



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

ALEKSI PELTOMAA

# **1980-luvun omakotitalon energiatehokkuuden parantaminen**

ENERGIA- JA YMPÄRISTÖTEKNIIKAN  
TUTKINTO-OHJELMA  
2023

Tekijä(t) Peltomaa, Aleks	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2023
	Sivumäärä 22+7	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi <b>1980-luvun omakotitalon energiatehokkuuden parantaminen</b>		
Tutkinto-ohjelma Energia- ja ympäristötekniikka		
<p>Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan Ulvilassa sijaitsevan 1980-luvulla rakennetun omakotitalon energiatehokkuuden parantamista. Tavoitteena oli selvittää, miten eri lämmitysjärjestelmät sekä remontit tuovat säästöjä rakennuksen energiakulutukseen. Työssä laskettiin rakennuksen nykyinen energiankulutus ja lämmityskustannukset, joita käytettiin vertailussa lämmitysjärjestelmien sekä remonttien kannattavuuslaskelmissa.</p> <p>Opinnäytetyöhön kuului maalämmön, vesi-ilmalämpöpumpun ja ilmalämpöpumpun mitoittaminen ja vertailu niiden kannattavuudesta suhteessa investointikustannuksiin sekä energian kulutukseen. Maalämmön ja vesi-ilmalämpöpumpun mitoittamisessa hyödynnettiin laskentaohjelmaa. Maalämpö mitoitettiin täysitehoiseksi sekä osatehoiseksi, se ei tarvitse rinnalleen muita lämmönlähteitä. Vesi-ilmalämpöpumppu myös mitoitettiin täysitehoiseksi, mutta kovimmilla pakkasilla sähkön säästämiseksi lisälämmönlähteen käyttö olisi suotavaa. Ilmalämpöpumppu mitoitettiin öljylämmityksen rinnalle tuomaan säästöjä öljyn kulutuksessa.</p> <p>Laskelmista saatujen tuloksien perusteella nopeimman takaisinmaksuajan sai ilmalämpöpumppu, joka maksaa itsensä takaisin kolmessa ja puolessa vuodessa. Vesi-ilmalämpöpumpulla oli taas pisin takaisinmaksuaika, joka oli yli 30 vuotta. Lämmitysjärjestelmien 20 vuoden tarkastelujakson aikana eniten säästöjä tuottava ratkaisu oli maalämpö, joka olisi käyttökustannuksiltaan yli puolet halvempi kuin nykyinen öljylämmitys.</p>		
Avainsanat energiatehokkuus, lämpöpumput, lämmitysjärjestelmä, maalämpö		

Author(s) Peltomaa, Aleksi	Type of Publication Bachelor's thesis	Date May 2023
	Number of pages 22+7	Language of publication: Finnish
Title of publication <b>Improving the energy efficiency of a 1980's detached house</b>		
Degree programme Energy- and environmental engineering		
<p>           This thesis was about improving the energy efficiency of a 1980's detached house. The goal was to find out, how different heating systems and renovations can improve the energy efficiency of the building. The building's current energy consumption and heating costs were calculated and used in comparing profitability calculations of different heating systems and renovations.         </p> <p>           The thesis included the following heating systems: geothermal, water-to-air heat pump and air-to-air heat pump, and a comparison of their profitability in relation to investment costs and energy consumption. Calculation program was used for the geothermal and water-to-air heat pump calculations. The geothermal was calculated to be working at full capacity and therefore it would not require any other heat sources in addition. The same was done to the water-to-air heat pump but it would be advisable to use an additional heat source in the coldest temperatures. To bring savings in oil consumption, air-to-air heat pump was calculated alongside oil heating.         </p> <p>           According to the calculations, the fastest payback time was for the air-to-air heat pump which pays itself back in three and half years. The water-to-air pump had the longest payback period, over 30 years. During the 20-year review period for heating systems, the most cost-effective solution was geothermal heat, which was over half the price of the current oil heating.         </p>		
Keywords energy efficiency, heat pumps, heating system, geothermal energy		

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
2 MENETELMIEN JA TOIMINTATAVAN KUVAUS .....	7
3 RAKENTEELLISET PARANNUKSET .....	8
3.1 Eristeiden lisääminen .....	8
3.1.1 Yläpohjan lisäeristäminen .....	9
3.1.2 Rakennuksen vaipan lisäeristäminen .....	9
3.1.3 Alapohjan lisäeristäminen .....	10
3.2 Ilmavuodot .....	10
3.3 Ikkunoiden vaihtaminen .....	11
4 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT .....	12
4.1 Maalämpö .....	12
4.1.1 Maalämpöpumppujen vertailua .....	13
4.2 Vesi-ilmalämpöpumppu .....	14
4.2.1 Vesi-ilmalämpöpumppujen vertailuja .....	14
4.3 Ilmalämpöpumppu .....	15
4.3.1 Ilmalämpöpumppujen vertailua .....	15
5 MITOITUS .....	16
5.1 Maalämpö .....	17
5.2 Vesi-ilmalämpöpumppu .....	18
5.3 Ilmalämpöpumppu .....	18
6 LAINSÄÄDÄNTÖ JA TUET .....	19
6.1 Tuet .....	19
7 KANNATTAVUUSLASKELMAT JA TULOKSET .....	20
8 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	22
LÄHTEET	
LIITTEET	

## SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

U-arvo	Lämmönläpäisykerroin kertoo rakenneosan läpäisevän lämpövuon pinta-alaa kohti yhden asteen lämpötilaerolla, yksikkönä $W/m^2K$
E-arvo	Energiatehokkuusarvo, jossa on huomioitu lämmönläpäisykerroin, ilmavuoto ja auringonsäteilyn läpäisykerroin, yksikkönä $kWh/m^2$ , vuosi
ILP	Ilmalämpöpumppu
VILP	Vesi-ilmalämpöpumppu

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on selvittää, miten eri lämmitysjärjestelmät sekä remontit voivat parantaa 1980-luvulla rakennetun omakotitalon energiatehokkuutta. Tarkoituksena on laskea rakennuksen energiankulutus sekä mitoittaa sopiva maalämpöpumppu, vesi-ilmalämpöpumppu ja ilmalämpöpumppu kohteeseen ja vertailla näiden kannattavuutta suhteessa investointikustannuksiin ja energian kulutukseen. Tämän lisäksi tutkitaan, pystytäänkö energiatehokkuutta parantamaan kustannustehokkaasti erilaisilla remonteilla, kuten ikkunoiden vaihtamisella.

Nykyisen lämmitysjärjestelmän käyttökustannukset ovat yltäneet melko korkeiksi energian hintojen noustessa, jonka takia puita on jouduttu polttamaan paljon. Öljylämmitysjärjestelmän vaihtaminen on usein taloudellisesti kannattavaa ja päästöjä pienentävä toimenpide. Lämmitysjärjestelmän sekä energiatehokkuuden parantaminen ei ole yksiselitteistä, sillä vaihtoehtoja on monia. Tässä työssä tehdään laskelmat neljällä eri vaihtoehdolla, jotka ovat ikkunoiden vaihto, ilmalämpöpumpun, maalämmön sekä vesi-ilmalämpöpumpun asentaminen.

