



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jaakko Ojakoski

SUORASÄHKÖLÄMMITYKSESTÄ
ILMA-VESILÄMPÖPUMPULLA VESI-
KIERTOLÄMMITYKSEEN

Tekniikka
2018

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jaakko Ojakoski
Opinnäytetyön nimi	Suorasähkölämmityksestä ilma-vesilämpöpumpulla vesikiertolämmitykseen
Vuosi	2018
Kieli	suomi
Sivumäärä	33 + 1 liitettä
Ohjaaja	Mika Korpi

Tämän opinnäytetyön aiheena on tutkia suora sähkölämmitteisen kiinteistön muuttamisen kannattavuutta vesikiertolämmitteiseen järjestelmään, ilma-vesilämpöpumpua hyväksikäyttäen. Kannattavuutta tutkitaan pääsääntöisesti taloudellisesta näkökulmasta, mutta myös ympäristölliset arvot mielessä pitäen. Tutkimuksen tarkoituksena oli tuottaa yksilöity tietokokonaisuus remontin kannattavuudesta, jota Lämpöpartio voi käyttää hyväksi myynninedistämiseen.

Kodin lämmitysjärjestelmän valinta vaikuttaa paljon kiinteistön lämmityskustannuksiin. Lämmitysjärjestelmän valintaa painotetaan yleensä erityisesti uudiskohteita rakentaessa, mutta myös vanhoihin kiinteistöihin voidaan vaihtaa lämmitysjärjestelmä ja lämmönlähde taloudellisesti kannattavasti. Tässä opinnäytetyössä pyritään selvittämään energiaremontin kannattavuuteen vaikuttavat tekijät ja todentamaan remonttien kannattavuus.

Tietoa lämmitysjärjestelmistä ja energiaremontista saatiin internetistä ja Lämpöpartion asiantuntijoilta. Kohdeasuntojen asiakkaat tarjosivat energiankulutuslaskemia useiden vuosien ajalta, joilla saatiin laskettua, kuinka remontti muutti asuntojen energiankulutusta. Näillä energiankulutuksen muutoksilla saatiin laskettua kiinteistöille energiaremontin tuoma vuotuinen taloudellinen säästö ja remontin takaisinmaksuaika.

Työhön valituissa kohteissa nähtiin remontin jälkeen heti merkittäviä säästöjä vuotuisissa lämmityskustannuksissa, mutta sijoituksen todellinen kannattavuus saadaan selville vasta, kun tarkkaillaan investointia ja sen säästöjä useamman vuoden ajalta.

ABSTRACT

Author	Jaakko Ojakoski
Title	Converting an Electrically Heated House into Hydronic Heating with Air-to-water Heat Pump.
Year	2018
Language	Finnish
Pages	33 + 1 Appendices
Name of Supervisor	Mika Korpi

The purpose of this thesis was to research the profitability of heating system conversion in two target properties. The conversions were made from direct electrical heating into hydronic heating with air-to-water heat pump. The profitability is measured mainly in economic terms, but also with environmental friendly values in mind. Company called Lämpöpartio initiated this survey with a purpose to produce an individualized information package, which is used for sales and promotion.

The selection of heating system has an impact on the heating costs of the property. The importance of heating system selection is usually realized when building new houses, but it can also be profitable to make a heating system conversion to an old house. This survey also aims to define the main factors that have an effect into the profitability of energy renovation.

Information on heating systems and energy renovations was searched on the Internet and obtained from the experts of Lämpöpartio. The energy consumption of the target houses were given by the customers of Lämpöpartio. Annual savings and the payback period of the energy renovation were calculated by comparing the energy consumption before and after the renovation.

There were two target properties were chosen for this survey. After the energy renovation, there were instant savings seen in heating costs in both properties. However, the long-term profitability of the investment can be figured out when all the contributing factors are taken into account.

Keywords	heating system, heating costs, air-to-water heat pump, energy efficiency
----------	--

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	8
2	YRITYSESITTELY LÄMPÖPARTIO	9
3	KIINTEISTÖJEN LÄMMITYS	10
3.1	Kuiva lämmönjako.....	12
3.1.1	Sähkölämmitys.....	12
3.2	Vesikiertoinen lämmönjako.....	13
3.2.1	Öljylämmitys.....	14
3.2.2	Vesikiertoinen sähkölämmitys.....	14
3.2.3	Kaukolämpö	15
3.2.4	Maalämpö.....	15
3.2.5	Ilmalämpö	17
3.2.6	Aurinkolämpö	17
4	ILMA-VESILÄMPÖPUMPPU	19
4.1.1	Ilma-vesilämpöpumpputyypit	20
4.1.2	UVLP uusiin ja vanhoihin taloihin	21
4.1.3	Ilma-vesilämpöpumpun mitoitus ja lämpökerroin.....	22
5	SANEERAUSKOHTEIDEN KUVAUS	23
6	REMONTIN KUVAUS.....	25
7	ENERGIANKULUTUKSET JA SÄÄSTÖT	27
7.1	Remontin taloudellinen kannattavuus.....	28
8	LOPPUPÄÄTELMÄT	30
	LÄHTEET.....	32

LIITTEET

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Lämmitysmuotojen markkinaosuuksien kehitys uudisrakennuksissa.

Kuvio 2. Maalämmön keruupiiri.

Kuvio 3. Aurinkolämpöjärjestelmä.

Kuvio 4. Ilma-vesilämpöpumppu järjestelmä.

Kuvio 5. Suomen lämpötilavyöhykkeet.

Taulukko 1. Lämmitysjärjestelmien investointi kustannusarvioita.

LIITELUETTELO

LIITE 1. Energiankulutukset ja kannattavuuslaskut.

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

UVLP	Ilma-vesilämpöpumppu
ILP	Ilmalämpöpumppu
COP	Coefficient of Performance (lämpökerroin)

1 JOHDANTO

Suomessa suuri osa sähkönkulutuksesta tulee kiinteistöjen lämmityksestä. Asuin-kiinteistöille on useita erilaisia lämmitysmuotoja sisätilojen lämmittämiseen. Suomessa on paljon potentiaalia säästää juuri kiinteistöjen lämmityskuluissa valitsemalla kiinteistölle sopivin lämmitysjärjestelmä.

Opinnäytetyön aiheena on tutkia kahta Lämpöpartio Oy:n asiakkaan omakotitalo kiinteistöä, joille Lämpöpartio on toimittanut lämmönjakojärjestelmän muutos remontin. Remontissa asiakkaiden omakotitalo kiinteistöt muutettiin suora sähkölämmityksestä vesikiertolämmitykseen, ilma-vesilämpöpumppua hyväksi käyttäen.

Työssä tutkitaan etenkin remontin taloudellista kannattavuutta, mutta myös sitä kuinka hyvin tai huonosti remonti on vaikuttanut ostoenergiankulutukseen. Lämpöpartion asiakkailta saaduilla energiankulutuslukemilla voitiin laskea kiinteistön vuotuinen lämmityskustannusten säästö ja takaisinmaksuaika remontille.

Remontissa omakotitalojen sähköpatterit poistetaan ja tilalle toimitetaan vesikiertopatterit, jotka kytketään ilma-vesilämpöpumppuun ja energiavaraajaan. Remontin jälkeen ilma-vesilämpöpumpusta tulee talolle pääasiallinen lämmöntuottaja, ja sähköstä tulee kiinteistölle varalämmönlähde talven kylmimpiä aikoja varten.

