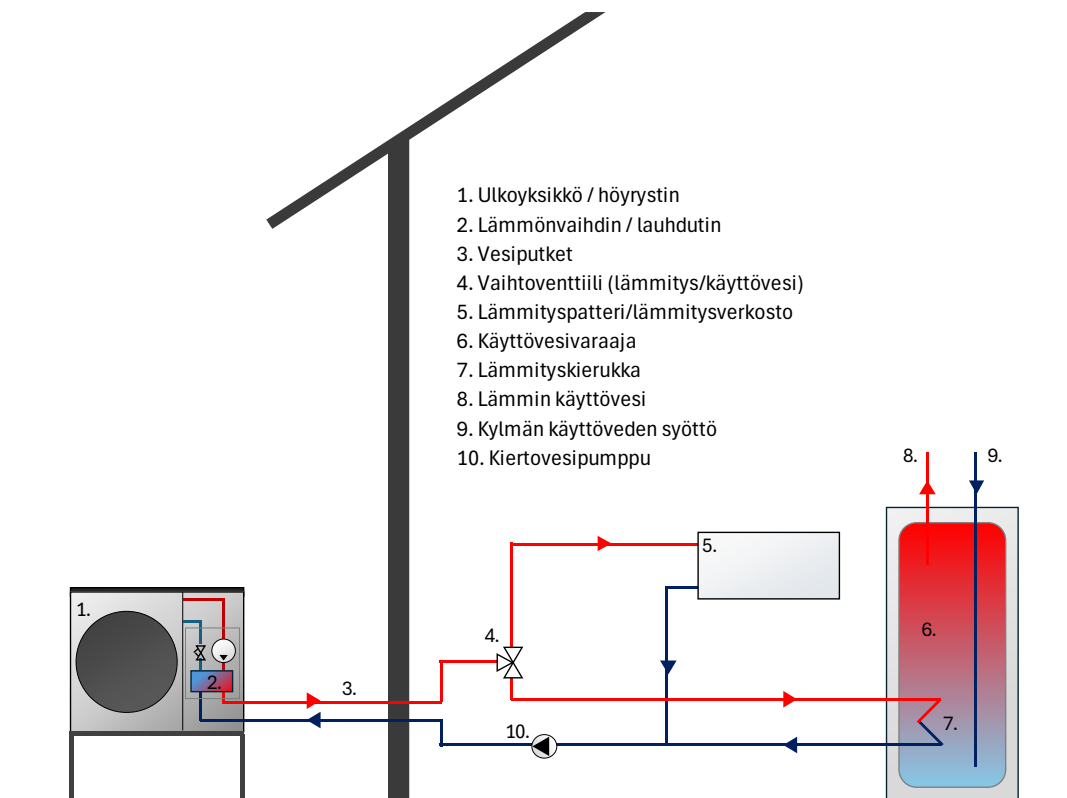
Ilma-vesilämpöpumppu (IVLP) on laite, joka ottaa talteen ulkoilmaan varastoitunutta lämpöenergiaa. Lämmitykseen tarkoitetuissa lämpöpumpuissa ulkoyksikkö toimii höyrystimenä, jossa kylmäaine sitoo lämpöä ulkoilmasta ja höyrystyy. Höyrystynyt kylmäaine kiertää putkistoa pitkin kompressorille, joka puristaa kylmäaineen korkeampaan paineeseen, jolloin sen lämpötila nousee. Lämmennyt kylmäaine ajetaan lauhduttimeen, jossa lämpö siirtyy lauhduttimen toisiopuolella

kiertävään lämmitysveteen. (10.) Monoblock-rakenteisissa laitteissa myös lauhdutin sijaitsee ulkoyksikössä.

Joissakin lämpöpumpuissa on sisäänrakennettuna myös huipputehontarvetta ja varalämmitystä varten sähkövastus. Työssä ei oteta huomioon lämpöpumppujen tai kattiloiden sähkövastuksia.

Monoblock-rakenteinen lämpöpumppu

Monoblock-rakenteisissa ilma-vesilämpöpumpuissa lämmitysverkoston paluuvesi kiertää ulkoyksikön lämmönvaihtimen läpi ja lämmön siirtyminen kylmäaineesta lämmitysveteen tapahtuu ulkoilmassa (kuva 8). Lämpö kierrätetään tarpeen mukaan joko käyttövesivaraajan lämmityskierukkaan tai lämmitysverkostoon. Monoblock-laitteissa on tärkeää varautua esimerkiksi sähkökatkoksien varalta. Jos ulkona kiertävä vesi pysähtyy talvella, syntyy jäätymisriski. Tästä syystä monoblock-laitteissa käytetään usein lämmönsiirtoaineena vesi-glykoliseosta.



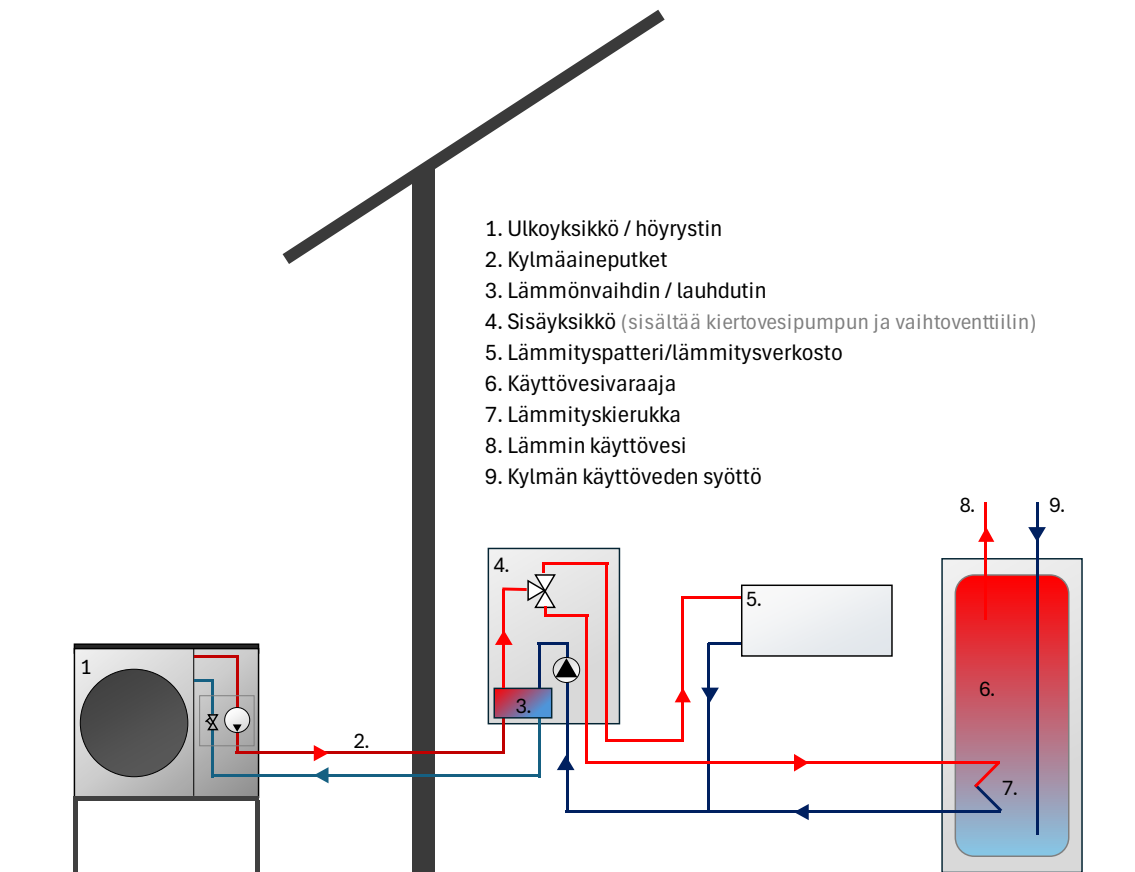
KUVA 8. Monoblock-rakenteinen ilma-vesilämpöpumppu