Työn kohteena on Ulvilassa sijaitseva 1980-luvulla rakennettu omakotitalo. Kohteessa on 150m<sup>2</sup> kokonaispinta-alaa, josta 120m<sup>2</sup> on lämmitettävää pinta-alaa. Talo on yksikerroksisen tiilitalo, jonka lämmitys tapahtuu vesikiertoisilla pattereilla. Rakennuksessa on öljypoltin päälämmitysmuotona, jolla tuotetaan myös lämmin käyttövesi. Lisälämmönlähteenä on toiminut varaava takka. Lämmitysöljyn kulutus on ollut noin 1200 litraa ja polttopuuta on kulunut noin 7 i-m<sup>3</sup> vuodessa. Rakennuksessa on alkupe-  
räiset kolme lasiset ikkunat.

## 2 MENETELMIEN JA TOIMINTATAVAN KUVAUS

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, miten eri lämmitysjärjestelmät sekä remontit voivat parantaa 1980-luvulla rakennetun omakotitalon energiatehokkuutta.

Tavoitteen saavuttamiseksi perehdytään energiatehokkaisiin ratkaisuihin kirjallisuuden ja internetlähteiden avulla sekä haastatteleamalla alan toimijoita. Haastateltaviin henkilöihin kuuluu Kaivonporaus Peltomaa Oy:n toimitusjohtaja Harri Peltomaa, jolla on 20 vuoden kokemusta maalämpöpumpuista, ja Geolämpö Oy:n toimitusjohtaja Petri Rannetta, joka myy sekä asentaa lämpöpumppuja. Tämän jälkeen suoritetaan haastattelu energiaremontin kohteena olevan talon omistajalta, talon nykyisestä energian kulutuksesta ja kuluista.

Talon energiakulutuksen perusteella lämmitysjärjestelmät mitoitetaan hyödyntämällä Thermian laskentaohjelmaa, johon syötetään rakennuksen energiankulutus, pinta-ala, kerroksien lukumäärä, vedenkulutus ja asukkaiden määrä.

Tämän jälkeen pyydetään tarjouksia alan toimijoilta hintojen saamiseksi kannattavuuslaskelmaa varten. Lisäksi selvitetään mahdolliset lupien tarpeet sekä tuet energiaremonttia varten ja niiden vaikutuksen kannattavuuslaskelmiin.

Työn tarkoituksena on selvittää, miten omakotitalon energiatehokkuutta voi parantaa kustannustehokkaasti. Saatujen tarjouksien ja mitoitusten perusteella suoritetaan kannattavuuslaskelmat Exceliä käyttäen. Tuloksien avulla omakotitalon omistaja saa suuntaa antavaa arvioita, miten lähteä parantamaan rakennuksen energiatehokkuutta. Lisäksi tuloksia voidaan hyödyntää muissa samankaltaisissa taloissa.

### 3 RAKENTEELLISET PARANNUKSET

Rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseksi passiiviset energiansäästö menetelmät, kuten rakenteiden hyvä lämmöneristystaso ovat erinomainen ratkaisu. Niiden toiminta ei vaadi huoltoa tai erityisiä säätöjä, ja ne toimivat jatkuvasti koko elinkaarensa ajan. Lämpöhäviöiden pienentämisen lisäksi ne parantavat sisäilman lämpöviihtyisyyttä vähentämällä kylmän tunnetta lattiatasolla (Ojanen ym., 2017, s.8).

Rakennuksen rakenteiden lämmöneristyksen tehokkuutta kuvataan U-arvolla. U-arvo on suhdeluku, joka kertoo, miten paljon lämpöä rakennuksesta tulee ulos verrattuna siihen, kuinka paljon lämpöä sinne tulee sisään. Mitä pienempi U-arvo on, sitä tehokkaampi lämmöneristys on. Yleensä pienempi U-arvo on parempi.

#### 3.1 Eristeiden lisääminen

Rakennuksen energiatehokkuutta voidaan parantaa lisäämällä tai parantamalla rakennuksen lämmöneristystasoja. Vanhat rakenteet eivät usein vastaa nykyisiä vaatimuksia lämmöneristyskyvyiltään. Lisäämällä lämmöneristystä saadaan rakenteet vastaamaan nykyisiä vaatimuksia sekä samalla se takaa viihtyisemmän sisäilman. Lämmöneristystason parantaminen ei käytännössä ole mahdollista jokaisen rakenteen osalta, joten on tärkeää pitää hyvä energiatehokkuus niissä korjauksissa, joissa se on mahdollista.

Ennen lisälämmöneristeen asentamista tulisi rakenteiden lämpö- ja kosteuskäyttäytymisen tutkia, jotta jatkossakin rakenteen toimivuus varmistuisi.

Rakennuskomponentti	1969	1985	2003	2008	2010
Ulkoseinä	0,41...0,93	0,28	0,25	0,24	0,17
Alapohja	0,35...0,47	0,36	0,25	0,19	0,16
Yläpohja	0,35...0,47	0,22	0,16	0,15	0,09
Ikkuna	2,44...3,14	2,1	1,4	1,4	1,0
Ovi		0,7	1,4	1,4	1,0

Taulukko 1. Suomen rakentamismääräyskokoelmassa esitettyjä suurimpia sallittuja rakennuskomponenttien U-arvoja (W/m<sup>2</sup>K) eri aikoina. (Paiho ym., 2012, s.11).



### 3.1.1 Yläpohjan lisäeristäminen

Yläpohjan lisäeristäminen voi parantaa energiatehokkuutta huomattavasti, koska pinta-alaltaan se on merkittävä osa rakennusvaippaa.

Ennen 2010-luvulla laadittua rakennusmääräystä talojen yläpohjiin lisättiin eristettä nykyistä vähemmän. Vanhojen talojen yläpohjissa on usein ilmapuotoja, jotka aiheuttavat suurta energiankulutusta (Lampoykkonen, 2017).

1980-luvulla rakennetuissa taloissa on yleensä noin 200-250 mm eristettä, jolloin vanhojen villojen päälle voidaan lisätä noin 200–250 mm lisäeristettä. Riittävä eristepaksuus on 400-500mm vapaasta tilasta riippuen.

Yläpohjan lisäeristämisen toimivuuden kannalta pitää huomioida tuuletuksen säilyvyys riittävänä. Rakenteeseen pitää jäädä riittävä tuuletusväli sekä tuuletusaukot ulkoilmaan pitää varmistaa (K-rauta, 2020).

Opinnäytetyötä tehdessä kävi ilmi, että rakennuksen yläpohjaan on jo lisätty noin 250mm puhallusvillaa. Yläpohjan eristeen pitäisi olla näin riittävän tehokas, eikä tällä menetelmällä pysty saavuttamaan säästöjä energian kulutuksessa.

### 3.1.2 Rakennuksen vaipan lisäeristäminen

Lisäeristäminen ulkoseinissä vaikuttaa usein rakennuksen paksuuteen ja tämä voi rajoittaa ikkunoiden sijoittelua seinän syvyys suunnassa, räystäspituuteen ja perustuksiin. Eristeen valitsemisessa kannattaa kiinnittää huomiota eristeen U-arvoon, kosteudenläpäisyyn, äänenläpäisyyn, kosteuden sitomiskykyyn ja palonkestoon (Pernu, 2019, s. 27).