2 YRITYSESITTELY LÄMPÖPARTIO

Lämpöpartio on yritys, joka tuottaa asiakkailleen ekologisia ja kustannustehokkaita lämmitys- ja energiaratkaisuja. Yritys tarjoaa asiakkaille aurinkosähkö-, ilma- lämpöpumppu, ilma-vesilämpöpumppu ja maalämpöpumppu ratkaisuja ostoenergian vähentämiseksi. Tämän lisäksi Lämpöpartio tekee myös käyttövesi- ja lämpöverkkoremontteja. /1/

Vuonna 2008 yrityksen nykyinen toimitusjohtaja Vesa Malmberg aloitti työt omalla toiminimellä ilmalämpöpumppuja asentaen. Muutaman vuoden jälkeen Vesa päätti palkata itselleen kaverit asennuksiin ja myyntipuolelle. Vuonna 2011 yrityksen toiminta kasvoi jo niin, että Lämpöpartion toimintamuoto päätettiin muuttaa osakeyhtiöksi. Lämpöpartio toimii jo lähes ympäri Suomea, ja toimipisteitä sillä on Kokkolassa, Joensuussa, Järvenpäässä, Jyväskylässä, Oulussa, Kemissä, Vantaalla, Kuopiossa, Tampereella, Seinäjoella, Vaasassa ja Turussa. Yrityksen palveluksessa toimii tällä hetkellä noin 100 työntekijää. /1/

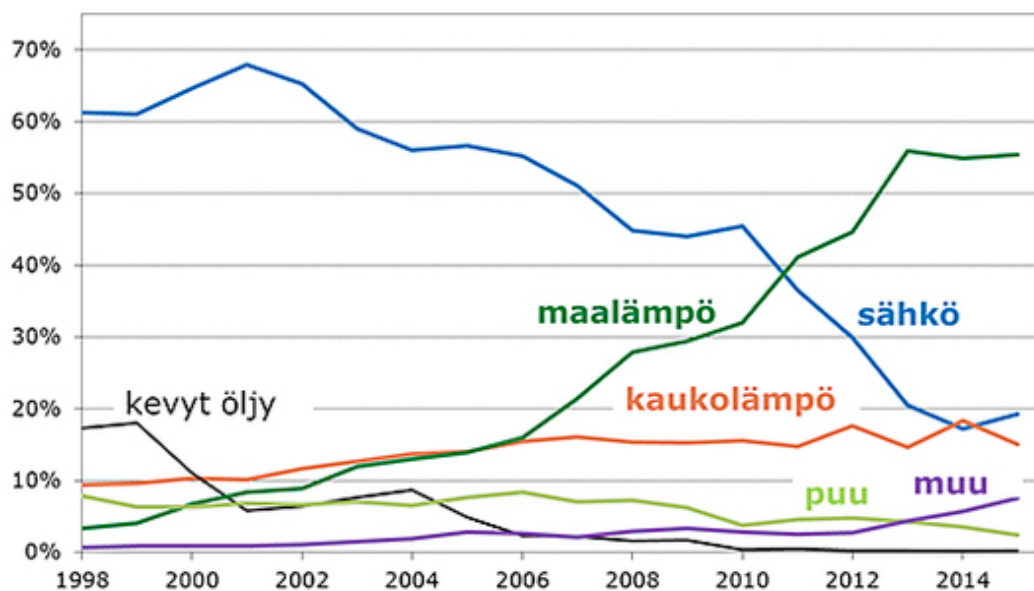
Lämpöpartion tavoitteena on tuottaa asiakkaille ympäristöystävällisiä ja kestäviä energiaratkaisuja, jotka maksavat itsensä takaisin myös taloudellisesti.

3 KIINTEISTÖJEN LÄMMITYS

Kiinteistöjen lämmitys ja lämmitysjärjestelmän valinta vaikuttavat todella paljon asumisen mukavuuteen ja käyttökustannuksiin. Markkinoilla on tarjolla useita erilaisia lämmitysjärjestelmä vaihtoehtoja. On kuitenkin vaikeaa sanoa, mikä näistä ratkaisuista olisi paras tai kannattavin tulevien vuosikymmenten saatossa. Tämän takia viisain ratkaisu olisi rakentaa mahdollisimman vähän energiaa kuluttava talo. /2/

Kuviossa 1 on esitetty eri lämmitysmuotojen markkinaosuuksien kehitys uudisrakennuksissa vuosien 1998–2015 välillä. Kuviossa erityisen huomioitavaa on suora sähkölämmitysmuodon yleisyys uudisrakennuksissa 1990-luvun lopussa ja 2000-luvun alussa. Sähkölämmityksen ja kevyt öljyn suosio uudisrakennuksissa on sittemmin tullut roimasti alaspäin, kun maalämpö ja kaukolämpö on nostanut osuuttaan.

Lämmitystapojen markkinaosuudet uudisrakennuksissa, erilliset pientalot



Kuvio 1. Lämmitysmuotojen markkinaosuuksien kehitys. /2/

Kiinteistön rakentajan tärkeimpiä päätöksistä on talon lämmitysmuodon valitseminen. Suomessa lämmityskustannukset ovat suurin asumisen yksittäinen menoerä, siksi lämmitysmuodon valintaan tulisi perehtyä hyvin tarkkaan. Lämmitysmuodon valintaan vaikuttaa esimerkiksi: rakennuksen sijainti, koko, asumistotumukset ja lämmitysenergian määrän tarve. /3/

Kaikki yleisimmät lämmitysmuodot ovat nykyään niin helppohoitoisia, ettei suuria mukavuuseroja ole, mutta niiden välillä saattaa olla suuriakin investointi- ja käyttökustannus eroja. Lämmitysjärjestelmiä vertaillaan myös niiden ekologisuuden, polttoaineen hinnan, helppohoitoisuuden ja tilantarpeen kesken. /2/

Taulukossa 1 esitetyt hinta-arviot sisältävät kaikki investointikulut lämmitysmuodoille, eli lämmöntuotto-, lämmönvarastointi- ja lämmönjakojärjestelmät, liittymismaksut sekä asennuksen.

Taulukko 1. Lämmitysjärjestelmien investointi kustannusarvioita. /4/

Lämmitysmuoto	Investointi kustannusarvio
Maalämpö	15 000 – 20 000 €
Kaukolämpö	10 000 – 15 000 €
Öljylämmitys	10 000 – 15 000 €
Ilma-vesilämpöpumppu	8 000 – 14 000 €
Vesikiertoinen sähkölämmitys	7 500 – 12 500 €
Huonekohtainen sähkölämmitys	3 000 – 7 000 €

Huonekohtainen sähkölämmitys, eli suora sähkölämmitysjärjestelmä on lämmitysmuodoista halvin, mutta käyttökustannuksiltaan se on öljylämmityksen kanssa kallein. Käyttökustannukset kuitenkin vaihtelevat koko ajan, sillä öljyn, sähkön ja kaukolämmön hinnat elävät jatkuvasti. /3/

3.1 Kuiva lämmönjako

Kuiviin lämmönjakojärjestelmiin voidaan luokitella kaikki lämmitysjärjestelmät, jotka lämmittävät huonetiloja ilman vesikiertoista lämmönjakoverkkoa. Esimerkiksi takka, ilmalämpöpumppu, sähkökaapeli ja sähköpatterit luokitellaan kuiviksi lämmönjakojärjestelmiksi. Näistä lämmitysjärjestelmistä takka ja ilmalämpöpumppu ovat tarkoitettu vain tilojen tukilämmityskäyttöön. /9/

3.1.1 Sähkölämmitys

Sähkölämmitys voidaan toteuttaa joko huonekohtaisena sähkölämmityksenä tai vesikiertoisena sähkölämmityksenä. Suora sähkölämmitys eli huonekohtainen sähkölämmitys on edullisin lämmitysjärjestelmä investointina, mutta käyttökustannuksiltaan se on vaihtelevan sähkönhinnan vuoksi yksi kalleimmista. Suora sähkölämmityksellä hyviä puolia ovat sen korkea hyötysuhde sekä nopeasti reagoiva ja tarkka lämmönsäätö. Suora sähkölämmityksessä ei ole vesikiertoista lämmönjakoverkkoa, vaan se on niin sanotusti kuiva lämmönjakojärjestelmä. Lämmin käyttövesi suora sähkölämmitteisessä talossa tuotetaan erillisessä yleensä noin 300–500 litran käyttövesivaraajassa, jossa on sähkövastus. /4/