Monoblock-rakenteisissa lämpöpumpuissa ei kylmäpiiriin tarvitse normaalissa asennustilanteessa koskea, eikä asennus vaadi asentajalta Turvallisuus- ja

kemikaalivirasto Tukesin hyväksyntää tai kylmäainepätevyyksiä (11). Monoblock-laitteet ovat yleistymässä johtuen uusista kylmäaineista. Uudet ovat ympäristöystävällisempiä, mutta usein helpommin syttyviä tai myrkyllisiä. Syttyvät kylmäaineet asettavat rajoituksia myös lämpöpumppujen sijoituspaikkoihin.

Split-rakenteinen lämpöpumppu

Split-rakenteisissa lämpöpumpuissa (kuva 9) ulkoyksiköllä ei kierrätetä vettä, vaan kompressorilla tuotettu lämpö siirretään kylmäaineputkien avulla sisäyksikölle, jossa lämpö siirretään kylmäaineesta lämmitysjärjestelmän kiertoveteen lämmönvaihtimen avulla. Split-rakenteisissa lämpöpumpuissa ei siis ole riskiä veden jäätymiselle ulkoyksikössä.



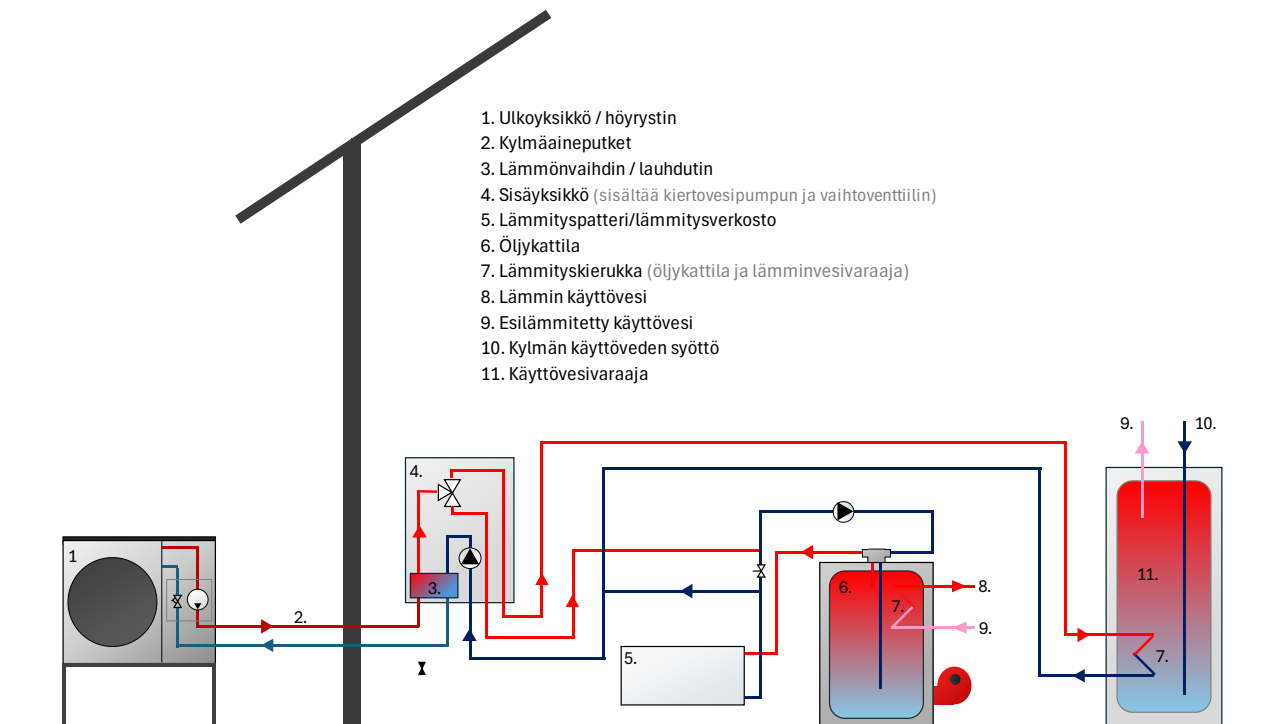
KUVA 9. Split-rakenteinen ilma-vesilämpöpumppu

Split-lämpöpumppujen asennus vaatii asentajalta lämpöpumpun koon mukaan joko enintään kolme kiloa kylmäainetta sisältävien tai vähintään kolme kiloa kylmäainetta sisältävien laitteiden asennuspätevyydet. Asentajalta vaaditaan myös hyväksyntä Turvallisuus- ja kemikaaliviraston rekisteriin. (11.)

3.3 Toimintaselostus

Hybridilämmitysjärjestelmässä lämpö tuotetaan kahdella tai useammalla lämmönlähteellä. Hybridilämmitysjärjestelmä voidaan kytkeä toimimaan usealla eri kytkentätavalla, riippuen järjestelmän komponenteista ja eri lämmönlähteistä. Työssä tarkemman tarkastelun kohteeksi on valittu öljykattilan ja ilma-vesilämpöpumpun hybridikytkennät ja niiden toiminta sekä mitoitus.

Lämpöpumppu voidaan yhdistää olemassa olevaan järjestelmään niin sanotulla paluukytkennällä. Paluukytkennässä ilma-vesilämpöpumpun meno- ja paluuputket yhdistetään lämmitysjärjestelmän paluuputkeen ennen öljykattilan sekoitusventtiiliä (kuva 10).



KUVA 10. Öljykattilan ja IVLP:n hybridikytkentä. Lämmitys ja käyttöveden esilämmitys lämpöpumpulla.

Tällaisessa kytkentätavassa lämpöpumpun asetusarvo ja lämmityskäyrä määritellään korotettuna suhteessa öljykattilan lämmönsäätimen asetusarvoon ja lämmityskäyrään. Lämpöpumppu tuottaa lämmitysverkon paluuputkeen korkeampaa menoveden lämpötilaa, jolloin kattilan sekoitusventtiili pysyy kiinni (kuva 10). Kun lämpöpumpun teho pakkasella laskee, myös sen tuottama menoveden lämpötila

laskee. Tämän seurauksena kattilan lämmönsäätimen anturi havaitsee, että tarvitaan lisälämmitystä kattilasta ja avaa säätöventtiiliä niin, että säätimeen aseteltu menoveden lämpötila tavoitetaan. Lämpöpumpun tehomitoitus vaikuttaa siihen, missä ulkolämpötilassa lisälämmitystä kattilalta tarvitaan.

