

Markku Kalinainen

ILMALÄMPÖPUMPUN VAIKUTUS ÖLJYLÄMMITTEISEN PIENTALON LÄMMITYSKUSTANNUKSIIN

Opinnäytetyö
Talotekniikka


Tammikuu 2014




MAMK

University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

	Opinnäytetyön päivämäärä 22.4.2014	
Tekijä(t)	Koulutusohjelma ja suuntautuminen	
Kalinainen Markku	Talotekniikka	
Nimeke Ilmalämpöpumpun vaikutus öljylämmitteisen pientalon lämmityskustannuksiin		
Tiivistelmä Insinöörityössä tutkittiin ilmalämpöpumpun vaikutus öljylämmitteisen pientalon lämmityskustannuksiin. Työssä selvitettiin erään pientalon lämmitysenergian kulutus ennen ilmalämpöpumpun asennusta kohteen öljylaskuista ja käyttöveden kulutustiedoista. Ilmalämpöpumpun asennuksen jälkeen kohteessa mitattiin ilmalämpöpumpun energiankulutus, öljynkulutus ja lämpimän käyttöveden kulutus kuukausittain. Näiden tietojen perusteella tehtiin laskelmia, jotta saatiin selville, tuottiko ilmalämpöpumppu säästöjä kohteen lämmitysenergiakustannuksiin. Investoinnin kannattavuuslaskelmilla selvitettiin kyseisen investoinnin takaisinmaksuaika käyttäen nykyarvomenetelmää ja takaisinmaksuajan menetelmää. Herkkyystarkastelussa pohdittiin, mikä oli se asia, joka vaikutti eniten toteutuneisiin säästöihin, oliko se lämmityskauden lämmitystehontarve, öljy- ja sähköenergioiden hintaero vai lämmityskaudella vallinneet ulkolämpötilat. Investoinnin kannattavuuslaskelmien perusteella ilmalämpöpumppu on kannattava investointi öljylämmitteisessä pientalossa. Takaisinmaksuajaksi saatiin 5-6 vuotta riippuen investoinninkannattavuuslaskentamenetelmästä. Huomattiin myös se, että takaisinmaksuaika voi olla lyhyempikin, jos lämmityskauden ulkolämpötilat pysyvät +10 °C - -10 °C välillä.		
Asiasanat (avainsanat) Ilmalämpöpumppu, Takaisinmaksuajan menetelmä, Nykyarvomenetelmä, Lämmitystarveluku, Energiankulutus		
Sivumäärä	Kieli	URN
30 + 4 liitettä	Suomi	
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi		Opinnäytetyön toimeksiantaja
Tuunanen Jarmo		

DESCRIPTION

		Date of the bachelor's thesis 2014-04-22
Author(s) Kalinainen Markku	Degree programme and option Degree Programme in HVAC	
Name of the bachelor's thesis The effect of air-source heat pump on the costs of heating in one-family house with oil heating system.		
Abstract This bachelor's thesis studied the effect of air-source heat pump on the heating costs in one-family house with oil heating system. The consumption of heating energy at a certain one-family house was studied before and after installation of air-source heat pump based on the invoices for oil and the consumption information of service water. After installation of air-source heat pump, consumption of oil, of energy of air-source heat pump and consumption of warm service water were measured monthly. Based on these information calculations were made to find out if air-source heat pump made any savings to objects costs of heating. Repayment period of the investment was studied by using present value method and repayment period method. In the consideration of sensitivity, it was analysed what was the issue that caused most realized savings; was it amount of heating needed, difference of electrical energy and oil energy or outside temperatures of heating period. Based on profitability calculations, air-source heat pump is profitable investment for oil heated one-family house. Repayment period was 5 - 6 years depending on what repayment period of the investment was used. It was also noticed that repayment period could be shorter if outside temperatures stay between +10 °C and -10°C in heating season.		
Subject headings, (keywords) Air heating pump, Repayment period, present value method, Consumption of energy, Number of need of heating		
Pages 30 + 4 appendix	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Tuunanen Jarmo	Bachelor's thesis assigned by	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	TUTKIMUKSEN KOHDE.....	2
2.1	Pientalon rakenteet.....	3
2.2	Lämmitysjärjestelmä.....	3
2.3	Ilmanvaihtojärjestelmä	5
2.4	Ilmalämpöpumppu	6
2.4.1	Ilmalämpöpumpun toimintaperiaate	6
2.4.2	Kylmäaineet	8
2.4.3	Ilmalämpöpumpun asennusta koskevat pätevyysvaatimukset.....	9
2.4.4	Kohteen ilmalämpöpumppu.....	10
2.5	Jäähdytys.....	11
3	AINEISTO JA MENETELMÄT	11
3.1	Ilmanvaihdon ilmamäärät	12
3.2	Öljyn kulutus	12
3.3	Kylmän- ja lämpimän käyttöveden kulutuksen laskenta	13
3.4	Käyttöveden lämmitykseen kulunut energia	14
3.5	Öljykattilan tuottama lämmitysenergia.....	15
3.6	Ilmalämpöpumpun kuluttama lämmityssähköenergia.....	15
3.7	Ajanjaksojen kokonaislämmitysenergiat	16
3.8	Normeeraus	16
3.9	Energioiden keskihinnat	17
3.10	Rakennuksen E-luku	17
3.11	Investoinnin kannattavuus	18
3.11.1	Ajanjakson tuotto tai tappio	18
3.11.2	Nykyarvomenetelmä.....	19
3.11.3	Takaisinmaksuajan menetelmä	19
3.12	Johtumislämpöhäviöt.....	20
4	TULOKSET	21
4.1	Ilmanvaihdon ilmamäärät	21
4.2	Vertailuajanjakso	21
4.3	Öljynkulutus ja öljystä saadun lämmitysenergian määrä tutkimusajanjakson eri vuosina	22