Huonekohtainen sähkölämmitys voidaan toteuttaa lattialämmityksenä, patterilämmityksenä tai kattolämmityksenä. Lattialämmityksessä lattia pinnan alle tulee sähkökaapelit, jotka siirtävät lämpöä huoneeseen pintoja lämmittävänä säteilylämpönä. Lattialämmitys vaihtoehto sopii hyvin huoneisiin, joissa on hyvin lämpöä johtava lattiapäällyste. Lattialämmitys pystytään myös toteuttamaan joko jatkuvatoimisena tai osittain varaavana. Jatkuvatoiminen lattialämmitys laitetaan yleensä peseytymistiloihin, jossa se lisää viihtyvyyttä. Osittain varaavana lämmitys on päällä joissain huoneissa vain osan ajan vuorokaudesta. /4/

Huonekohtaisen sähkölämmityksen toinen vaihtoehto on patterilämmitys, joka reagoi erityisen hyvin lämmitystarpeen muutoksiin. Lämpötilaa säädellään patterin omalla termostaatilla, joka on äänetön ja pitää lämpötilan tasaisena. Patterit yleensä sijoitetaan ikkunoiden alle, jotta ne vähentäisivät parhaiten vetoa. /4/

Kattolämmitys toteutetaan lämmityselementeillä, jotka sijoitetaan kattopinnan alle. Lämmityselementit lämmittävät kattoverhoilua, josta lämpö siirtyy huonetilaan lämpösäteilynä. Kattolämmitys on sopiva lähinnä oleskelutiloihin, keittiöön tai makuuhuoneeseen, jossa lämpö pääsee säteilemään vapaasti huonetilaan. Lämpötilaa säädellään erillisellä huonetermostaatilla. Kattolämmitysmuodon käyttö on nykyään melko vähäistä. /4/

Suora sähkölämmitysjärjestelmät olivat suuressa suosiossa vuosi tuhannen vaihteessa, mutta suosio on laskenut kovasti viimeisen kymmenen vuoden aikana. Ilmiöön on varmasti useita syitä, mutta suurimmat ovat todennäköisesti ihmisten kaukokatseisuuden kasvu ja kaikenlaisten lämmityspumppujen suosion nousu.

3.2 Vesikiertoinen lämmönjako

Vesikiertoisessa lämmönjakojärjestelmässä lämmönlähteenä voi toimia esimerkiksi öljykattila, sähkö, kaukolämpö, maalämpö tai ilmalämpö. Vesikiertoisessa lämmönjakojärjestelmässä huoneilmaa ja tiloja voidaan lämmittää lattialämmityksen, patterien tai ilma konvektorien kautta. Lämmin vesi kiertää lämmitysjärjestelmässä lämmittäen huoneilmaa, ja sen jälkeen kulkeutuu takaisin lämmitettäväksi. Vesikiertoisen lämmönjakojärjestelmän etuna on, että lämmönlähdettä voidaan vaihtaa kohtuullisen helposti tai käyttää kahta energianlähdettä rinnakkain. /2/

3.2.1 Öljylämmitys

Öljylämmitysjärjestelmään tarvitaan öljykattila, öljysäiliö, öljypoltin, savuhormi sekä säätölaitteet. Öljykattilaan on asennettu termostaatti, joka ohjaa öljypoltinta automaattisesti lämmöntarpeen mukaan. Tässä lämmöntuottojärjestelmässä ei tarvita erillistä lämminvesivaraajaa, sillä kattilan lämmitysteho on niin suuri, että kattilan oma vesitilavuus riittää myös käyttöveden lämmitykseen. Nykyajan parhaat öljykattilat pystyvät hyödyntämään jopa 95 prosenttia polttoöljyn energiasta, ja vuositasolla voidaan päästä yli 90 prosentin hyötysuhteen. Öljylämmitysjärjestelmiä ei vain nykyään enää juurikaan asenneta uudiskohteisiin sen kalliiden käyttökustannuksien takia. Öljy on myös fossiilinen polttoaine, joka aiheuttaa kasvihuonepäästöjä. /4/

3.2.2 Vesikiertoinen sähkölämmitys

Vesikiertoinen sähkölämmitys on toteutettu sähkövastuksella varustetun varaajan tai sähkökattilan avulla. Tyypillisesti noin 1–2 m² kokoisella varaajalla tuotetaan sisätilojen lämmitysenergia ja lämpimän käyttöveden tarvitsema energia. Veden lämmityksessä pyritään hyödyntämään noin 90 prosenttia halpaa yösähköä. Sähkökattila taas tuottaa talon lämmitysenergian tarpeen sähkövastuksen avulla. Tuotettu lämpö jaetaan huoneisiin valitulla lämmönjakojärjestelmällä, esimerkiksi patteri- tai lattialämmityksellä. Sähkökattilan etuna on halpa hankintahinta ja se sopii parhaiten pienehköihin, noin 100 m² kokoisiin taloihin, joissa lämmitystarve on pieni. Lämmitysjärjestelmän haittapuolena on muita lämmitysmuotoja kalliimpi energia. /4/

3.2.3 Kaukolämpö

Kaukolämpö on taajama-alueiden lämmitysmuoto. Lämpö tuotetaan paikallisissa lämpö- ja voimalaitoksien prosesseissa, joista se johdetaan kiinteistöjen lämmönjakokeskuksiin kaukolämpöverkkoa pitkin. Kaukolämpövesi lämmittää asiakkaiden koteja kiertämällä vesikiertoisissa pattereissa tai lattialämmitysjärjestelmissä. Kaukolämmön tuottamiseen polttoaineena käytetään voimalaitoksesta riippuen joko kivihiltä, puuta, jätettä, turvetta, maakaasua tai öljyä. /4/

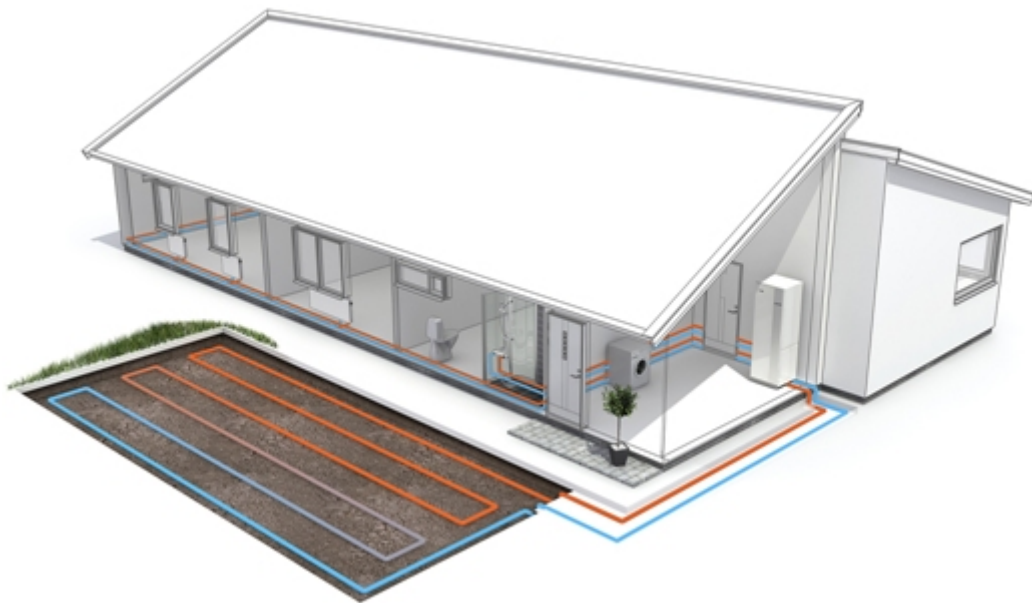
Kaukolämmön kannattavuus vaihtelee paikkakunnittain, sillä kaukolämmön hinta ei ole sama joka paikassa. Kaukolämpöyrittäjä on yleensä alueellaan määräävässä markkina-asemassa kaukolämpöön liitettyjen asiakkaiden suhteen. Yritys ei voi kuitenkaan nostaa hintoja mielivaltaisesti asemastaan huolimatta. Suomessa kaukolämpötoiminta on viranomaisten valvottua ja se perustuu pääosin kilpailulainsäädäntöön, mutta kaukolämmön asiakkaiden asemaa turvaa myös kuluttajan-suojalaki. /4/