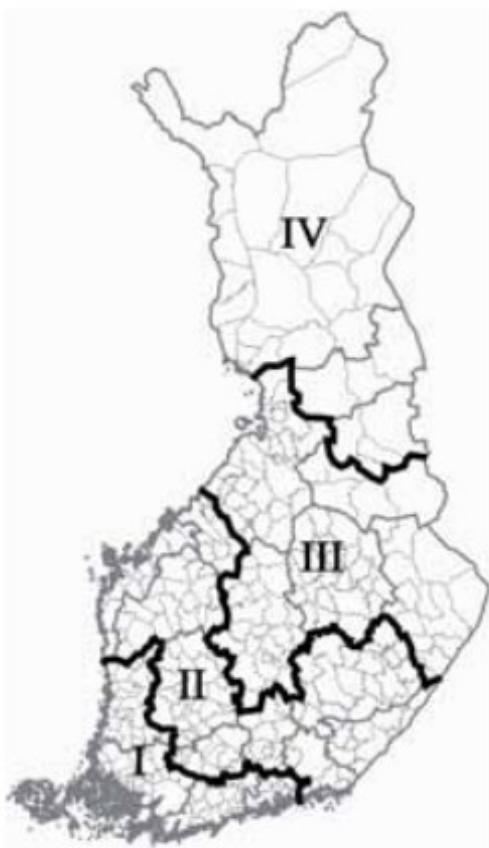
Käyttövesi

Ilma-vesilämpöpumpulla voidaan hybridilämmitysjärjestelmässä tuottaa lämmitysenergiaa lämmitys- ja käyttövesijärjestelmiin tai vain toiseen näistä. Hybridijärjestelmän taloudellisuutta silmällä pitäen kannattaa käyttää kuitenkin vain esilämmittää ilma-vesilämpöpumpulla johtuen käyttöveden lämmittämiseen vaadittavasta korkeasta menoveden lämpötilasta, joka laskee lämpöpumpun hyötysuhdetta.

Tällaisessa tapauksessa öljykattilalle virtaa ilma-vesilämpöpumpulla esilämmitettyä käyttövettä, eikä öljypolttimen tarvitse tuottaa lämpöä yhtä paljon kuin tilanteessa, jossa kattilalle tulisi suoraan kylmä käyttövesi. Käyttöveden esilämmitystapaukset on rajattu työn ulkopuolelle, eikä tällaisia tapauksia oteta työn laskennassa huomioon.

4 HYBRIDIJÄRJESTELMÄN MITOITUS

Työssä tarkastellaan kahden eri kiinteistön teoreettisia lämmitystehontarpeita ja verrataan niitä keskenään hybridijärjestelmän mitoituksen näkökulmasta. Tarkasteluun on otettu kaksi erilaista tapausta. Ensimmäisessä tapauksessa molempien kohteiden lämmitysenergiankulutus on sama, kun taas toisessa tapauksessa on arvioitu eri säävyöhykkeillä sijaitsevien, samankokoisten kohteiden lämmitysenergian tarvetta. Vertailtavien kohteiden säävyöhykkeet ovat molemmissa tapauksissa I ja IV. Säävyöhykkeet ja niiden mitoituslämpötilat on esitetty kuvassa 11.



Säävyöhyke	Mitoittava ulkoilman lämpötila (°C)
I	-26
II	-29
III	-32
IV	-38

KUVA 11. Suomen säävyöhykkeet ja mitoittavat ulkoilman lämpötilat (12)

Tapauksen 2 todellisten tehontarpeiden arvioinnissa on käytetty apuna Cadmatic-suunnitteluohjelmiston energialaskentatyökalua. Mitoitukset ovat työn lopussa liitteenä (liitteet 1 ja 2).

4.1 Lämmitysenergian tarpeen arviointi

Lämmitysverkoston menoveden lämpötilan ohjaus perustuu ulkoilman lämpötilaan. Ulkoilman jäähtyessä tarvittava menoveden lämpötila nousee, jolloin myös lämmitysenergian kulutus kasvaa. Lämmityksen lopetuslämpötila kohteissa on 17 °C ja sisälämpötila 21 °C.

Tapaus 1

Tapauksessa 1 molempien kohteiden laskennassa käytetty lämmitysenergian kulutus on 25000 kWh vuodessa. Käyttöveden lämmitysenergiatarve arvioitiin kohteessa vakituisesti asuvien ihmisten lukumäärän perusteella. Kohteessa asuu vakituisesti 4 henkilöä ja laskennassa on arvioitu yhden henkilön kuluttavan vuorokaudessa noin 60 dm³ lämmintä vettä. Tämän perusteella saadaan Ympäristöministeriön Energiatehokkuus-oppaan lämpimän käyttöveden lämmitysenergian nettotarpeen laskentakaavalla vuosittaiseksi tehontarpeeksi 5110 kWh. (13.)

Tapaus 2

Tapauksessa 2 kohteiden todellisen lämmitysenergiatarpeen arvioinnissa on käytetty apuna Cadmatic-suunnitteluohjelmiston energialaskentatyökalua. Työkalu antaa kohteiden todellisiksi lämmitystehon kokonaistarpeiksi kohteelle A 21104 kWh, joka tarkoittaa noin 2110 litraa öljyä vuodessa. Kohteen B lämmitystehon kokonaistarpeeksi saadaan 25252 kWh, joka tarkoittaa noin 2530 litraa öljyä vuodessa. Kevytpolttoöljyn energiatiheys on noin 10 kWh/litra.

Kun yllä olevasta kokonaistarpeesta erotetaan käyttöveden nettotarve, joka on laskentatyökalun mukaan molemmilla kohteilla 5110 kWh, saadaan käyttöveden lämmittämiseen kuluvan öljyn osuudeksi noin 511 litraa vuodessa.

4.2 Ilma-vesilämpöpumpun tehopeitto ja säästöpotentiaali

Seuraavaksi lasketaan ilma-vesilämpöpumpun säästöpotentiaali ja tehonpeittomahdollisuus eri säävyöhykkeillä. Ilma-vesilämpöpumpun vuosittaisen toimintaajan laskennan pohjana on käytetty Ilmatieteen laitoksen energialaskennan

testivuosien 2020 dataa. (14.) Datan pohjalta on luotu ulkolämpötilan pysyvyyss-käyrät, jotka löytyvät työn lopusta liitteenä (liitteet 3 ja 4). Laskennassa on arvi-oitu, että lämpöpumput sammuvat viimeistään -20 °C:n ulkolämpötilassa ja kesä- aikana lämmitys lopetetaan 17 °C:n ulkolämpötilassa.

Ulkoilman jäähtyessä lämpöpumpun tuottama teho heikkenee ja alimman toimin- talämpötilan alittuessa loppuu käytännössä kokonaan. Todellinen toimintaraja vaihtelee eri lämpöpumpumalleilla yleensä -20 ja -25 celsiusasteen välillä. Lait- teiden lämpökerroin on näissä toimintarajan olosuhteissa noin yksi, jolloin veden lämmittäminen sähköllä on edullisempaa. Lämpöpumpun kompressorin käyttö sallitun toimintaraja-alueen ääri rajoilla lyhentää kompressorin käyttöaikaa, minkä takia on perusteltua käyttää enemmän esimerkiksi sähkövastuksen tai öljypoltti- men tuottamaa lämpöä. (15.)

SPF-luku kertoo lämpöpumpun vuoden keskimääräisen lämpökertoimen, joka on lämpöpumpulla tuotetun vuotuisen energian suhde lämpöpumpun ja sen apulait- teiden vuotuisen sähkönkulutukseen. Lämpöpumpujen SPF-luvut heikkenevät siirryttäessä säävyöhykkeeltä I säävyöhykkeelle IV. Laskennassa käytetyt SPF- luvut on otettu Ympäristöministeriön Energiatehokkuusoppaan taulukosta (tau- lukko 1). (13.) Molemmissa kohteissa on lämmitysmuotona vesikiertoinen patte- riverkosto, jonka mitoituslämpötilat ovat 60/40 celsiusastetta.