Ulkoseinien lisäeristäminen on suositeltavaa tehdä muiden korjaustöiden yhteydessä, kuten julkisivuverhouksen. Tällöin lisäeristämisen kustannukset pysyvät kohtuullisena. Hyvässä kunnossa olevaa julkisivua ei välttämättä kannata alkaa purkamaan ja lisäeristämään.

### 3.1.3 Alapohjan lisäeristäminen

Vanhemmissa taloissa tyypillinen ongelma on puutteellinen eristys rakennuksen alapohjassa. Heikon eristyksen takia lattia on usein kylmä. Alapohjan lisälämmöneristäminen on taloudellisesti kannattavaa vain lattian uusimisen yhteydessä.

Pohjalevyjen ja lattian päälle voidaan asentaa eristyslevyjä, jotka estävät lämmön siirtymisen lattian ja pohjalevyn välillä. Myös lattian alapuolella olevia kylmätiloja voidaan eristää eristysmateriaaleilla. Lattianeristyksen asentaminen on helppoa tehdä ennen kuin lattia on asennettu ja se on yleensä yhdistettävä rakennuksen ulkoseiniin ja pohjalevyjen eristykseen.

### 3.2 Ilmavuodot

Ilmavuodoilla tarkoitetaan lämpimän sisäilman vuotamista rakennuksen ulkovaipan raoista ja rei'istä ulos.

Tyypillisimpiä ilmavuotopaikkoja omakotitaloissa ovat katon ja seinien liitokset sekä ikkunat ja ovet.

Ilmavuotojen tukkiminen on helppo ja edullinen tapa vähentää rakennuksen energiankulutusta. Lämpökameran avulla vuotojen paikallistaminen on helppoa. Tarkimpien kameroiden käyttäminen vuotojen paikallistamiseen edellyttää rakennuksen sisälämpötilan olevan vähintään 10 astetta korkeampi kuin ulkolämpötilan, mutta osalla kameroista vaaditaan 15-20 asteen lämpötilaeroa luotettavan kuvauksen tekemiseen (Kilpeläinen ym., 2006, s.72). Tiivistäessä talon ilmavuotoja ilman riittävää korvausilman saantia, tulee rakennuksen korvausilma hallitsemattomasti talon rakenteiden kautta, jolloin sisäilman laatu huononee. Sisäilmaan saattaa kertyä haitallisia yhdisteitä ja kosteus voi tiivistyä rakenteisiin, jolloin syntyy kosteusvaurion riski (Motiva, 2022a).

### 3.3 Ikkunoiden vaihtaminen

Ikkunan energiatehokkuus koostuu kolmesta eri tekijästä. Ikkunan U-arvo kuvaa sen läpi johtuvan lämpöenergian määrää. Mitä pienempi U-arvo, sitä vahvemmin ikkuna eristää ja siten vaimentaa rakennuksesta poistuvaa lämpöhukkaa. G-arvo taas kertoo ikkunan auringonsäteilyn kokonaisläpäisykertoimen, eli kuinka tehokkaasti kyseinen ikkuna osaa hyödyntää auringon tuottamaa lämpöä ja valoa. Suuri g-arvo kuvaa ikkunan hyödyntävän aurinkoenergiaa paremmin. L-arvo puolestaan kertoo ikkunan läpi virtaavaa ilman määrää. Mitä pienempi arvo on, sitä vähemmän ikkunan kautta vuotaa ilmaa (Energiatehokas koti, 2020).

Ikkunaremontti ovat hyvä tapa parantaa talon energiatehokkuutta. Ennen ikkunoiden vaihtamista kannattaa käydä läpi kunnostus vaihtoehdot, kuten ikkunoiden ja karmien tiivisteiden uusiminen. Tiivisteiden uusimisella saadaan tehokkaasti vähennettyä ikkunoista johtuvaa lämpöhäviötä. Ikkunaremontin yhteydessä pitää kuitenkin kiinnittää huomiota riittävän korvausilman saamiseen. Kolminkertaisia hyvässä kunnossa olevia ikkunoita ei välttämättä kannatta alkaa vaihtamaan, vaan pelkästään tiivistämiselläkin voi jo vähentää energiankulutusta merkittävästi.

1980-luvulla rakennetuissa pientaloissa on usein 3-lasiset ikkunat, joiden U-arvo on  $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  kun taas nykyaikaisissa nelilasisissa energiansäästöikkunoissa U-arvo on  $0,6\text{-}1 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Pihla, 2022).

Uusien ikkunoiden, joiden U-arvo on  $1 \text{ W/m}^2\text{K}$  ja E-arvo  $76 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$ , tulisi maksamaan  $11000 \text{ €}$  asennuksineen, työn osuus noin  $2200 \text{ €}$  (Tiivi, 2022). Energiasäästöä uudet ikkunat toisivat noin  $2500 \text{ kWh}$  vuodessa (Motiva, 2023).

## 4 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

### 4.1 Maalämpö

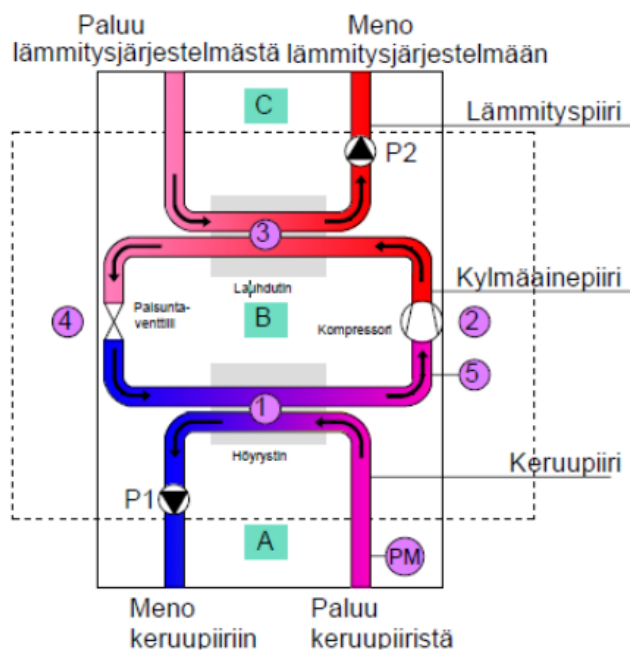
Maalämpö on maahan varastoitunutta lämpöenergiaa. Se on uusiutuvaa energiaa, jota syntyy, kun auringon lämpö tai geoterminen lämpö varastoituu maaperään lämmittäen sitä.

Lämpökaivon, joka on yleensä noin 100–300 metriä syvä, sijoitetaan lämmönkeruunestettä sisältävä keruupiiri. Kaivon syvyys riippuu lämmitysenergian tarpeesta, kallion kivilajista sekä kaivon asettuvasta vedenpinnan korkeudesta. Lämmönkeruuneste kiertää piirissä lämpöpumpun höyrystimeen, jossa se luovuttaa keräämänsä lämmön. Höyrystimessä lämpö siirtyy lämpöpumpussa kiertävään kylmäaineeseen, jonka vaikutuksesta se kaasuuntuu. Kylmäaineen kaasuuntuessa lämpöpumpun kompressori nostaa sen painetta ja lämpötilaa entisestään. Kompressorin jälkeen kylmäaine johdetaan lauhduttimeen, jossa se luovuttaa lämpöä rakennuksen lämmönjakojärjestelmään lauhtuen samalla takaisin nestemäiseksi. Kylmäaine palaa lauhduttimelta takaisin höyrystimeen paisuntaventtiilin kautta, jolloin kierto alkaa uudestaan alusta (Thermia, 2022).