3.2.4 Maalämpö

Maalämpö on maaperään, kallioon tai veteen varastoitunutta auringonlämpöä. Maaperän syvemmissä osissa lämpöä muodostuu myös osittain maapallon ytimestä kallioon johtuvasta fissioenergiasta sekä lämpimistä pohjavesivirtauksista. Maalämpöpumppujen tehtävänä on kerätä tämä lämpöenergia ja hyödyntää sitä talojen lämmitykseen. /10/

Maalämmön lähteenä voidaan käyttää kallioperää, maaperää tai vesistöä. Kallioperä on ylivoimaisesti yleisin hyödynnetty lämmönlähde, erityisesti Etelä-Suomessa, jossa niiden osuus on noin 80 prosenttia. Kallioperää hyödyntäessä maahan porataan syvä pystysuora maalämpökaivo, johon asennetaan lämmönkeruuputkisto. Porakaivon syvyys riippuu talon lämmitettävästä alasta, energian kulutuksesta ja asukkaiden määrästä. /10/

Noin 30 % kaikista maalämpökohteista käyttää lämmönlähteenä maaperän pintakerrokseen varastoitunutta auringon säteilemää lämpöenergiaa. Maaperä sopii hyvin maalämmönlähteeksi varsinkin suurilla tonteilla. Maaperään asennetaan vaakasuoraan lämmönkeruupiiri, noin 1 metrin syvyyteen. Pohjois-Suomessa keruuputkisto saatetaan asentaa syvemmällekin. Vaakaputkisto on yleensä edullisin maalämmönkeruutapa. /10/



Kuvio 2. Maalämmön pintakeruupiiri. /14/

Lämmönkeruupiiri voidaan asentaa myös vesistöihin kuten järviin, mereen tai jopa suurvirtauksiin ojiin. Vesistöihin asennetaan vuosittain noin 5 % kaikista maalämmönkeruuputkistoista. /10/

3.2.5 Ilmalämpö

Ulkoilmasta voidaan kerätä lämpöenergiaa ilmalämpö- tai ilma-vesilämpöpumppua hyväksikäyttäen. Ilmalämpöpumppu koostuu ulkoyksiköstä ja yhdestä tai useammasta sisäyksiköstä. Ulkoyksikön tehtävänä on kierrättää ulkoilmaa läpi, ja jäähdyttää se, kun laite toimii lämmityskäytössä. Lämpöenergia otetaan talteen kompressorin avulla, ja siirretään huoneilmaan sisäyksikön tai yksiköiden kautta. /12/

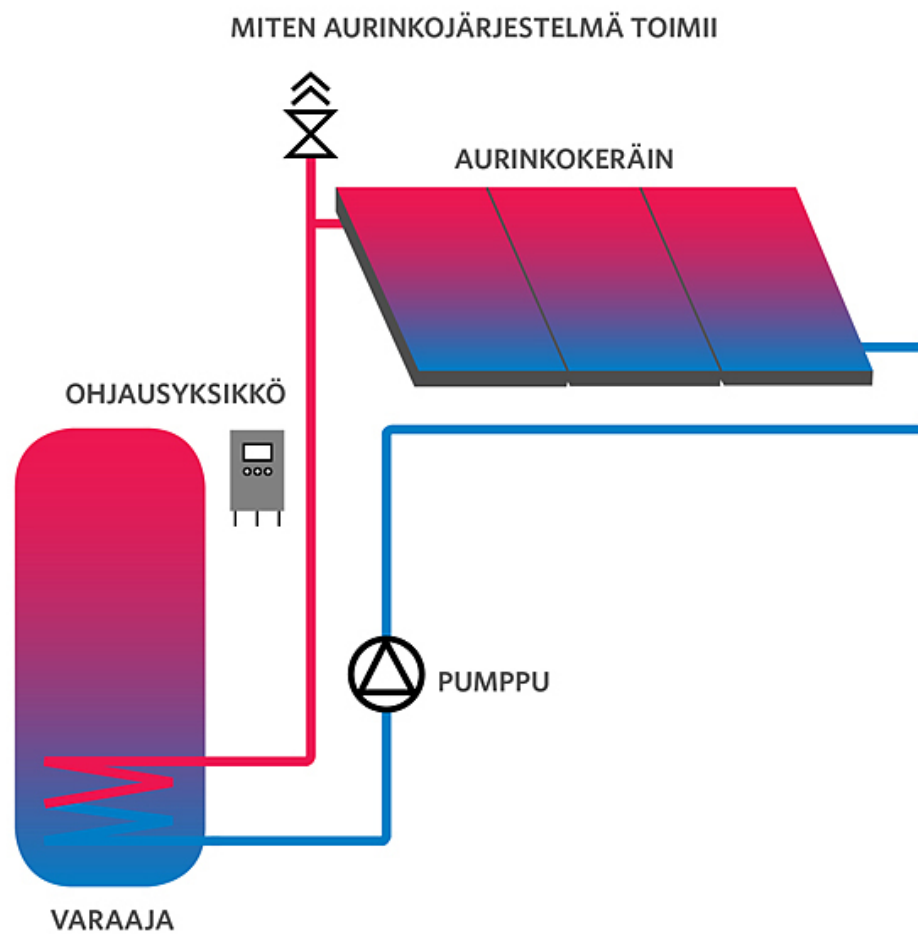
Ilmalämpöpumppu on helppo ja kohtuullisen edullinen investointi, sillä sen asennus ei vaadi erikoisratkaisuja rakenteissa. Ilmalämpöpumpulla tuotetaan normaalisti noin 30–40 prosenttia huonetilojen lämmitysenergiasta. ILP soveltuu hyvin talon tukilämmitysjärjestelmäksi esimerkiksi öljyn tai sähkölämmityksen rinnalle, mutta se voi myös toimia, vaikka autotallin päälämmitysjärjestelmänä. /4/

3.2.6 Aurinkolämpö

Auringon säteilemää lämpöenergiaa voidaan kerätä ja hyödyntää joko aktiivisesti tai passiivisesti. Lämpöenergia voidaan varastoida passiivisesti talon rakenteisiin ilman erillistä tekniikkaa. Aurinkolämpöä saadaan parhaiten hyödynnettyä passiivisesti, jos talo on suunniteltu sille otollisella tavalla. Suurin osa ikkunoista tulisi asettaa talon eteläpuolelle, jotta auringon säteily pääsisi talon sisään. Usein myös esimerkiksi kerrostalorakennuksissa, talon eteläpuoleiselle julkisivulle tehdään lämmittämätön puskurivyöhyke esimerkiksi lasitetuilla parvekkeilla. Puskurivyöhyke pienentää lämpötilaeroja ja julkisivun lämpöhäviöitä noin 15–20 prosenttia. Lattiat, seinät tai esimerkiksi keittiön tasot tulisi olla hyvin lämpöä absorboivaa materiaalia, jotta niihin voisi varastoida lämpöä iltaa ja yötä varten. /15, 16/

Aktiivisessa aurinkolämmön hyödyntämisessä auringon säteily muunnetaan aurinkokeräimillä lämpöenergiaksi, joka varastoidaan vesivaraajaan käyttöä varten. Aurinkojärjestelmä sisältää lämpökeräimen, eristetyistä lämmönsiirtoputkista, pumpusta ja lämpövaraajasta. Aurinkolämmön keräinpiiri on suljettu nestejärjestelmä, jossa auringon lämmittämä lämmönsiirtoneste kulkee lämpövaraajaan lämmittämään käyttö- ja lämmitysvettä, ja sen jälkeen takaisin aurinkokeräimeen.