TAULUKKO 1. Ulkoilmalämpöpumpujen SPF-lukuja (14)

Max. menoveden lämpötila	SPF-luvut säävyöhykkeittäin		
Tilat	I & II	III	IV
30 °C	2,8	2,8	2,7
40 °C	2,5	2,5	2,4
50 °C	2,3	2,3	2,2
60 °C	2,2	2,1	2,0
Käyttövesi	I & II	III	IV
60 °C	1,8	1,6	1,3

Tapauksien laskennassa on öljyn ostohintana käytetty pö.fi-sivustolta löytyvää laskuria. Sivustolla voi vertailla eri toimittajien hintoja annetulle öljymäärälle

postinumeron perusteella. 28.5.2025 tarkistettu talvilaatuisen lämmitysöljyn hinta 2500 litran erälle toimitettuna Helsinkiin on noin 1,23 euroa litralta. Sodankylään samanlainen erä maksaa toimitettuna 1,26 euroa litralta. (16.)

Tapaus 1 – Kohteilla sama lämmitysenergiankulutus

Ilmatieteen laitoksen Energialaskennan testivuosien 2020 datasta on nähtävissä, että -20 °C ja sen alle olevien ulkolämpötilojen määrä on vyöhykkeellä I 25 tuntia vuodessa. Vastaavasti vyöhykkeen IV määrä on 484 tuntia vuodessa, joka on moninkertainen suhteessa vyöhyke I lukemaan. Molempien kohteiden tuntimäärät ovat kuitenkin pienet suhteessa vuoden kokonaistuntimäärään.

Taulukosta 2 nähdään lämpöpumppujen tuottama energia ja lisälämmöntarpeen lämpötilaraja eri mitoitusasteilla. Vyöhykkeellä I sijaitsevaan kiinteistöön voidaan lämpöpumpun mitoitus tehdä lämpimämmän ilmaston takia lähes 90 %:n energiamitoituksella, kun taas vyöhykkeellä IV sijaitsevan kohteen lisälämmöntarve tulee matalamman lämpötilan takia jo 70 % energiamitoituksella. Lämpöpumpun tuottamaa energiamäärää tarkastellessa huomataan, että energiamitoituksesta ja säävyöhykkeestä riippumatta tuotettu energia on lähes sama molemmissa kohteissa.

TAULUKKO 2. Tapaus 1 - Lämpöpumppujen tuottama energia ja lisälämmön lämpötilaraja eri mitoitusasteilla

Mitoitusaste	Kohde A - Vyöhyke I		Kohde B - Vyöhyke IV	
	LP:n laskennallinen tuotto vuodessa	Lisälämpö	LP:n laskennallinen tuotto vuodessa	Lisälämpö
30 %	5967 kWh	6,9 °C	5967 kWh	3,3 °C
40 %	7956 kWh	2,2 °C	7956 kWh	-2,6 °C
50 %	9945 kWh	-2,5 °C	9945 kWh	-8,5 °C
60 %	11934 kWh	-7,2 °C	11934 kWh	-14,4 °C
70 %	13923 kWh	-11,9 °C	13923 kWh	-20,3 °C
80 %	15912 kWh	-16,6 °C	13923 kWh	-20,3 °C
88 %	17462 kWh	-20,3 °C	13923 kWh	-20,3 °C
90 %	17462 kWh	-20,3 °C	13923 kWh	-20,3 °C
100 %	17462 kWh	-20,3 °C	13923 kWh	-20,3 °C

Taulukosta nähdään myös se, että mitä pienempi on mitoitusaste, sitä aiemmin lämpöpumppu tarvitsee lisälämmitystä öljykattilalta. Pienempi mitoitusaste tarkoittaa yleensä suoraan pienempää investointikustannusta.

Tapaus 2 – Kohteet saman kokoisia, mutta sijaitsevat eri vyöhykkeillä

Taulukossa 3 on esitetty tapauksen 2 lähtötiedoilla lasketut lämpöpumpun tuotot ja ulkolämpötilat, joiden alapuolella lämpöpumppu tarvitsee öljykattilan lämmitystehoa avukseen. Taulukosta nähdään, että lämpöpumppujen tuottama kokonaisenergia on molemmissa kohteissa lähes sama riippumatta tehomitoitusasteesta ja säävyöhykkeestä.

TAULUKKO 3. Tapaus 2 - Lämpöpumppujen tuottama energia ja lisälämmön lämpötilaraja eri mitoitusasteilla

Mitoitusaste	Kohde A - Vyöhyke I		Kohde B - Vyöhyke IV	
	LP:n laskennallinen tuotto vuodessa	Lisälämpö	LP:n laskennallinen tuotto vuodessa	Lisälämpö
30 %	4350 kWh	6,9 °C	6042 kWh	3,3 °C
40 %	5800 kWh	2,2 °C	8056 kWh	-2,6 °C
50 %	7250 kWh	-2,5 °C	10070 kWh	-8,5 °C
60 %	8700 kWh	-7,2 °C	12084 kWh	-14,4 °C
70 %	10150 kWh	-11,9 °C	14098 kWh	-20,3 °C
80 %	11600 kWh	-16,6 °C	14098 kWh	-20,3 °C
88 %	12731 kWh	-20,3 °C	14098 kWh	-20,3 °C
90 %	12731 kWh	-20,3 °C	14098 kWh	-20,3 °C
100 %	12732 kWh	-20,3 °C	14098 kWh	-20,3 °C

4.3 Säästöt ja kannattavuus

Olemassa olevan lämmitysjärjestelmän purku ja korvaaminen uudella järjestelmällä on usein kallista. Tämän takia öljylämmittäjien kannattaa harkita lämmitysjärjestelmän toteutusta hybridijärjestelmänä. Olemassa oleva öljykattila on valmiiksi mitoitettu vastaamaan kiinteistön huipputehontarvetta, joten ilma-vesilämpöpumpun mitoituksen ei tarvitse kattaa kiinteistön huipputehon tarvetta eikä laitteeseen välttämättä tarvitse kytkeä varalämmönlähteeksi sähkövastuksia. ELY-keskuksen päätös lopettaa avustus öljylämmityksestä luopumiseen voi joissain

tapauksissa myös puoltaa hybridijärjestelmän kannattavuutta taloudellisesta näkökulmasta (17).

Vuonna 2025 ilma-vesilämpöpumpun asennuksesta on mahdollista saada kotitalousvähennystä 40 % työn osuudesta, kuitenkin maksimissaan 2250 euroa henkilöä kohti vuodessa. Jos taloudessa asuu kaksi henkilöä, molemmat voivat haakea kotitalousvähennyksen, jolloin summa tuplaantuu enimmäisrajan asettamissa rajoissa. Kotitalousvähennyksen omavastuuosuus on 100 euroa, joka tulee jokaisen hakijan maksettavaksi erikseen. (18.)

Tapauksessa 1 kohteen A takaisinmaksuaika 88 %:n tehomitoituksella ja arvioidulla 13900 euron investointikustannuksella oli 8,7 vuotta (taulukko 4). Kohteen B takaisinmaksuaika 70 %:n tehomitoituksella ja arvioidulla 12000 euron investointikustannuksella oli 10,1 vuotta. Kotitalousvähennyksen osuudeksi on arvioitu 1500 euroa, joka on valmiiksi vähennetty taulukon investointikustannusten arvioiduista summista.