Maalämpö voidaan mitoittaa osatehoiseksi tai täystehoiseksi. Osatehoiseksi mitoitettu lämpöpumppu tuottaa 95-99% vuotuisesta energiatarpeesta. Loppuosan energiasta tuottaa lämpöpumppuun asennettu sähkövastus. Täysteholle mitoitettu lämpöpumppu kattaa kaiken energiatarpeen kovimmillakin pakkasilla ilman sähkövastuksien apua. Lämmönkeruuputkisto kannattaa kuitenkin mitoittaa hieman suuremmaksi kuin sen minimitarve. Se nostaa lämpöpumpun hyötysuhdetta sekä vähentää lämpökaivon jäätymisriskiä (Motiva, 2022b).

Vesikiertoisilla pattereilla lämmitettävissä taloissa maalämpöjärjestelmään on suositeltavaa asentaa puskurivaraaja. Puskurivaraaja lisää patteriverkoston vesitilavuutta, jolloin maalämpöpumppu käy pidempiä jaksoja. Tämän ansiosta maalämpöpumppu toimii paremmalla hyötysuhteella ja kompressorin käyttöikä pitenee, kun käynnistymiskerrat harvenevat. Puskurivaraaja lisää hieman maalämpöjärjestelmän hintaa ja vie tilaa, mutta tuo säästöjä pidemmällä aikavälillä.

Tutkittavana olevassa kohteessa ei ole mahdollisuutta asentaa maahan sijoitettavaa keruupiiriä tai vesistöön sijoitettavaa keruupiiriä. Maahan sijoitettava keruupiiri ei ole mahdollinen, koska tontti on liian kivikkoinen ja sen koko on liian pieni vaadittavalle määrälle keruuputkistoa. Energiakaivo on ainoa mahdollinen lämmönkeruujärjestelmä maalämpöpumpulle kyseisessä kohteessa.



Kuva 1. Maalämpöpumpun osat ja toimintaperiaate. (Ympäristöministeriö 2022).

#### 4.1.1 Maalämpöpumppujen vertailua

Bosch Compress 700i LWM Inverter 3-12kW.

Vesikiertoisessa lattialämmityksessä vuosilämpökerroin (SCOP) 5,85 ja nimellinen lämpökerroin (COP) 4,8. Hinta 7683,71 €. (Maalampokauppa, 2022).

Nibe F1226 6kW. Lattialämmityksessä vuosilämpökerroin 4,3 ja nimellinen lämpökerroin 4,17. Hinta 11120 € (Lampoykkonen, 2022).

Thermia Diplomat Optimum G3 6kW. Lattialämmityksessä vuosilämpökerroin 4,82 ja nimellinen lämpökerroin 4,74. Hinta noin 12500 € johon kuuluu asennus kokonaisuudessaan. Hinta perustuu Geolämpö Oy:n tarjoukseen (2022).

Thermia Calibra Eco 8 400V. Lattialämmityksessä vuosilämpökerroin 5,87 ja nimellinen lämpökerroin 4,6. Hinta noin 14500 € johon kuuluu asennus kokonaisuudessaan. Hinta perustuu Geolämpö Oy:n tarjoukseen (2022).

## 4.2 Vesi-ilmalämpöpumppu

Vesi-ilmalämpöpumppu (VILP) toimii pitkälti samalla tavalla kuin maalämpöpumppu. Erona näiden kahden välillä on se, että VILP hyödyntää ulkoilmaan varastoitunutta energiaa, kun taas maalämmössä hyödynnetään maaperässä olevaa energiaa. Vesi-ilmalämpöpumpussa ulkoilma lämmittää lämpöpumpun ulkoyksikössä kiertävää kylmäainetta, jonka vaikutuksesta se höyrystyy. Ulkolämpötilan laskiessa vesi-ilmalämpöpumpulla saatava lämmitysenergian määrä laskee ja kovimmilla pakkasilla tarvitaan tueksi varalämmönlähde. Vesi-ilmalämpöpumppu antaa noin 50 prosenttia vähemmän tehoa -20 asteen pakkasella kuin +7 asteen lämpötilassa, jossa laitteiden nimellisteho yleensä ilmoitetaan. -20 asteen pakkasella laadukkaan vesi-ilmalämpöpumpun lämpökerroin lattialämmityksen yhteydessä on noin 1,4–1,8 kun sulatusjaksot huomioidaan (Motiva, 2022c). Vesipatterilämmityksen yhteydessä huonosti pakkaolosuhteisiin soveltuvilla vesi-ilmalämpöpumpuilla lämpökerroin voi tippua sähkölämmityksen tasolle kovimmilla pakkasilla. Vesi-ilmalämpöpumppujen alin toimintalämpötila on yleensä noin -20 ja -25 pakkasasteen välillä riippuen laitteesta.

Vesi-ilmalämpöpumput jakautuvat kahteen eri järjestelmään, jotka ovat monoblock- ja split-järjestelmä. Erona järjestelmissä on se, että kylmäaine tekee työnsä eri paikassa. Monoblock-järjestelmässä kylmäaine luovuttaa lämmön veteen ulkoyksikössä ja split-järjestelmässä sisälle asennetussa varaajassa. Monoblock-järjestelmissä on varaaja ulkoyksikössä, joka saattaa jäätyä kovemmilla pakkasilla (Lampopartio, 2022). Tyypillinen elinaikaodotus vesi-ilmalämpöpumpulle on 10-20 vuotta, lämpöpumpun kompressorin on 10-15 vuotta.

### 4.2.1 Vesi-ilmalämpöpumppujen vertailuja

Atlantic Alfea Extensa+ A.I DUO 6 kW. Lämpökerroin on 4,26 lattialämmitys käytössä. Hinta 8010 € (Biottori, 2022).

Jäspi Basic Split, 8kW. Lämpökerroin 4,65 lattialämmityksessä. Hinta 5389 € (Netrauta 2022).

Thermia Atec 6kW. Lämpökerroin 4,7. Hinta noin 13000 € asennuksen kanssa, perustuu Geolämpö Oy:n tarjoukseen (2022).

### 4.3 Ilmalämpöpumppu

Ilmalämpöpumppu toimii hyvin lisälämmönlähteenä esimerkiksi öljylämmityksen rinnalla. Sillä on samalainen toimintaperiaate kuin muillakin lämpöpumpuilla. Erona kuitenkin näiden välillä on se, että ilmalämpöpumppu ei luovuta lämpöä rakennuksen lämmönjakoverkoston, vaan lämmin ilma vapautuu lämpöpumpun sisäyksiköstä huoneistoon. Ilmalämpöpumppuja voidaan käyttää myös viilennykseen.