/15/

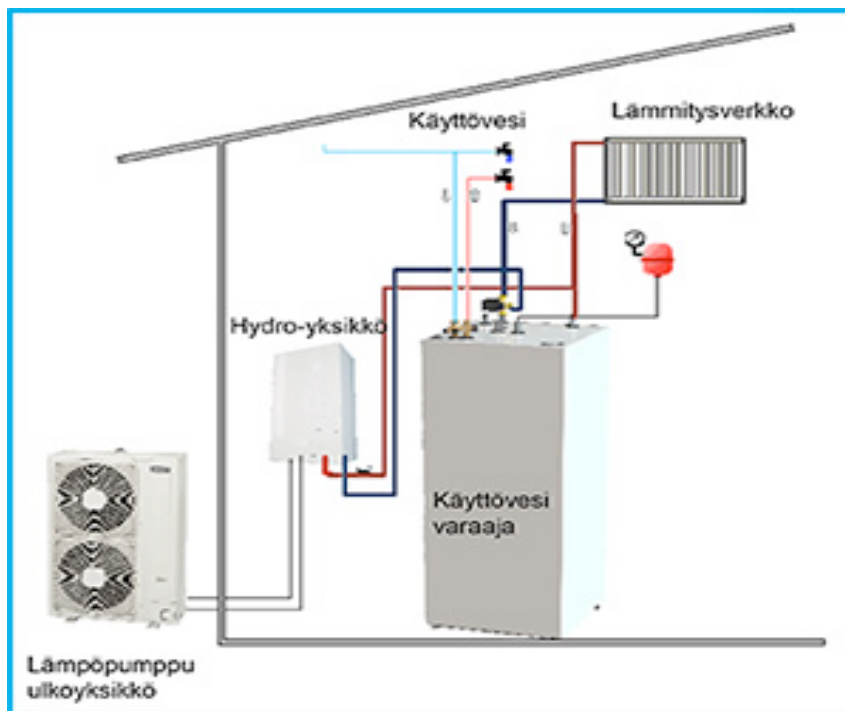


Kuvio 3. Aurinkolämpöjärjestelmä. /15/

4 ILMA-VESILÄMPÖPUMPPU

Suomessa ilma-vesilämpöpumput eivät ole vielä saavuttaneet suurta markkinaosuutta, mutta ne ovat hyvin suosittuja Keski-Euroopassa. Parhaissa kohteissa vuotuinen suorituskyky saattaa nousta jopa lähelle maalämmön tasoa. Ilma-vesilämpöpumppu, eli ulkoilma-vesilämpöpumppu tai UVLP, hyödyntää ulkoilmasta saatavaa lämpöenergiaa ja siirtää sen vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän kautta huoneilmaan. /3/

Ilma-vesilämpöpumppu voi normaalisti tuottaa lämpöenergiaa koko talon tarpeisiin, mutta se tarvitsee kuitenkin varajärjestelmän kylmimpiä vuodenaikoja varten. Ilma-vesilämpöpumpun kompressorilla lämmitetään tilojen lämmitys- ja käyttöveden noin +50 celsiusasteeseen saakka, jonka ylimenevä osuus voidaan lämmitellä vesivaraajan sähkövastusta hyväksikäyttäen. Energian ja materiaalien tehokkaaseen ja kestäväseen käyttöön kannustava Suomen valtionyhtiö Motiva Oy arvioi, että ilma-vesilämpöpumppua hyväksikäyttäen voidaan säästää 40–66 % perinteisistä kotitalouden lämmityskustannuksista suoraan sähkölämmitykseen verrattuna. Säästön määrään vaikuttaa lämmitysenergian tarve, maantieteellinen sijainti, lämpöpumpun mitoitus ja lämmönjakojärjestelmä. /4, 13/



Kuvio 4. Ilma-vesilämpöpumpputyypin järjestelmä. /8/

4.1.1 Ilma-vesilämpöpumpputyypit

Ilma-vesilämpöpumpputyyppejä on pääasiassa kahta eri tyyppiä: monobloc- ja split-laitteita. Split-tyypin laitteissa lämpöpumpun kylmäkoneisto on jaettu kahteen osaan: ulkoyksikköön ja sisäyksikköön, joiden välillä kiertää kylmäaine. Monobloc-tyypin laitteissa kaikki tekniikka on ulkoyksikössä, niin että sisällä olevan varaajan ja ulkoyksikön välillä kiertää pelkkä vesi. /11/

Monobloc-laite on helposti kytkettävissä suoraan olemassa olevaan lämmitysjärjestelmään, esimerkiksi öljykattilaan. Mikäli kiinteistössä olemassa olevan vesivaraajan kunto ja eristystaso ovat hyviä, kannattaa harkita monobloc-tyypin ratkaisua. Monobloc-ratkaisun investointi kustannukset pyörivät yleensä noin 5500–9000 € välissä. /18/

Split-tyyppisen UVLP-ratkaisun etuna on sen sopivuus sekä uusiin että vanhoihin taloihin. Sen hankintahinta on kuitenkin selvästi monobloc-tyyppiä kalliimpi, noin 9000–14 000 €. /18/

4.1.2 UVLP uusiin ja vanhoihin taloihin

Ilma-vesilämpöpumppu ei ole ainoastaan uudiskohteiden lämmitysjärjestelmävaihtoehto, vaan se voidaan myös asentaa jo olemassa olevaan taloon vanhan järjestelmän tilalle tai rinnalle. Vanhoissa taloissa UVLP voidaan kytkeä esimerkiksi hybridikäyttöön vanhan öljylämmityksen tueksi, jolloin UVLP lämmittää taloa pääsääntöisesti mutta öljykattila tukee ja lämmittää taloa kylmimpinä vuoden aikoina. /5/

UVLP-järjestelmä on taloudellisesti viisas ratkaisu asentaa vanhempiin kiinteistöihin etenkin, jos vuotuinen lämmitysenergian tarve kiinteistössä on enemmän kuin 25 000 kWh/a. Tai jos järjestelmä liitetään lattialämmitykseen, jolloin siitä saadaan paras hyötysuhde ja lämpimän käyttöveden kulutus on suhteessa melko vähäinen. Myös lauhat sääolosuhteet ovat otollisia ilma-vesilämpöpumpuille, mutta koska lämmitystarpeet on pohjoisessa suuremmat kuin Etelä-Suomessa niin energiansäästöä voi syntyä vastaavanlaisessa yhtä paljon, vaikka hyötysuhde olisikin vuositasolla pienempi. /18/

4.1.3 Ilma-vesilämpöpumpun mitoitus ja lämpökerroin

Kiinteistön vuotuinen energiankulutus ja huipputehontarve lämmityksessä ja lämpimän käyttöveden tuottamisessa ovat lähtökohtana sopivan ilma-vesilämpöpumpun mitoittamiseen. Jos ilma-vesilämpöpumppu mitoitetaan tehollaan liian pieneksi kohteeseen, voi sähkövastuksen osuus lämmityksessä nousta turhan isoksi, vaikka UVLP-laitteen hyötysuhde olisikin hyvä. Yleisesti UVLP:n vuotuinen lämpökerroin keskiarvo on noin 2. Ilma-vesilämpöpumpun lämpökerroin nousee korkeimmalle suurissa lattialämmitystaloissa. Lämpökerroin kertoo kuinka moninkertaisesti lämmitysjärjestelmä tuottaa lämpöä suora sähkölämmitykseen verrattuna. Jos UVLP-lämpökerroin olisi esimerkiksi 2, niin pumppu tuottaisi 2 kWh:a jokaista verkosta ostettua kWh:a kohden. /11/