4.4	Kylmän- ja lämpimän käyttöveden kulutus	22
4.5	Ilmalämpöpumpun lämmitysenergiankulutus	22
4.6	Lämmitykseen kuluneet normeeratut energiamäärät	23
4.7	Öljyn ja sähkön keskihinnat sekä lämmityksen vuosikustannukset	24
4.8	Rakennuksen E-luku	24
4.9	Investoinnin kannattavuus	24
5	HERKKYYSTARKASTELU	25
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	27
	LÄHTEET	29

LIITTEET

1. Kylmäalan pätevyysvaatimusten täyttämisen vaihtoehdot
2. Kalibrointi todistus SWEMA-AIR 300 + paineanturi
3. Kohteen käyttöveden kulutustiedot
4. Mittaustulokset

1 JOHDANTO

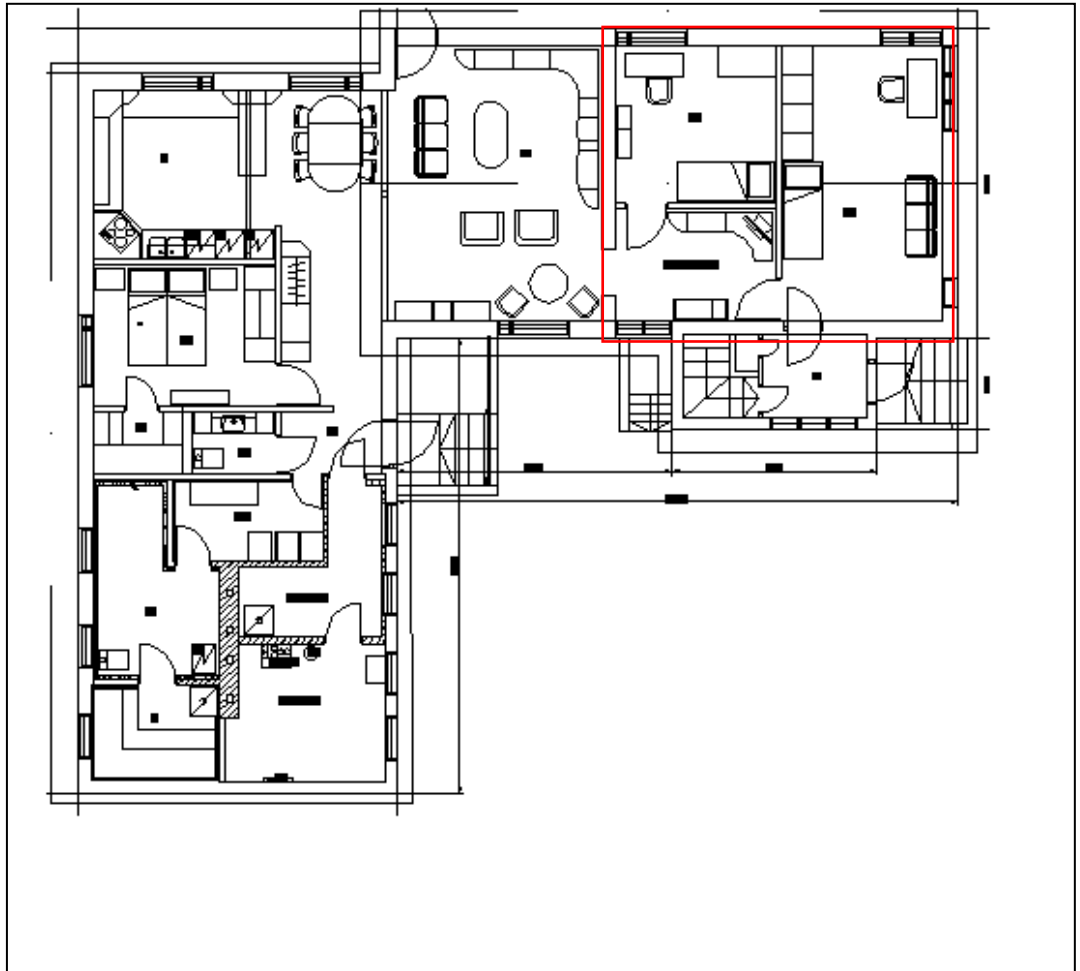
Usein kuulee puhuttavan, että ilmalämpöpumpulla lämmityskaudella saavutetut säästöt menetetään kesän jäädytyksessä. Asiasta on jopa kirjoitettu lehtiartikkeleita ja ilmalämpöpumpun asennusliikkeet törmäävät myös tähän käsitykseen yrittäessään myydä laitteita.