Ilmalämpöpumpun sijoittamisessa kannattaa hyödyntää muita lämmönlähteitä, esimerkiksi varaavaa takkaa. Lämpöpumpun sisäyksikkö pyritään sijoittamaan niin, että se pystyy levittämään mahdollisimman hyvin takan tuottamaa lämpöenergiaa.

Laadukkaan ilmalämpöpumpun käyttöikä on noin 15 vuotta.

#### 4.3.1 Ilmalämpöpumppujen vertailua

Bosch Climate Class 8101i 6,5kW SCOP 5,1 Hinta 1829 € (Lämpöpumppuhuolto, 2022).

Toshiba Premium+25 SCOP 5,3 Hinta 1799 € (Lämpöykkönen, 2022).

Mitsubishi Electric LN25 Hero 2.0 SCOP 5,2 Hinta 1699 € (Taloon, 2022).

Daikin Comfora 25 SCOP 4,98 Hinta 1699 € (Lämpöykkönen, 2022).

## 5 MITOITUS

Lämmitysjärjestelmät mitoitetaan lämmitysöljyn sekä polttopuun kulutuksen mukaan. Öljyä on kulunut noin 1200 litraa vuodessa, polttoöljyn lämpöarvona käytetään 10 kWh/litra. Öljypolttimen hyötysuhteena käytetään 85 prosenttia, joka perustuu arvioon järjestelmän ikään nähden. Öljypoltin on jo 10 vuotta vanha ja kattila 20 vuotta vanha. Polttopuuta on kulunut noin 7 i-m<sup>3</sup> vuodessa, sekapuun lämpöarvo on noin 800 kWh/m<sup>3</sup>, takan hyötysuhteena käytetään 80%.

Lämpimän käyttöveden osuus energiatarpeesta lasketaan kaavalla 1, joka syötettiin laskentasovellukseen.

Rakennuksen vuotuinen energiantarve on noin 17500 kWh.

$$Q = \frac{p \times c_p \times V \times (t_2 - t_1)}{3600}$$

KAAVA 1

Q = Veden lämmittämiseen kuluva energia (kWh)

p = Veden tiheys

C<sub>p</sub> = Veden ominaislämpökapasiteetti

V = Vedenkulutus (m<sup>3</sup>)

t<sub>2</sub> = Lämmitetyn veden lämpötila

t<sub>1</sub> = Lämmitettävän veden lämpötila

(Motiva, 2022d).



## 5.1 Maalämpö

Maalämpö mitoitettiin Thermian laskentaohjelmalla. Ohjelmaan syötettiin öljyn ja puun kulutus, rakennuksen ikä, sijainti sekä käyttöveden kulutus (Kaava 1).

Ohjelma tarjosi maalämmölle kaksi vaihtoehtoa.

Osatehoiselle vaihtoehdolle lämpöpumpuksi Diplomat Optimum G3 6 ja energiakaivon syvyydeksi 150 metriä. Tämä vaihtoehto on mitoitettu kattamaan rakennuksen energiankulutus -17 asteeseen asti, jonka jälkeen lämpöpumppuun integroitu sähkövastus avustaa lämmöntuotannossa kovemmillä pakkasilla. Energiaa lämpöpumppu käyttäisi noin 5100 kWh/a, jolla se tuottaisi noin 12400 kWh/a säästön (Liite 1). Energiakaivon hinnaksi tulisi noin 5900 euroa, josta työn osuus on 3450 €. Kyseisen lämpöpumpun hinta on noin 12500 euroa käyttövalmiiksi asennettuna, josta työn osuus on 4000 €.

Täysitehoiseksi mitoitetulle maalämmölle lämpöpumpuksi tulisi Calibra Eco 8 400V ja energiakaivon syvyydeksi 170 metriä. Järjestelmä on mitoitettu kattamaan kokonaan rakennuksen energiankulutus kovemmillakin pakkasilla. Energian säästö olisi tällä järjestelmällä 12929 kWh/a (Liite 2). Energiakaivon hinnaksi tulisi noin 6600 €, työn osuus hinnasta 3910 €. Lämpöpumpun hinta on noin 14500 € käyttövalmiiksi asennettuna, työn osuus on 4000 €.

Hinnat perustuvat Kaivonporaus Peltomaa Oy:n ja Geolämpö Oy:n tarjouksiin (2022).

## 5.2 Vesi-ilmalämpöpumppu

Vesi-ilmalämpöpumppu mitoitettiin myös Thermian laskentaohjelmalla.

Ohjelma tarjosi järjestelmäratkaisuksi Atec 6 lämpöpumpun, joka sisältää integroidun sähkövastuksen. Energiaa lämpöpumppu käyttäisi 8390 kWh/a, jolla tuotettaisiin noin 9200 kWh/a säästöä (Liite 3).

Järjestelmä kattaisi 86% energian tarpeesta, jolloin kovemmillä pakkasilla tarvittaisiin lisälämmönlähde tai lämpöpumppu käyttäisi integroitua sähkövastusta lisälämmitykseen.

Järjestelmän hinta olisi noin 13000 € asennuksineen, josta 3000 € on työn osuutta. Hinta perustuu Geolämpö Oy:n tarjoukseen (2022).

## 5.3 Ilmalämpöpumppu

Ilmalämpöpumppu mitoitetaan öljylämmityksen rinnalle tuomaan säästöjä lämmityskuluissa. Tässä työssä tarkastellaan Bosch Climate Class 8101i 6,5kW ilmalämpöpumppua, jonka hinta olisi 2529 € asennettuna ja työn osuus on 600 € (Lämpöpumppuhuolto, 2022).

Tarkkaa energiasäästöä ilmalämpöpumpulle on hankala määrittää, joten tässä työssä käytetään Motivan tutkimuksien tuloksia. Ilmalämpöpumpun keskimääräinen vuotuinen energiansäästö on noin 3000 kWh (Motiva, 2022e).

Ilmalämpöpumpun mitoituksessa katsotaan sisäyksikölle hyvä paikka, josta se pystyy levittämään lämmintä ilmaa mahdollisimman laajalle alueelle.

## 6 LAINSÄÄDÄNTÖ JA TUET

Energiakaivon poraamiseen vaaditaan rakennuslain mukainen toimenpidelupa ja vesilain mukainen lupa. Jos hankkeeseen tarvitaan vesilain mukainen lupa aluehallintovirastosta, haetaan se ensin, koska mahdollisen kielteisen päätöksen vuoksi energiakaivoa ei saa rakentaa. Luvat myöntää kunnan rakennusvalvonta ja hinta vaihtelee paikkakunnasta riippuen. Ulvilassa lupa maksaa 130 € (Ulvilan kaupunki, 2018).

### 6.1 Tuet

Korotettua kotitalousvähennystä on mahdollista hakea, kun lämmitysjärjestelmän vaihtaa öljylämmityksestä esimerkiksi maalämpöpumppuun. Korotetun kotitalousvähennyksen maksimi on 3500 € henkilöltä, pariskunta voi siis saada yhteensä 7000 €. Korotetun kotitalousvähennyksen määrä on 60% työkustannuksien osuudesta. Kotitalousvähennykseen liittyy 100 euron suuruinen omavastuuosuus.