TAULUKKO 4. Tapaus 1 – Investointikustannukset ja takaisinmaksuajat eri mitoitusasteilla

Mitoitusaste	Kohde A - Vyöhyke I		Kohde B - Vyöhyke IV	
	Investointikustannus	Takaisinmaksuaika vuosina	Investointikustannus	Takaisinmaksuaika vuosina
30 %	8 000 €	10,7	8 000 €	12,8
40 %	9 000 €	10,0	9 000 €	11,8
50 %	10 000 €	9,6	10 000 €	11,0
60 %	11 000 €	9,3	11 000 €	10,5
70 %	12 000 €	9,0	12 000 €	10,1
80 %	13 000 €	8,8	13 000 €	10,9
88 %	13 900 €	8,7	13 900 €	11,6
90 %	14 000 €	8,8	14 000 €	11,8
100 %	15 000 €	9,2	15 000 €	12,6

Kohteessa A lämpöpumpun laskennallinen energiantuotto vuodessa on 17462 kWh ja kohteessa B 13923 kWh. Sähköenergian hintana laskennassa käytettiin 0,11 €/kWh. Sähköenergian ja öljyn hinnan muutokset vaikuttavat oleellisesti

takaisinmaksuaikoihin ja ne kannattaa todellisia laskutoimituksia tehdessä pitää ajan tasalla.

Tapauksessa 2 kohteen A takaisinmaksuaika 88 %:n tehomitoituksella ja arvioidulla 13900 euron investointikustannuksilla oli 11,2 vuotta (taulukko 5). Kohteen B takaisinmaksuaika 70 %:n tehomitoituksella ja arvioidulla 12000 euron investointikustannuksilla oli yllättäen lyhyempi 10 vuotta. Myös tässä tapauksessa kotitalousvähennyksen osuudeksi on arvioitu 1500 euroa, joka on valmiiksi vähennetty taulukon investointikustannusten arvioiduista summista.

TAULUKKO 5. Tapaus 2 - Investointikustannukset ja takaisinmaksuajat eri mitoitustasteilla

Mitoitusaste	Vyöhyke I		Vyöhyke IV	
	Investointikustannus	Takaisinmaksuaika vuosina	Investointikustannus	Takaisinmaksuaika vuosina
30 %	8 000 €	12,6	8 000 €	12,7
40 %	9 000 €	12,2	9 000 €	11,7
50 %	10 000 €	11,8	10 000 €	10,9
60 %	11 000 €	11,6	11 000 €	10,4
70 %	12 000 €	11,4	12 000 €	10,0
80 %	13 000 €	11,2	13 000 €	10,8
88 %	13 900 €	11,2	13 900 €	11,5
90 %	14 000 €	11,3	14 000 €	11,7
100 %	15 000 €	11,8	15 000 €	12,5

Kohteessa A lämpöpumpun laskennallinen energiantuotto on vuodessa 12731 kWh ja kohteessa B 14098 kWh. Sähköenergian hinta on myös tapauksen 2 laskennassa käytetty 0,11 €/kWh.

5 YHTEENVETO

Tehdyn työn tuloksena havaittiin, että mitoitettavan kohteen säävyöhykkeellä on vaikutusta vesi-ilmalämpöpumpun tehomitoitukseen. Säävyöhykkeellä I voidaan lämpöpumppu mitoitaa noin 90 %:n osateholle ja säävyöhykkeellä IV noin 70 %:n osateholle.

Jos yllä olevat prosentuaaliset mitoitustehot ylitetään, ei lämmitykseen saada vastaavaa hyötyä, koska vesi-ilmalämpöpumpun kompressorin toiminta lakkaa mitoituksesta riippumatta noin -20 °C:n ulkolämpötilassa. Jos taas mitoitusteho alitetaan, lämpöpumppu tarvitsee lisälämmitystehoa öljykattilasta jo korkeammilla ulkolämpötiloilla. Esimerkiksi 40 %:n tehomitoituksella säävyöhykkeellä I lämmitysverkostoon tarvitsee lisälämpöä jo noin -2,6 °C ulkolämpötilassa.

Takaisinmaksuaikoja laskettaessa huomattiin, että polttoöljyn ja sähköenergian hinnoilla on suuri merkitys ilma-vesilämpöpumppujen takaisinmaksu-aikaan. Esimerkiksi tapauksen 1 kohteen A 88 %:n mitoituksella laskettu takaisinmaksu-aika muuttuu 8,7 vuodesta 9,1 vuoteen polttoöljyn hinnan laskiessa 1,23 euron litrahinnasta 1,20 euroon litralta. Vastaavasti sähköenergian hinnan laskiessa 0,11 euron kilowattihinnasta 0,09 kilowatin hintaan, takaisinmaksu-aika lyhenee 8,7 vuodesta 7,7 vuoteen. Hybridilämmityksessä kannattaa siis käyttää aina suhteellisesti halvinta lämmitysenergian lähdeä.

Hybridijärjestelmien tulevaisuuden näkymät ovat hyvät. Markkinoille on tuotu kasviöljystä sekä jäte- ja tähderaaka-aineista kehitettyä uusiutuvaa biopolttoöljyä, joka ei sisällä fossiilisia raaka-aineita. Biopolttoöljy on vielä nykypäivänä kalliimpaa kuin fossiilisista raaka-aineista valmistettu polttoöljy. Rakennuksen olemassa oleva öljypoltin voidaan päivittää toimimaan biopolttoaineilla, ja sen kustannus normaalin öljypoltinhuollon yhteydessä on arviolta vain muutamia satasia. (19.)

Myös lämpöpumpun hyötysuhdetta voidaan parantaa vaihtamalla olemassa olevat lämmönluovutusparit suurempiin. Pattereiden kokoa kasvattamalla saadaan menoveden lämpötilaa laskettua, jolloin lämpöpumpun ja

lämmönluovutuksen hyötysuhde kasvaa. Tällaisessa tilanteessa patteriverkon menoveden maksimilämpötila on hyvä mitoittaa noin 45 celsiusasteeseen. (20.)

Uusiutuva lämmitysöljy tekee öljylämmityksestä ja etenkin hybridilämmityksestä varteenotettavan vaihtoehdon myös tulevaisuudessa. Erityisesti kovilla pakka-silla öljylämmitys on varmatoiminen lämmitysmuoto. (21.)

Työtä voitaisiin tulevaisuudessa jatkaa esimerkiksi niin, että verrattaisiin lämpöpumppuvalmistajien antamia hyötysuhteita ja verrattaisiin laskelmia Energiatehokkuusoppaan SPF-luvuilla tehtyihin laskelmiin. Lämpöpumput kehittyvät jatkuvasti ja tämän myötä myös niiden hyötysuhteet paranevat. Työn aikana tehdyllä Excel-laskurilla voitaisiin verrata myös todellisten kohteiden energiankulutuksia ja vertailla niitä keskenään. Lisäksi vertailua voitaisiin tehdä useammalla lämmönlähteellä, kuten sähkö- ja puukattilalla tai maalämpöpumpulla.

Tulevaisuudessa myös muiden energiatehokkuusratkaisujen vaikutusta kokonaiskustannuksiin ja takaisinmaksuaikaan voitaisiin tarkastella hybridijärjestelmän näkökulmasta. Miten esimerkiksi lämmönluovutusjärjestelmän vaihtaminen vaikuttaisi hyötysuhteeseen ja mikä olisi remontin kustannus ja takaisinmaksuaika, kun otetaan huomioon saavutettu korkeampi hyötysuhde lämpöpumpulla ja lämmitysverkostolla.