Lämpöpartio käyttää kohteissaan Mitsubishin valmistavia Heavy Hydrolution -ratkaisuja. Mitsubishi Heavy Hydrolution -ilma-vesilämpöpumppuratkaisuilla päästään markkinoiden parhaimpiin hyötysuhteisiin (COP), jopa 4.04 – 4.44 lämmityksellä. Pääasiassa johtuen invertteriteknologiaa käyttävästä kompressorista. Hyötysuhde vaihtelee sääolosuhteiden mukaan. Ulkoyksikön toiminta-alue on lämmitystilassa -20... +43 celsiusasteen välissä ja jäähdytystilassa +15... +43 celsiusastetta. Paras hyötysuhde ilma-vesilämpöpumpulle saavutetaan yleensä noin +7 celsiusasteella. /17/

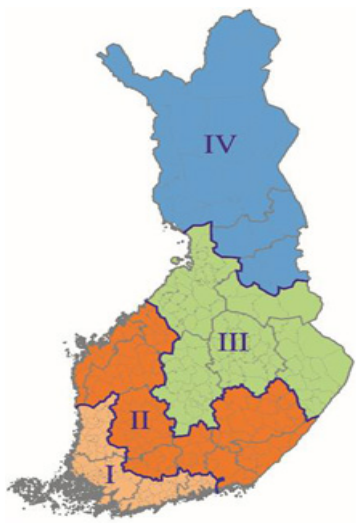
Ilma-vesilämpöpumpun asennuksessa kannattaa tukeutua ammattilaisen apuun, etenkin saneerauskohteissa. Järjestelmän tuntevaa asentajaa ja putkiasentajaa tarvitaan, koska osa järjestelmistä kytketään olemassa olevan lämmitysjärjestelmän tai vesivaraajan yhteyteen. Jos asennuksessa ja kytkennöissä tehdään virheitä, voi vaarana olla järjestelmän tehoton toiminta. /18/

5 SANEERAUSKOHTEIDEN KUVAUS

Ensimmäinen työssä tutkittu kohde sijaitsee Keravalla. Se on 1985 vuonna rakennettu omakotitalo, jossa on 187 m² asuinneliötä ja siellä asuu 4 henkilöä. Huonekorkeus kohteessa on 2,5 m ja lämmitettävä tilavuus on 467,5 m³. Kohteen ulkoseinä on tiiliverhoiltu, kuten 80-luvulla oli hyvin yleistä. Kohteessa oli ennen remonttia pattereilla ja lattialämmityksellä toimiva huonekohtainen suora sähkölämmitys. Vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä ilma-vesilämpöpumpulla saatiin toimintakuntoon kohteeseen toukokuussa 2017.

Toinen kohde sijaitsee Iisalmessa, Pohjois-Savon maakunnassa. Noin 400 kilometriä pohjoiseen ensimmäisen kohteen sijainnista Keravalla. Vuonna 1988 rakennettu kaksi kerroksinen omakotitalo, joka on pinta-alaltaan 330 m². Talossa asuu viisi henkilöä ja huonekorkeus siellä on 2,5 metriä. Tässä kohteessa oli huonekohtainen suora sähkölämmitys ja ilmalämpöpumppu ennen remonttia, mutta ILP haluttiin korvata tehokkaammalla ilma-vesilämpöpumpulla, jotta talon lämmön tarve pystyttäisiin paremmin tuottamaan.

Halusimme opinnäytetyöhön mukaan useamman kuin yhden kohteen, jotta saisimme tietoa, miten kohteen sijainti tai koko vaikuttaa remontin kannattavuuteen. Suomi on jaettu neljään eri lämpötilavyöhykkeeseen, jota käytetään hyväksi energialaskennassa. Vyöhykkeille on laskettu testivuosien perusteella niiden ominaisimmat lämpötilakertoimet. Ensimmäinen saneerauskohde sijaitsee Keravalla, joka sijaitsee ensimmäisellä lämpötilavyöhykkeellä. Toinen kohde sijaitsee Iisalmessa, joka sijaitsee kolmannella lämpötilavyöhykkeellä. Maantieteellisen sijainnin lisäksi kohteet eroavat niiden pinta-alojen kohdalla. /19/



Kuvio 5. Suomen lämpötilavyöhykkeet. /19/

6 REMONTIN KUVAUS

Tässä opinnäytetyössä tutkittavat omakotitalon remontit tehtiin Keravalla ja Iisalmessa. Remonteissa molemmat kohteet muutettiin huonekohtaisesta suora sähkölämmityksestä vesikiertolämmitys muotoon, ilma-vesilämpöpumppua hyväksikäyttäen.

Kyseinen remontti on kohtuullisen yksinkertainen ja kestää yleensä vain noin 2–4 päivää. Remontissa huoneita lämmittävät vanhat sähköpatterit korvataan vesikiertoisilla pattereilla. Ilma-vesilämpöpumppu lämmittää patteriverkossa kiertävää vettä ja käyttövettä, joka säilytetään vesivaraajan korvaavassa energiavaraajassa. Vuoden kylmimpiä aikoja varten energiavaraajassa on myös sähkövastus, joka ottaa veden lämmitys vastuun kun UVLP ei siihen yksin kykene.

Remontti aloitetaan mitoittamalla kiinteistön energiantarve ja kohteelle oikean kokoiset patterit. Mitoituksen perusteella tehdään tarvike tilaus, johon kuuluu patterit, UVLP, energiavaraaja ja tarvittavat vesiputket. Kaikki remontiin tarvittavat tarvikkeet ovat valmiina asiakkaan pihassa säältä suojattuna, kun asentajat saapuvat kohteeseen.

Lämpöpartion asentajat toimivat yleensä pareittain. Asentajapari käy asukkaiden kanssa läpi tulevan remontin. Aluksi kierretään talo, tarkistetaan edustajan kanssa suunniteltu seinäpinnassa kulkeva lämpöverkkoputkiston reitti ja pattereiden paikat sekä läpivientien kohdat.

Remontti alkaa meluisalla osiolla, jossa seiniin porataan tarvittavat reiät putkille ja kiinnitetään putkien kannakkeet. Tämä vaihe suoritetaan yleensä ensimmäisen työpäivän aikana, mutta jokainen kohde on aina yksilöllinen ja toimintavaiheiden kestot riippuvat asunnon koosta ja kohteen haastavuudesta. Toisena päivänä kiinnitetään patterit seiniin ja vedetään putket pattereista energiavaraajaan. Tämän jälkeen voidaan aloittaa myös ilma-vesilämpöpumpun asennus, jota varten lämpöpartio lähettää toisen asentajaparin, johon kuuluu sähkömies ja LVI-asentaja kylmäaineluvalla varustettuna.

Putkityö ja laitteen asennustyö etenevät samaa tahtia. Kun putkilinja on koeponnistusta vaille valmis, on kylmälaitteen asennuspari myös siinä vaiheessa, että ilmavesilämpöpumppu on toimintavalmiina. Lopuksi suoritetaan koeponnistus ja linjaston ilmaus sekä täytetään tarvittavat pöytäkirjat. Työn jälki tarkistetaan yhdessä asukkaiden kanssa ja lopuksi täytetään urakan luovutuspöytäkirja. Kun työ on hyväksytysti otettu vastaan, oikeuttaa se yritystä siirtymään työn laskutus vaiheeseen.

7 ENERGIANKULUTUKSET JA SÄÄSTÖT

Arvioitu energiankulutus laskettiin Motivan lämmitystapojen vertailulaskurilla, jonne syötettiin kohteista saadut tiedot. Tärkeimpiä tietoja laskurin vaatimia tietoja talosta ovat pinta-ala, huonekorkeus, asukasmäärä, rakennusvuosi ja sijainti. Näillä tiedoilla laskuri pystyy laskemaan arvioidun lämmitysenergian kokonais-tarpeen vuodessa. Laskurin mukaan Keravan kohteessa vuotuinen lämmitysener-gian tarve on noin 30 000kWh. Iisalmen kohteelle lämmitysenergian tarpeeksi saatiin annetuilla arvoilla 59450kWh.