Normaali kotitalousvähennys on 2250 € per henkilö. Kotitalousvähennyksen määrä on 40% työkustannuksien osuudesta (Vero, 2022).

Vaihtoehtoisia tukia öljylämmityksestä luopumiseen on ELY-keskuksen tarjoama tuki, joka on maksimissaan 4000 euroa. Tai ARAn energia-avustus, joka on maksimissaan 6000 euroa.

## 7 KANNATTAVUUSLASKELMAT JA TULOKSET

Laskelmissa käytetään lämmitysöljyn hintana 1.83€/litra (St1, 2022.) ja polttopuun hintana 90€/i-m<sup>3</sup> (Tamminiemi, 2022).

Rakennuksen nykyiseksi energiakustannukseksi tulee noin 2830 € vuodessa.

Lämpöpumppujen käyttämän sähkön hintana käytetään 28 snt/kWh. Hinta perustuu energian hintaan 20 snt/kWh, siirtomaksuun 4,15 snt/kWh, sähköveroon 2,79 snt/kWh sekä kuukausimaksuihin.

Laskennassa huomioidaan kotitalousvähennyksien osuus jokaiselle vaihtoehdolle niiden työkustannuksien osuudesta sekä käytetään pankkilainan osalta 8,4 % vuosikorkoa 5 vuoden ajalle.

Taulukko 2. Investointikustannukset vähennyksien jälkeen

Vaihtoehto	Investointi, €	Investointi tuen jälkeen, €	Investointi pankkilainan kanssa tuen jälkeen, €
Ilmalämpöpumppu	2529	1929	2357
VILP	13000	11700	15421
Maalämpö osateho	12500+5900	15200	18403
Maalämpö täysteho	14500+6600	17736	21519
Ikkunoiden vaihtaminen	11000	9580	12472

Taulukko 3. Laskennan tulokset

Vaihtoehto	Investointi, €	Energiasäästö, kWh/v	Säästö, €/v	Takaisinmaksuaika, v
Nykyinen	-	-	-	-
Nykyinen + ILP	2357	3000	672	3,5
VILP	15421	9200	478	32,5
Maalämpö osateho	18403	12400	1398	13,5
Maalämpö täysteho	21519	12930	1538	14
Ikkunoiden vaihtaminen	12472	2500	700	17,8

Lämmitysjärjestelmille lasketaan käyttökustannukset 20 vuoden ajalle, sillä niiden elinaikaodotus vaihtelee noin 10-30 vuoden välillä lämmitysjärjestelmästä riippuen. Ilmalämpöpumpun käyttöikä on tyypillisesti noin 10-15 vuotta, joten laskennassa vaihdetaan ilmalämpöpumppu samalaiseen 10 vuoden jälkeen ja oletetaan investoinnin olevan sama. Laskennassa energian hintojen oletetaan nousevan 2 % vuosittain (Liite 4). Huoltokustannukset perustuvat arvioihin.

Taulukko 4. Investointi- ja 20 vuoden käyttökustannukset

Vaihtoehto	Investointi, €	Energian kustannukset 20 vuoden ajalta, €	Huolto, €	Yhteensä, €
Nykyinen	-	86094	6000	92094
Nykyinen + ILP	4714	63040	6400	74154
VILP	15421	60549	2000	77970
Maalämpö osateho	18403	36819	2000	57222
Maalämpö täysteho	21519	33209	2000	56728

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tarkoituksena oli tutkia miten eri lämmitysjärjestelmillä ja remonteilla voidaan parantaa vanhan omakotitalon energiatehokkuutta. Laskelmien tuloksista on vaikea tehdä suoria johtopäätöksiä, koska investoinnit ovat todella eri suuruisia sekä laskelmissa jouduttiin tekemään jonkin verran olettamuksia. Lisäksi sähkön ja öljyn hintojen muutoksia on hankala arvioida pitkällä ajanjaksolla.

Laskelmien perusteella nopein takaisinmaksuaika on ilmalämpöpumpulla, kun taas pisin takaisinmaksuaika on vesi-ilmalämpöpumpulla. Öljylämmityksen rinnalla olevan ilmalämpöpumpun takaisinmaksuaika on 3,5 vuotta. Vastaava aika vesi-ilmalämpöpumpulla on reilu 30 vuotta.

Lämmitysjärjestelmien 20 vuoden tarkastelujakson aikana maalämpö on selvästi halvin, energiankustannukset tältä ajalta ovat 33209 euroa. Vesi-ilmalämpöpumppu on seuraavaksi halvin, kustannukset kyseiseltä ajalta ovat sillä 60549 euroa, mikä on 27340 euroa kalliimpi kuin maalämmöllä. Ongelmana tässä tarkastelussa on ilmalämpöpumpun käyttöikä, sekä huoltokustannuksien arvioiminen. Ilmalämpöpumppu on suositeltavaa vaihtaa uuteen jo 10 vuoden kuluttua. Tyypillisiä huoltokustannuksia lämpöpumpuilla ovat kompressorin uusinta 10-15 vuoden välein, jolle hintaa muodostuu noin 2000 euroa.

Mitoituksessa käytetty vesi-ilmalämpöpumppu muodostui melko kannattamattomaksi, johtuen isosta investoinnista, sähkön kalliista hinnasta ja huonosta toiminnasta pakkasessa. Kyseinen pumppu alkaa käyttämään integroitua lisälämmitintä jo -6 asteen pakkasella (Liite 3). Eri mallisella vesi-ilmalämpöpumpulla suorituskyky olisi luultavasti merkittävästikin parempi.

Rakennuksen omistaja saa näistä tuloksista suuntaa antavaa arvioita, miten lähteä parantamaan rakennuksen energiatehokkuutta. Laskelmia voidaan myös hyödyntää muissa samankaltaisissa rakennuksissa.