LÄHTEET

1. Motiva 2024. Näin lämmitysjärjestelmä toimii. Luettavissa: https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/energiatehokas_pientalo/pientalon_lammitys/nain_lammitysjarjestelma_toimii. Luettu: 12.5.2025.
2. Purmo s.a. Sisustuskuvat. <https://www.purmo.com/fi-fi/tyokalut/mediakirjasto/sisustuskuvat>. Luettu: 12.5.2025.
3. Motiva 2025. Pientalon lämmönjako. Luettavissa: https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/energiatehokas_pientalo/pientalon_lammitys/pientalon_lammonjako. Luettu: 12.5.2025.
4. Danfoss s.a. Sähköisen lattialämmityksen edut. <https://www.danfoss.com/fi-fi/markets/buildings-residential/dhs/electric-floor-heating/the-benefits-of-electric-underfloor-heating/#tab-overview>. Luettu: 14.5.2025.
5. Jäspi s.a. Akvaterm energiavaraajat. <https://jaspi.fi/tuote/akvaterm-energiavaraajat/#oppaat>. Luettu: 12.5.2025.
6. Ouman s.a. Ouman EH-800 ja EH-800B. <https://ouman.fi/tuote/ouman-eh-800-ja-eh-800b/>. Luettu: 12.5.2025.
7. Ilmastoinfo s.a. Öljylämmitys. Luettavissa: <https://ilmastoinfo.hsy.fi/verkkokurssit/uusiutuva-lampoa-pientaloon/lessons/pientalojen-perinteiset-lammitysmuodot/topics/oljylammitys/>. Luettu: 12.5.2025.
8. Lämmitysenergia Yhdistys ry s.a. Hybridilämmitys. Luettavissa: <https://oljylammitys.fi/nykyaikainen-oljylammitys/hybridilammitys/>. Luettu: 12.5.2025

9. Oulun seudun ammattiopisto 2008. Polttimen toimintaperiaate. http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/pientalon_lammitys/. Luettu: 12.5.2025.
10. Motiva 2025. Öljy- tai maakaasulämmityksen vaihtajalle. Luettavissa: https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/oljy-tai_maakaasulammitys-sen_vaihtajalle. Luettu: 12.5.2025.
11. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto s.a. Luettavissa: <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/kylmaala>. Luettu: 21.5.2025.
12. Ympäristöministeriö 2017. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017. Luettavissa: <https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/sk20171010.pdf>. Luettu 28.5.2025.
13. Ympäristöministeriö 2018. Energiatehokkuus – Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Luettavissa: https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Ohje---Rakennuksen-energiankulutuksen-ja-lammitystehontarpeen-laskenta-20-12-2017-4332AA81_75E1_4CA0_B208_B0ACB60A267F-133692.pdf. Luettu: 21.5.2025.
14. Ilmatieteen laitos 2020. Energialaskennan testivuodet 2020. Luettavissa: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/energialaskenta-try2020>. Luettu: 12.5.2025.
15. Alanne, K., Holopainen, R., Hyvärinen, J., Kaappola, E., Ketomäki, J., Kurnitski, J., Könkö, S., Pylsy, P., Railio, J., Seppänen, O., Vuolle, M., Vuorinen, P. & Yrjölä, J. 2024. Rakennusten Energiatekniikka. Talotekniikka Julkaisut Oy.
16. Yläneen Rakennuskeskus Oy 2025. Tarkastele päivän polttoöljyn hintoja. <https://www.pö.fi/> Luettu: 28.5.2025.

17. ELY-keskus 2025. ELY-keskuksen avustushaku öljy- ja maakaasulämmityksen vaihtajille suljetaan. Luettavissa: <https://www.sttinfo.fi/tiedote/71156874/ely-keskuksen-avustushaku-oljy-ja-maakaasulammituksen-vaihtajille-suljetaan?publisherId=69817869&lang=fi> Luettu: 28.5.2025.
18. Verohallinto 2025. Kotitalousvähennyksen määrä ja omavastuu. Luettavissa: <https://www.vero.fi/henkiloasiakkaat/vahennykset/kotitalousvahennys/kotitalousvahennyksen-maara/>. Luettu: 28.5.2025.
19. Rakentaja.fi 2024. Miten siirtyä käyttämään uusiutuvaa lämmitysöljyä? Luettavissa: <https://rakentaja.fi/artikkelit/miten-siirty%C3%A4-k%C3%A4ytt%C3%A4m%C3%A4n-uusiutuvaa-l%C3%A4mmitys%C3%B6ljy%C3%A4/>. Luettu: 28.5.2025.
20. Motiva 2024. Huonelämpötila, patterit ja termostaatit. Luettavissa: https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/energiatehokas_pientalo/energiatehokas_sahkolammitus/huonelampotilat_patterit_ ja_ termostaatit. Luettu: 14.5.2025.
21. Lämmitysenergia Yhdistys ry s.a. Hybridilämmitys. Luettavissa: <https://oljylammitys.fi/nykyaikainen-oljylammitus/uusiutuva-lammitusoljy/>. Luettu: 28.5.2025.

LIITTEET

Liite 1 Kohteen A energiaselvitys

Liite 2 Kohteen B energiaselvitys

Liite 3 Ulkolämpötilan pysyvyyssäyrä (vyöhyke I)

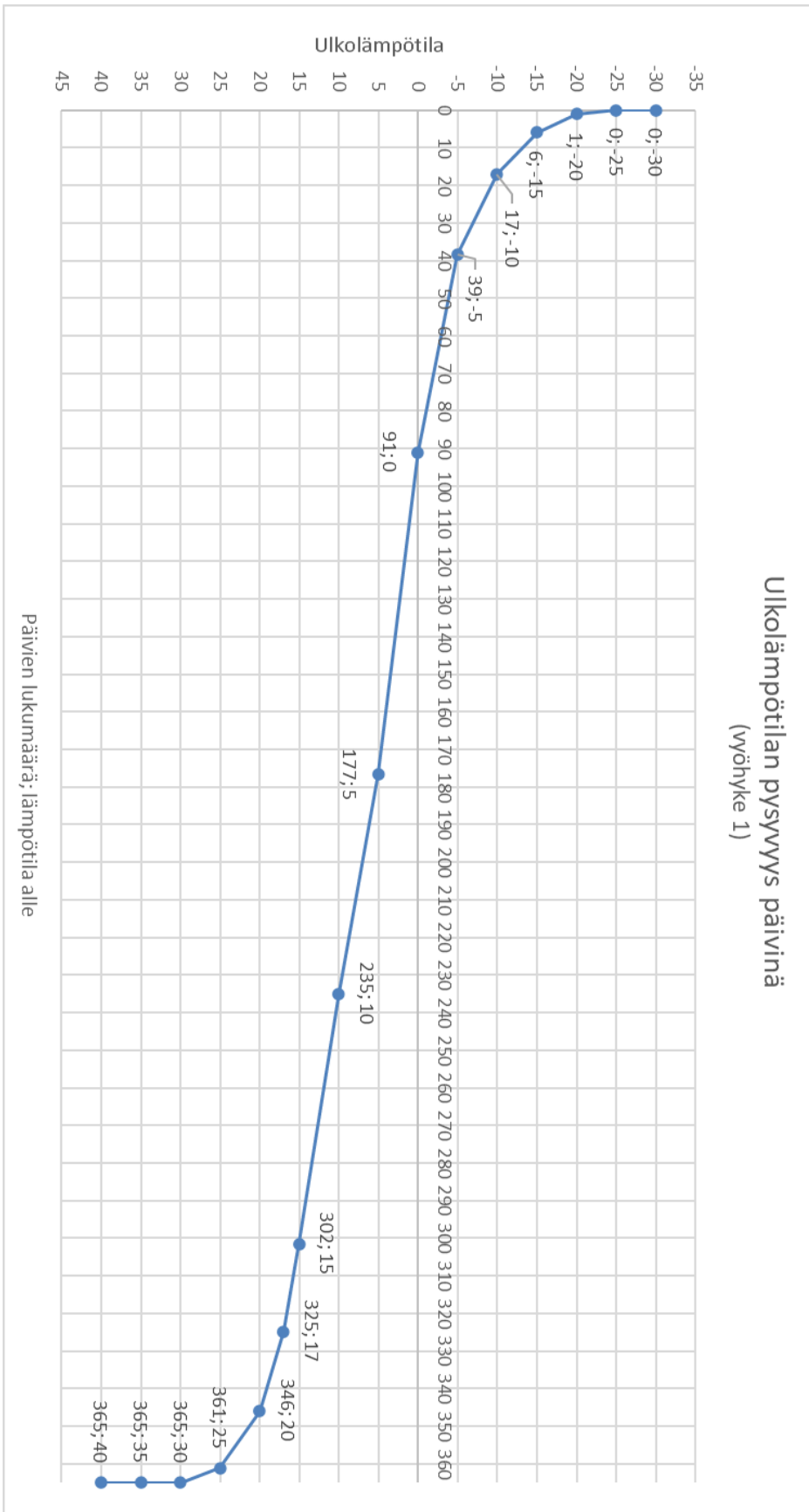
Liite 4 Ulkolämpötilan pysyvyyssäyrä (vyöhyke IV)