Keravan kohteessa vuonna 2016 ennen remonttia mitattiin energiankulutukseksi 29307kWh/a. Motivan laskurista saatu tulos on siis tämän kanssa hyvin lähellä, mutta talosta mitatussa energiankulutuksessa on mukana myös kiinteistön käyt-tösähkö, jonka osuus omakotitalojen energiankulutuksesta on yleensä noin 5000-6000kWh. Kiinteistö siis kulutti noin 22000-24000kWh lämmitykseen vuonna 2016. Mitatun energiankulutuksen ja motivan laskurista saadun energiankulutuk-sen välillä on siis eroa aika paljon, joka voi johtua esimerkiksi normaalia lau-hemmasta talvesta, aikaansa keskivertoa paremmat eristyksistä tai lämmitys- ja muun sähkönkäytön tottumuksista.

Iisalmen kohteessa vuosina 2015 ja 2016 energiankulutus oli noin 28000kWh, jol-loin tukilämmitysjärjestelmänä toimi ilmalämpöpumppu. Kohteesta ei kuitenkaan ole kulutustietoja ennen ilmalämpöpumpun asennusta, joten on vaikea arvioida mitä kulutus on silloin ollut. Ilmalämpöpumpun tuottamat säästöt on kuitenkin olleet merkittäviä, jos Motivan lämmitysenergielaskuri on yhtä lähellä totuutta kuin Keravan kohteessa. Ilma-vesilämpöpumpun asennuksen jälkeen vuonna 2017 energiankulutus oli 19191kWh. Eli UVLP tiputti energiankulutusta vielä lähes 9000kWh vuodessa.

7.1 Remontin taloudellinen kannattavuus

Keravan kohteessa ensimmäinen kokonainen kuukausi remontin jälkeen oli toukokuu 2017, josta eteenpäin energiankulutuksia voidaan verrata remonttia edeltävään aikaan. Vuoden 2016 toukokuusta vuoden 2017 huhtikuun välisen ajan energiankulutus kohteella oli 27669 kWh. Remontin jälkeen vuoden 2017 toukokuusta vuoden 2018 huhtikuuhun kohteen energiankulutukseksi saatiin 19704 kWh. Säästöä syntyi siis 7965 kWh kun vertaillaan näiden kahden vuoden energiankulutuksia.

Sähkön hinnaksi tällaisilla kulutuksilla voidaan olettaa 11,79 senttiä per kWh. Hinta koostuu 2,79 snt/kWh sähköverosta, 4,5 snt/kWh sähkönsiirtomaksusta ja 4,5 snt/kWh sähkön hinnasta. Tällä sähkön hinnalla ilma-vesilämpöpumpun tuomat vuotuiset säästöt kohteessa on 939 €. /23/

Keravan kohteen energiaremontin kokonaisinvestointi oli 25395 €, josta työnosuus oli 12300 €. Työosuudesta saadaan 4600 € kotitalousvähennyksenä, jota voi saada, kun teettää kotitaloustöitä kotona esimerkiksi siivous, lastenhoito. Kotitalousvähennys on maksimissaan 2400 €, josta omavastuu on 100 €. Kotitalousvähennys on henkilökohtainen, joten puolison kanssa vähennystä voi saada yhteensä 4800 €, josta miinustetaan 200 € omavastuut. /20/

Kotitalousvähennysten lisäksi kokonaisinvestoinnin määrästä voidaan vähentää sähköpatterien uusiminen, joka olisi ollut edessä lähiaikoina, sillä kummassakin kohteessa oli vielä alkuperäiset sähköpatterit. Sähköpatterien käyttöikä on yleensä noin 20–24 vuotta, joka oli kummassakin kohteessa jo ylitetty. Sähköpatterien uusimisen hinta-arvioksi saatiin Lämpöpartion asiantuntijalta 450 € per patteri. Hinta-arvio sisältää vanhan sähköpatterin poiston, uuden patterin ja sen asennuksen. Kohteessa pattereita on yhteensä 8, joten patterien uusiminen olisi tullut maksamaan 3600 €. /21/

Keravan todelliseksi kokonaisinvestoinniksi näiden vähennysten jälkeen saadaan 17195 €. Investoinnin takaisinmaksuajaksi saadaan 18,31 vuotta, jos joka vuotuiseksi säästökseksi oletetaan 939 €. Viidellä prosentilla diskontattu takaisinmaksuaika on 50 vuotta.

Diskonttaus tarkoittaa tulevaisuuden rahavirran nykyarvon laskemista. Tulevaisuuden rahavirtoja diskontataan, jotta nykyhetken ja tulevaisuuden rahavirrasta saataisiin vertailukelpoista. Mitä kauemmaksi tulevaisuuteen maksu sijoittuu, sitä vähemmän sillä on nykyhetkellä arvoa silloinkin, kun inflaatiota ei ole tai maksun suorittaminen ei ole varmaa. /22/

Iisalmen kohteessa remontti alkoi 10.11.2016 ja se kesti kolme päivää. Remontin hinta oli 18 000 €, josta työnosuus oli 6000 €. Iisalmen kohteessa oli jo ennen remonttia asennettuna ilmalämpöpumppu, joka oli jo kerennyt tuottaa useamman vuoden säästöjä huonekohtaiseen suora sähkölämmitykseen verrattuna. Remontti oli huomattavasti edullisempi kuin Keravan kohteen remontti, joka tekee remontista kannattavamman ILP:stä huolimatta.

Tässäkin kohteessa kokonaisinvestoinnista voidaan vähentää kotitalousvähennys ja sähköpatterien uusiminen. Kohteessa oli 11 vanhaa sähköpatteria, joiden uusiminen olisi tullut kustantamaan 4950 €. Todelliseksi kokonaisinvestoinniksi tällöin saadaan 8450 €.

Ilma-vesilämpöpumppu tuotti säästöä remontin jälkeen vuonna 2017 8841 kWh, edelliseen vuoteen verrattuna. Rahassa säästö on 1042 €, jos sähkön hintana käytetään 11,79 senttiä per kWh. Tällaisella vuotuisella säästöllä investoinnin takaisinmaksuaika olisi 8,11 vuotta. Kun investoinnin vuotuinen rahavirta diskontataan 5 %:lla, niin takaisinmaksuajaksi saadaan 10,5 vuotta.

8 LOPPUPÄÄTELMÄT

Energiaremontin vuotuisiin säästöihin vaikuttaa talvien vaihtelevat keskilämpötilat. Talvi 2016–2017 oli normaalia lauhempi talvi, jolloin lämpötila data ennen remonttia otettiin. Tämä ilmenee todennäköisesti normaalia pienempänä vuotuisena säästönä. Tämä vaikuttaa erityisesti Keravan kohteen remontin kannattavuuteen ja takaisinmaksuaikaan, sillä Keravan kohteelta vertailussa käytettiin juuri kulutuslukemia koko 2016–2017 talvelta. Varsinkin kun 2017–2018 talvi oli normaalia kylmempi, etenkin Etelä-Suomessa. Keravan kohteessa mitattiin vuonna 2016 tammi-huhtikuussa 1648 kWh enemmän energiankulutusta kuin vuonna 2017 samana ajanjaksona.

Keravan kohteen viimeisen vuoden säästöillä energiaremontti ei ole kannattava. Mutta tulevan vuoden ja talven säästöt tulevat todennäköisesti olemaan huomattavasti tätä vuotta suuremmat. Vuotuiset säästöt tulisi kuitenkin nousta keskimäärin vähintään 1350 €, jotta remontista saadaan taloudellisesti kannattava ottaen huomioon UVLP käyttöiän. Silloin saataisiin suoraksi takaisinmaksuajaksi 12 vuotta ja 5 %:lla diskontatuksi takaisinmaksuajaksi 20 vuotta.