## LÄHTEET

- Biottori. (2022). Ilmavesilämpöpumppu Atlantic Alfea Extensa. Haettu 10.11.2022 osoitteesta <https://www.biottori.fi/tuote/ilmavesilampumpu-atlantic-alfa-extensa-ai-duo-6-kw>
- Energiatehokas koti. (2020). Ikkunat ja niiden suuntaus. Haettu 9.11.2022 osoitteesta [https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/rakennuksen\\_suunnittelu/ikkunat\\_ja\\_niiden\\_suuntaus](https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/rakennuksen_suunnittelu/ikkunat_ja_niiden_suuntaus)
- Geolämpö Oy. (2022). Tarjous maalämpöpumpusta ja vesi-ilmalämpöpumpusta
- Kaivonporaus Peltomaa Oy. (2022). Tarjous lämpökaivon porauksesta.
- Kilpeläinen, M. Hekkanen, M. Seppälä, P. Riippa, T. (2006). Pientalon tekninen laatu. <https://www.ouka.fi/documents/486338/ba448a0e-be8b-4475-8f28-b3b68d27560e>
- Krauta. (2020). Lämmöneristys eri ikäisissä taloissa – korjausvinkit. haettu 8.1.2023 osoitteesta <https://www.k-rauta.fi/inspiraatio-ja-ohjeet/rakentaminen/lammoneristys-eri-ikaisissa-taloissa-korjausvinkit>
- Lämpöpartio. (2022). Ilma-vesilämpöpumppujen vertailu 2022 – mitä eroa eri pumpuilla on? Haettu 19.12.2022 osoitteesta <https://lampopartio.fi/blogi/ilma-vesilampopumppujen-vertailu-2022-mita-eroa-eri-pumpuilla-on/>
- Lämpöpumppuhuolto. (2022). Ilmalämpöpumppu Bosch. Haettu 10.11.2022 osoitteesta <https://www.xn--lmpumpuuhuolto-0kb22a.com/index.php/ilmalaempeopumput/bosch-ilmalampopumput/ilmalampopumppu-bosch-climate-class-8101i-6-5-kw>
- Lämpöpumppuhuolto. (2022). Huolto ja korjauspalvelut. Haettu 10.11.2022 osoitteesta <https://www.xn--lmpumpuuhuolto-0kb22a.com/index.php/palvelut>
- Lämpöykkönen. (2017). Fakta 50: Näin pienennät vanhan pientalon energiankulutusta. Haettu 21.12.2022 osoitteesta <https://lampoykkonen.fi/100faktaa/fakta-50-nain-piennat-vanhan-pientalon-energiankulutusta-ja-saat-paremmen-energiatodistuksen/>
- Lämpöykkönen. (2022). Daikin Comfora 25 Haettu 28.12.2022 osoitteesta <https://lampoykkonen.fi/tuote/daikin-comfora-25-ftxtp-k-rxtp-n/>
- Lämpöykkönen. (2022). Toshiba premium+ 25. Haettu 28.12.2022 osoitteesta <https://lampoykkonen.fi/tuote/toshiba-premium-ras-25>
- Lämpöykkönen. (2022). NIBE F1245 8KW. Haettu 10.11.2022 osoitteesta <https://lampoykkonen.fi/tuote/nibe-f1245-8kw/>

Maalampokauppa. (2022). Bosch Compress 700i LWM Inverter 3-12kW. Haettu 12.11.2022 osoitteesta <https://www.maalampokauppa.fi/tuote/bosch-compress-700i-lwm-inverter-maalampopumppu-3-12/>

Motiva. (2023). Ikkunoiden energiatehokkuus. Haettu 11.3.2023 osoitteesta [https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/rakentaminen/ikkunoiden\\_energialuokitus/ikkunoiden\\_energiatehokkuus](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/ikkunoiden_energialuokitus/ikkunoiden_energiatehokkuus)

Motiva. (2022a). Ilmavuodot ja lisäeristys. Haettu 18.11.2022 osoitteesta [https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/remontoi\\_ja\\_huolla/ilmavuodot\\_ja\\_lisaeristys](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/remontoi_ja_huolla/ilmavuodot_ja_lisaeristys)

Motiva. (2020d). Ilmalämpöpumppu tukilämmityslähteenä. Haettu 17.10.2022 osoitteesta [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/lampopumput/lampopumpputeknologia/ilmalampopumppu\\_tukilammityslahtena](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologia/ilmalampopumppu_tukilammityslahtena)

Motiva. (2022c). Ilma-vesilämpöpumppu. Haettu 14.12.2022 osoitteesta [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/lampopumput/lampopumpputeknologia/ilma-vesilampopumppu](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologia/ilma-vesilampopumppu)

Motiva. (2022d). Laskukaavat: Lämmin käyttövesi. Haettu 10.12.2022 osoitteesta [https://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/kiinteiston\\_energian kaytto/kulutuksen\\_normitus/laskukaavat\\_lammin\\_kayttovesi](https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energian kaytto/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammin_kayttovesi)

Motiva. (2022b). Hanki hallitusti maalämpöjärjestelmä. Haettu 10.12.2022 osoitteesta [https://www.motiva.fi/haku?searchterms=hanki+hallitusti+maa&65017\\_f%5B%5D=](https://www.motiva.fi/haku?searchterms=hanki+hallitusti+maa&65017_f%5B%5D=)

Netrauta. (2022). Jäspi Basic Split, 8kW. Haettu 8.12.2022 osoitteesta <https://www.netrauta.fi/ilma-vesilampopumppu-jaspi-basic-split-8kw>

Ojanen, T. Nykänen, E. Hemmilä, K. (2017). Rakenteellinen energiatehokkuus korjausrakentamisessa. Motiva. [https://www.motiva.fi/files/15180/Rakenteellinen\\_energiatehokkuus\\_korjausrakentamisessa.pdf](https://www.motiva.fi/files/15180/Rakenteellinen_energiatehokkuus_korjausrakentamisessa.pdf)

Paiho, S. Kuusisto, J. Stenlund, O. Ala-juusela, M. (2012). Pientalojen energiaremonttipalvelut: Kokonaispalvelumallin yleistyminen ja sen haasteet. Haettu 6.12.2022 osoitteesta <https://cris.vtt.fi/en/publications/pientalojen-energiaremonttipalvelut-kokonaispalvelumallin-yleisty>

Pernu, N. (2019). Kiinteistökannan energiatehokkuus – avain ympäristövaikutusten hillitsemiseen. Haettu 19.12.2022 osoitteesta <https://www.lapinamk.fi/loader.aspx?id=642209c2-1fcf-4658-bc3b-b86f813fd171>

Pihla. (2022). U-arvo. Haettu 14.12.2022 osoitteesta <https://www.pihla.fi/kysymykset/u-arvo-mita-ikkunan-u-arvo-tarkoittaa/>



St1. (2022). Lämmitysöljytilaus. Haettu 4.12.2022 osoitteesta <https://omatsivut.st1.fi/lammitysoljytilaus>

Taloon. (2022). Ilmalämpöpumppu Mitsubishi Electric LN25 Haettu 28.12.2022 osoitteesta <https://www.taloon.com/ilmalampopumppu-mitsubishi-electric-ln25-hero-2-0-valkoinen>

Tamminiemi. (2022). Polttopuu hinta. Haettu 10.12.2022 osoitteesta <https://www.tamminiemi.com/hinnasto/poltto.html>

Tiivi. (2022). Ikkunaremontti. Haettu 19.11.2022 osoitteesta <https://www.tiivi.fi/ikkunaremontti/ikkunaremontin-hinta/>

Thermia. (2022). Miten maalämpö toimii. Haettu 18.11.2022 osoitteesta <https://www.thermia.fi/maalampo/maalampo1/miten-maalampo-toimii/>

Ulvilan kaupunki. (2018). Ulvilan kaupungin rakennusvalvonnan tarkastus- ja valvontatehtävistä sekä muista viranomaistehtävistä suoritettavien maksujen taksa. <https://www.ulvila.fi/wp-content/uploads/2019/06/Rakennusvalvonnan-taksa-voimaan-1.6.2018.pdf>

Vero. (2022). Kotitalousvähennys. Haettu 17.11.2022 osoitteesta <https://www.vero.fi/henkiloasiakkaat/verokortti-ja-veroilmoitus/vahennykset/kotitalousvahennys/>

Ympäristöministeriö. (2022). Energiakaivo. Haettu 10.11.2022 osoitteesta <https://ym.fi/-/10184/energiakaivo-opas-antaa-suositukset-maalampojarjestelmien-toeutukseen>