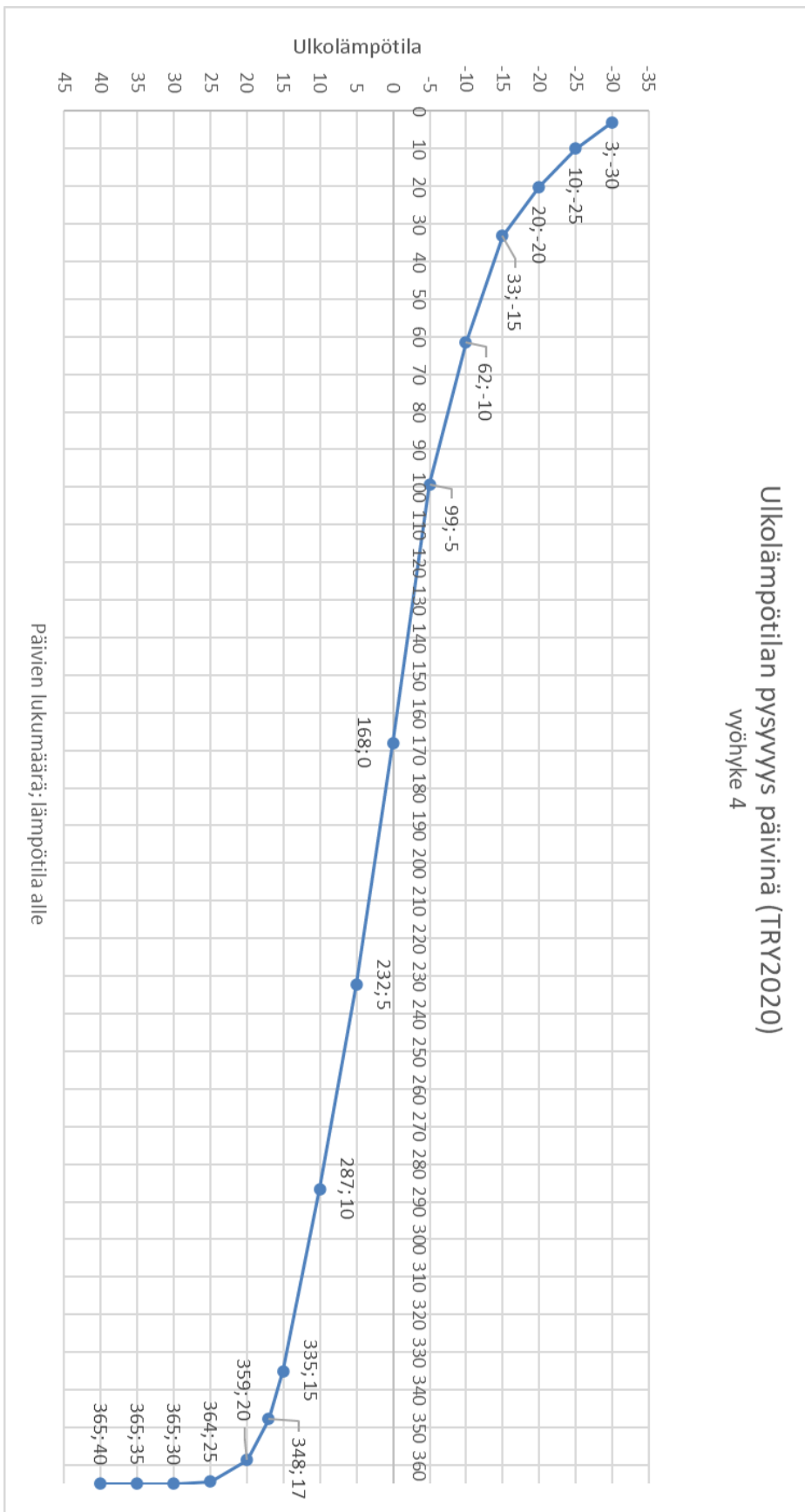
Liite 5 Tapauksen 1 laskut

Liite 6 Tapauksen 2 laskut

Rakennuskohde				
Osoite				
Rakennuksen käyttötarkoitus	Yhden asunnon talot			
Rakennusvuosi				
Lämmitetty nettoala	140	m ²		
E-luku	195	kWh/(m²a)		
E-luvun erittely	Ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
	kWh/a		kWh/a	kWh/(m ² a)
Sähkö	5083	1.2	6100	43.6
Kaukolämpö	0	0.5	0	0
Kaukojäähdytys	0	0.4	0	0
Uusiutuva polttoaine	0	0.5	0	0
Fossiilinen polttoaine	21104	1.0	21104	150.7
...				
Yhteensä	26187		27204	195
Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m ² a)		
Aurinkosähkö	0	0		
Aurinkolämpö	0	0		
Tuulisähkö	0	0		
Lämpöpumpun lämmönlähteestä ottama energia	0	0		
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö	Lämpö	Kaukojäähdytys	
	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys	2	68.79		
Tuloilman lämmitys	7.03	0		
Lämpimän käyttöveden valmistus	0	53.31		
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	5.26			
Jäähdytysjärjestelmä	0	-	0	
Kuluttajalaitteet ja valaistus	21.03			
Yhteensä	35.31	122.1	0	
Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m ² a)		
Tilojen lämmitys	7705	55.04		
Ilmanvaihdon lämmitys	984	7.03		
Lämpimän käyttöveden valmistus	5110	36.5		
Jäähdytys	0	0		
Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m ² a)		
Aurinko	1500	10.7		
Ihmiset	1472	10.5		
Kuluttajalaitteet	2208	15.8		
Valaistus	736	5.3		
Laskentatyökalun nimi ja versio numero	CADMATIC HVAC 2025			