Iisalmen kohteen energiaremontti on tarkastelujakson aikana saatujen arvojen perusteella kannattava. Tämä tosin johtuu suurilta osin siitä, että remontti oli huomattavasti huokeampi mitä Keravan remontti. Iisalmen energiaremontin halpa hinta johtuu asiakkaan kanta-asiakkuus asemasta ja asiakkaan tekemästä työstä, joka helpotti ja nopeutti remontin etenemistä.

Ilma-vesilämpöpumpuille luvataan, että ne pystyvät tuottamaan 40–66 % kotitalouden lämmitysenergiatarpeesta, mutta Keravan kohteella prosenttiosuus ei tällä lyhyellä tarkastelujaksolla siihen yllä. Tämä voi tosin selittyä myös nousseilla käyttösähkön kulutuksilla tai juuri tarkastelujakson talvien keskilämpötilaeroilla.

Opinnäytetyön aihe oli todella mielenkiintoinen, mutta samalla haastava. Yhteistyö asiakkaiden kanssa oli välillä hieman vaikeaa, joka on ihan ymmärrettävää, sillä eihän heidän ole pakko kulutuksiaan jakaa tai tehdä asian eteen töitä ilmaiseksi. Työn tarkoituksena oli myös todentaa tällaisten energiaremonttien kannattavuus, jossa ei kuitenkaan päästy haluttuun lopputulokseen. Kohteita olisi ehdottomasti pitänyt olla useampia tarkastelussa ja ne olisi pitänyt valita paremmin. Lisäksi energiankulutuslukemien otanta tulisi olla pidempi, jotta oltaisiin saatu luotettavampaa dataa.

Opinnäytetyöprosessi opetti minulle paljon kiinteistöjen energiankulutuksesta ja uskon, että se kehitti minua asiantuntijana. Opin paljon kiinteistöjen lämmitystekniikoista, ja kuinka toiset sopii eri kohteisiin paremmin kuin toiset. Opinnäytetyön lopputuloksista huolimatta uskon, että työssä tutkittu energiaremontti voidaan tehdä taloudellisesti kannattavasti. Lämpöpumpun kannattaisi jatkaa energiankulutusdatan keräämistä muutaman vuoden ajan, jotta ilma-vesilämpöpumpun todellisista säästöistä saataisiin luotettavampaa tietoa. Tällaista tietoa voitaisiin sitten näyttää asiakkaille ja käyttää myynninedistämiseen.

LÄHTEET

- /1/ Lämpöpartio tarina. Lämpöpartion verkkosivut. Viitattu 9.2.2018.
<http://www.lampopartio.fi/>
- /2/ Lämmitys. Energiatehokas koti. Viitattu 12.2.2018.
http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys
- /3/ Ilma-vesilämpöpumppu. Energiatehokas koti. 2017. Viitattu 12.2.2018.
[http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/i
lmalampo-_ja_maalampopumput/ilma-vesilampopumppu](http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/ilmalampo-_ja_maalampopumput/ilma-vesilampopumppu)
- /4/ Pientalon lämmitysjärjestelmät. Motiva. Viitattu 12.2.2018.
https://www.motiva.fi/files/2701/Pientalon_lammitysjarjestelmat.pdf
- /5/ UVLP. Motiva. 2017. Viitattu 13.2.2018.
[https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_vali
nta/lammitysmuodot/ilma-vesilampopumppu_uvlp](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/ilma-vesilampopumppu_uvlp)
- /6/ Kaukolämpö. Wikipedia. 2018. Viitattu 13.2.2018.
<https://fi.wikipedia.org/wiki/Kaukol%C3%A4mp%C3%B6>
- /7/ Ilma-vesilämpöpumppu. Energiatehokaskoti. Viitattu 14.2.2018.
[http://www.energiatehokaskoti.fi/files/384/Tutkittua_saastoa_ilma-
vesilampopumpulla.pdf](http://www.energiatehokaskoti.fi/files/384/Tutkittua_saastoa_ilma-vesilampopumpulla.pdf)
- /8/ UVLP-järjestelmä kuvio. Viitattu 14.2.2018.
<http://www.parhaatlampopumput.fi/ilmavesilampopumput.php>
- /9/ Lämmönjakojärjestelmät. Energiatehokas koti. Viitattu 15.2.2018.
[http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/
vesikiertoinen_vai_kuiva_lammonjakojarjestelma](http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/vesikiertoinen_vai_kuiva_lammonjakojarjestelma)
- /10/ Maalämpöpumput. Motiva. 2018. Viitattu 15.2.2018.
[https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumppute
knologiat/maalampopumppu](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/maalampopumppu)
- /11/ Ilma-vesilämpöpumppu. Motiva. 2018. Viitattu 19.2.2018.
[https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumppute
knologiat/ilma-vesilampopumppu](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/ilma-vesilampopumppu)
- /12/ Ilma-Ilmalämpöpumppu. Motiva. 2017. Viitattu 19.2.2018.
[https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_vali
nta/lammitysmuodot/ilmalampopumppu_tukilammityslahtena](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/ilmalampopumppu_tukilammityslahtena)
- /13/ Ilma-vesilämpöpumppu. Motiva. Viitattu 20.2.2018.
<https://www.motiva.fi/files/175/Ilmalampopumput.pdf>

- /14/ Maalämmön vaakaputkisto. Ekolämpö.fi. Viitattu 21.2.2018.
<https://ekolampo.fi/maalammon-keruupiiri-osa-2-vaakaputkisto/>
- /15/ Aurinkolämpö. Motiva. 2018. Viitattu 22.2.2018.
<https://www.motiva.fi/aurinkolampo>
- /16/ Puskurivyöhyke. Ara. 2015. Viitattu 22.2.2018. [http://www.ara.fi/fi-http://www.ara.fi/fi-FI/Tietopankki/Lahiokehittamisen_tietopankki/Lahioohjelma_20082011/Kestava_lahiokorjaamien/TTYn_verkkoartikkelit/Lammittamaton_puskurivyohyke_vastaa_usea\(382\)](http://www.ara.fi/fi-http://www.ara.fi/fi-FI/Tietopankki/Lahiokehittamisen_tietopankki/Lahioohjelma_20082011/Kestava_lahiokorjaamien/TTYn_verkkoartikkelit/Lammittamaton_puskurivyohyke_vastaa_usea(382))
- /17/ Mitsubishi Heavy Hydrolation. Lämpöpartio. Viitattu 5.3.2018.
<http://www.lampopartio.fi/content/3-tuotteet/3-ilma-vesilampo/heavyindustry.pdf>
- /18/ Tutkittua säästöä UVLP:llä. Energiatehokaskoti. Viitattu 12.3.2018.
http://www.energiatehokaskoti.fi/files/384/Tutkittua_saastoa_ilma-vesilampopumpulla.pdf
- /19/ Suomen lämpötilavyöhykkeet. Ilmatieteenlaitos. Viitattu 23.5.2018.
<http://ilmatieteenlaitos.fi/energialaskennan-testivuodet-nyky>
- /20/ Kotitalousvähennys. Verohallinto. Viitattu 26.6.2018.
<https://www.vero.fi/henkiloasiakkaat/verokortti-ja-veroilmoitus/tulot-ja-vahennykset/kotitalousvahennys/>
- /21/ Sähköpatterien käyttöikä. ISS. Viitattu 26.6.2018. <http://www.iss-sahkoviesti.fi/lammitys/vanhon-sahkolammittimien-uusiminen-saastaa-energiaa.html>
- /22/ Diskonttaus. Wikipedia. Viitattu 26.6.2018.
<https://fi.wikipedia.org/wiki/Diskonttaus>
- /23/ Sähkövero. Elenia. Viitattu 27.7.2018.
<http://www.elenia.fi/sahko/sahkovero>