# Laskennan yksityiskohdat - Tulokset

## Diplomat Optimum G3 6

Aleksi Peltomaa, Harjunpää

### Lämmitys ja lämmin käyttövesi

<b>Rakennuksen energiantarve</b>	<b>17 550 kWh</b>
josta huoneenlämmöksi	16 550 kWh
josta lämpimälle käyttövedelle	1 000 kWh
<b>Tuotettu kokonaisenergia, sis käyttövesi</b>	<b>17 554 kWh</b>
Tuotettu energia lämpöpumppu	17 444 kWh
Lämpöpumpun käyttämä energia	5 011 kWh
josta sis kiertopumppujen osuus	395 kWh
josta sisäärakennettu puhallin	0 kWh
Lisälämmön käyttämä energia	110 kWh
Integroitu ( $\eta=100\%$ )	110 kWh
<b>Kokonaisenergia (ostettu)</b>	<b>5 120 kWh</b>
<b>Energian säästö</b>	<b>12 434 kWh</b>
SPF, ilman lisälämpöä	3,5
SPF	3,4
Tehontarve MUT:lla	6,5 kW
Lämpöpumpun teho MUT:lla	5,1 kW
Pyydetty lisälämpö MUT:lla	1,4 kW
Energian peittoaste	99 %
Tehonpeitto, vain lämpöpumppu	78 %
Bivalentti	-16 °C
Lisälämmitin käytössä alkaen	-17 °C

### Lämmönlähde (kollektori): Pystysuora

Maks.laskettu keruul. lämpötila	6,9 °C
Min keruuliuksen lämpötila	-1,0 °C
Aktiivinen energiakaivon syvyys	140 m
Energiakaivojen lukumäärä	1
Asetettu teho MUT:lla	25 W/m
Asetettu energia	90 kWh/m

# Laskennan yksityiskohdat - Tulokset

## Calibra Eco 8 400V

### Lämmitys ja lämmin käyttövesi

<b>Rakennuksen energiantarve</b>	<b>17 550 kWh</b>
josta huoneenlämmöksi	16 450 kWh
josta lämpimälle käyttövedelle	1 100 kWh
<b>Tuotettu kokonaisenergia, sis käyttövesi</b>	<b>17 548 kWh</b>
Tuotettu energia lämpöpumppu	17 495 kWh
Lämpöpumpun käyttämä energia	4 565 kWh
josta sis kiertopumppujen osuus	162 kWh
josta sisäarakennettu puhallin	0 kWh
Lisälämmön käyttämä energia	53 kWh
Integroitu ( $\eta=100\%$ )	53,0 kWh
<b>Kokonaisenergia (ostettu)</b>	<b>4 619 kWh</b>
<b>Energian säästö</b>	<b>12 929 kWh</b>
SPF, ilman lisälämpöä	3,8
SPF	3,8
Tehontarve MUT:lla	6,5 kW
Lämpöpumpun teho MUT:lla	6,8 kW
Pyydetty lisälämpö MUT:lla	0,0 kW
Energian peittoaste	100 %
Tehonpeitto, vain lämpöpumppu	105 %
Käyttötunnit	5 243 h

### Lämmönlähde (kollektori): Pystysuora

Maks.laskettu keruul. lämpötila	7,2 °C
Min keruuliuksen lämpötila	-0,7 °C
Aktiivinen energiakaivon syvyys	160 m
Energiakaivojen lukumäärä	1
Asetettu teho MUT:lla	25 W/m
Asetettu energia	81 kWh/m

# Laskennan yksityiskohdat - Tulokset

## Atec 6

Aleksi Peltomaa, Harjunpää

### Lämmitys ja lämmin käyttövesi

<b>Rakennuksen energiantarve</b>	<b>17 550 kWh</b>
josta huoneenlämmöksi	16 550 kWh
josta lämpimälle käyttövedelle	1 000 kWh
<b>Tuotettu kokonaisenergia, sis käyttövesi</b>	<b>17 597 kWh</b>
Tuotettu energia lämpöpumppu	15 194 kWh
Lämpöpumpun käyttämä energia	5 983 kWh
josta sis kiertopumppujen osuus	230 kWh
josta sisäärakennettu puhallin	0 kWh
Lisälämmön käyttämä energia	2 403 kWh
Integroitu ( $\eta=100\%$ )	2 403 kWh
<b>Kokonaisenergia (ostettu)</b>	<b>8 387 kWh</b>
<b>Energian säästö</b>	<b>9 210 kWh</b>
SPF, ilman lisälämpöä	2,5
SPF	2,1
Tehontarve MUT:lla	6,5 kW
Lämpöpumpun teho MUT:lla	0,0 kW
Pyydetty lisälämpö MUT:lla	6,5 kW
Energian peittoaste	86 %
Tehonpeitto, vain lämpöpumppu	0 %
Bivalentti	-4 °C
Lisälämmitin käytössä alkaen	-6 °C

## LIITE 4

Vaihtoehto	Investointi, €	Energiasäästö, kWh/a	Energian kustannukset, €/a	Säästö, €/a	Takaisinmaksuaika, a	Kustannukset 20v	Säästö 20v
Nykyinen	0		2826	0		86094	
VILP	15421	9200	2348	478	32,3	60549	9553
Maalämpö osateho	18403	12400	1428	1398	13,2	36819	27960
Maalämpö täysteho	21519	12929	1288	1538	14,0	33209	30760
Ilmalämpöpumppu+nykyinen	2357	3000	168	672	3,5	63040	13440
Ikkunoiden vaihtaminen	12472	2500	-	700	17,8		14000
Vuosi	Sähkön hinta, €/kWh	Öljyn hinta, €/l	Nykyinen kustannukset, €/a	Maalämpö täysteho	Maalämpö osateho	VILP	Nykyinen + ILP
-	0,28	1,83	2826	1288	1428	2348	1815
1	0,29	1,87	2870	1314	1457	2395	1851
2	0,29	1,90	2915	1340	1486	2443	1888
3	0,30	1,94	2960	1367	1515	2492	1926
4	0,30	1,98	3007	1394	1546	2542	1965
5	0,31	2,02	3055	1422	1577	2593	2004
6	0,32	2,06	3103	1450	1608	2645	2044
7	0,32	2,10	3153	1480	1640	2698	2085
8	0,33	2,14	3203	1509	1673	2751	2127
9	0,33	2,19	3254	1539	1707	2807	2169
10	0,34	2,23	3307	1570	1741	2863	2212
11	0,35	2,28	3360	1601	1776	2920	2257
12	0,36	2,32	3415	1633	1811	2978	2302
13	0,36	2,37	3471	1666	1847	3038	2348
14	0,37	2,41	3528	1699	1884	3099	2395
15	0,38	2,46	3586	1733	1922	3161	2443
16	0,38	2,51	3645	1768	1960	3224	2492
17	0,39	2,56	3705	1804	2000	3288	2541
18	0,40	2,61	3766	1840	2040	3354	2592
19	0,41	2,67	3829	1876	2080	3421	2644
20	0,42	2,72	3893	1914	2122	3490	2697
			86094	33209	36819	60549	63040
				<b>2644</b>	<b>2464</b>	<b>1277</b>	<b>1153</b>
							Yhteensä Säästö, €/a