Rakennuskohde				
Osoite				
Rakennuksen käyttötarkoitus	Yhden asunnon talot			
Rakennusvuosi				
Lämmitetty nettoala	140	m ²		
E-luku	224	kWh/(m²a)		
E-luvun erittely	Ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
	kWh/a		kWh/a	kWh/(m ² a)
Sähkö	5083	1.2	6100	43.6
Kaukolämpö	0	0.5	0	0
Kaukojäähdytys	0	0.4	0	0
Uusiutuva polttoaine	0	0.5	0	0
Fossiilinen polttoaine	25252	1.0	25252	180.4
...				
Yhteensä	30335		31352	224
Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m ² a)		
Aurinkosähkö	0	0		
Aurinkolämpö	0	0		
Tuulisähkö	0	0		
Lämpöpumpun lämmönlähteestä ottama energia	0	0		
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö	Lämpö	Kaukojäähdytys	
	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys	2	101.46		
Tuloilman lämmitys	7.03	0		
Lämpimän käyttöveden valmistus	0	44.64		
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	5.26			
Jäähdytysjärjestelmä	0	-	0	
Kuluttajalaitteet ja valaistus	21.03			
Yhteensä	35.31	146.1	0	
Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m ² a)		
Tilojen lämmitys	11364	81.17		
Ilmanvaihdon lämmitys	984	7.03		
Lämpimän käyttöveden valmistus	4200	30		
Jäähdytys	0	0		
Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m ² a)		
Aurinko	1500	10.7		
Ihmiset	1472	10.5		
Kuluttajalaitteet	2208	15.8		
Valaistus	736	5.3		
Laskentatyökalun nimi ja versionumero	CADMATIc HVAC 2025			





TAPAUKSEN 1 LASKUT

LIITE 5

TAPAUUS 1	Kohde A	Kohde B
Valmistumisvuosi	1990-1999	1990-1999
Henkilöiden lukumäärä	4	4
Säävyöhyke	I	IV
Mitoitusulkolämpötila (MUT)	-26 °C	-38 °C
Sisälämpötila	21 °C	21 °C
Lämmityksen pysäytyslämpötila	17 °C	17 °C
Lämmitysjärjestelmän $T_{max, menovesi}$	60 °C	60 °C
Lämpöpumpun tehomitoitus	88 %	70 %
$Q_{l\ddot{a}mmitys, tilat, LVK}$	25000 kWh	25000 kWh
$Q_{l\ddot{a}mmitys, tilat}$	19890 kWh	19890 kWh
$Q_{lis\ddot{a}l\ddot{a}mmitys, tilat}$	2427 kWh	5967 kWh
$Q_{LP, l\ddot{a}mmitys, tilat}$	17463 kWh	13923 kWh
$Q_{l\ddot{a}mmitys, LKV}$	5110 kWh	5110 kWh
$Q_{lis\ddot{a}l\ddot{a}mmitys, LKV}$	15 kWh	282 kWh
$Q_{LP, l\ddot{a}mmitys, LKV}$	5095 kWh	4828 kWh
Lämpöpumpulla katettava lämpötilaero ΔT	41,3 K	41,3 K
Lämpöpumpun ulkolämpötilaraja *	-20,3 °C	-20,3 °C

*Ulkolämpötila, jonka jälkeen tarvitaan lisälämmitystä.

Lämpöpumpun lämpökertoimet ja sähköenergiankulutus		
SPF _{l\ddot{a}mmitys}	2,2	2,0
SPF _{k\ddot{a}ytt\ddot{o}vesi}	1,8	1,3
$W_{LP, l\ddot{a}mmitys}$	10769 kWh	10675 kWh

Kustannukset ja takaisinmaksuaika		
Öljynkulutus ennen	2500 l/a**	2500 l/a**
Polttoöljyn hinta	1,23 €/l	1,26 €/l
Öljyn kustannus ennen	3075 €/a	3150 €/a
Öljynkulutus jälkeen	244 l/a	625 l/a
Öljyn kustannus jälkeen	300 €/a	787 €/a
Öljyn säästö vuodessa	2256 l/a	1875 l/a
Lisääntynyt sähkökulutus	10769 kWh/a	10675 kWh/a
Sähköenergian hinta	0,11 €/kWh	0,11 €/kWh
Lämpöpumpun sähköenergian kustannus	1185 €/a	1174 €/a
Arvioitu investointikustannus annetuilla tehomitoituksilla	15400 €	13500 €
Arvioitu kotitalousvähennys	1500 €	1500 €
Euromääräinen kokonaissäästö vuodesta	1590 €/a	1188 €/a
Takaisinmaksuaika	8,7 vuotta	10,1 vuotta

**Litra polttoöljyä vastaa noin 10 kWh energiaa (YM Energiatehokkuus ohje)

TAPAUKSEN 2 LASKUT

LIITE 6

TAPAUUS 2	Kohde A	Kohde B
Valmistumisvuosi	1990-1999	1990-1999
Pinta-ala	140 m ²	140 m ²
Huonekorkeus	3 m	3 m
Tilavuus	420 m ³	420 m ³
Henkilöiden lukumäärä	4	4
Säävyöhyke	I	IV
Mitoitusulkolämpötila (MUT)	-26 °C	-38 °C
Sisälämpötila	21 °C	21 °C
Lämmityksen pysäytyslämpötila	17 °C	17 °C
Lämmitysjärjestelmän T _{max, menovesi}	60 °C	60 °C
Lämpöpumpun tehomitoitus	88 %	70 %
Q _{lämmitys, tilat, LVK}	19610 kWh	25250 kWh
Q _{lämmitys, tilat}	14500 kWh	20140 kWh
Q _{lisälämmitys, tilat}	1769 kWh	6042 kWh
Q _{LP, lämmitys, tilat}	12731 kWh	14098 kWh
Q _{lämmitys, LKV}	5110 kWh	5110 kWh
Q _{lisälämmitys, LKV}	15 kWh	282 kWh
Q _{LP, lämmitys, LKV}	5095 kWh	4828 kWh
Lämpöpumpulla katettava lämpötilaero ΔT	41,3 K	41,3 K
Lämpöpumpun ulkolämpötilaraja*	-20,3 °C	-20,3 °C

*Ulkolämpötila, jonka jälkeen tarvitaan lisälämmitystä.

Lämpöpumpun lämpökertoimet ja sähköenergiankulutus		
SPF _{lämmitys}	2,2	2,0
SPF _{käyttövesi}	1,8	1,3
W _{LP, lämmitys}	8618 kWh	10763 kWh

Kustannukset ja takaisinmaksuaika		
Öljynkulutus ennen	1961 l/a**	2525 l/a**
Polttoöljyn hinta	1,23 €/l	1,26 €/l
Öljyn kustannus ennen	2412 €/a	3182 €/a
Öljynkulutus jälkeen	178 l/a	632 l/a
Öljyn kustannus jälkeen	219 €/a	797 €/a
Öljyn säästö vuodessa	1783 l/a	1893 l/a
Lisääntynyt sähkönkulutus	8618 kWh/a	10763 kWh/a
Sähköenergian hinta	0,11 €/kWh	0,11 €/kWh
Lämpöpumpun sähköenergian kustannus	948 €/a	1184 €/a
Arvioitu investointikustannus annetuilla tehomitoituksilla	15400 €	13500 €
Arvioitu kotitalousvähennys	1500 €	1500 €
Euromääräinen kokonaissäästö vuodesta	1245 €/a	1201 €/a
Takaisinmaksuaika	11,2 vuotta	10,0 vuotta

**Litra polttoöljyä vastaa noin 10 kWh energiaa (YM Energiatehokkuus ohje)