Työn tavoitteena on selvittää, pitääkö edellä mainittu väite paikkansa. Työssä selvitetään myös, kuinka suuria säästöjä ilmalämpöpumpulla voidaan saavuttaa öljylämmitteisessä pientalossa ja mikä on investoinnin takaisinmaksuaika. Työn mittausten perusteella on tarkoitus myös tutkia, mikä asia vaikuttaa eniten ilmalämpöpumpun tuotamiin säästöihin. Onko se lämmityskauden lämmitystarveluku, energioiden hintaero (öljy- ja sähköenergia) vai lämmityskaudella vallitsevat ulkolämpötilat?

Työssä selvitetään lämmitysenergioidentarve ja niiden kustannukset ajanjaksolle ennen ilmalämpöpumpun asennusta ja ajanjaksolle asennuksen jälkeen. Kumpikin ajanjakso on noin viisi vuotta. Öljykattilan tuottamasta kokonaisenergiasta vähennetään käyttöveden lämmitykseen kulunut energia. Eri ajanjaksoilla kuluneet lämmitysenergiat normeerataan lämmitystarveluilla vastaamaan lämmitystehontarpeiltaan toisiinsa. Investoinnin kannattavuus selvitetään kahdella investoinnin kannattavuuslaskentamenetelmällä, nykyarvomenetelmällä ja takaisinmaksuajan menetelmällä.

2 TUTKIMUKSEN KOHDE

Tutkimuksen kohteena on Imatralla sijaitseva puurakenteinen pientalo. Rakennus on rakennettu vuonna 1948, ja sitä on laajennettu 1960-luvulla. Rakennuksen lämmitettävä pinta-ala on 152 m². Lämmönlähteenä rakennuksessa on öljykattila. Pientalossa ei ole tulisijaa. Vuonna 2008 marraskuussa kohteeseen asennettiin ilmalämpöpumppu. Kuvassa 1 on rakennuksen pohjapiirustus. Pohjakuvassa punaisella kehyksellä merkityt kolme huonetta ovat purulla eristettyjä rakenteita, muut huoneet ovat eristetty mineraalivillalla. Pientalon ilmavaihto hoidetaan lämmöntalteenotolla varustetulla ilmanvaihtokoneella.



KUVA 1. Pientalon pohjapiirustus

2.1 Pientalon rakenteet

Ennen peruskorjausta vuonna 1948 rakennetussa osassa oli käytetty eristeenä purua ja 1960-luvulla rakennetussa laajennusosassa mineraalivillaa. Seinissä olevan purueristyksen paksuus oli noin 14 senttimetriä ja mineraalivillan paksuus 10 senttimetriä. Yläpohjan eristyspaksuus purun osalta oli noin 30 senttimetriä ja mineraalivillan osalta 20 senttimetriä.

Vuosina 1995 – 2002 rakennus peruskorjattiin. Peruskorjauksessa ulkoseinien sisäpuolelle lisättiin mineraalivillaa 10 senttimetriä ja ulkopuolelle puukuitutuulensuojalevy (Runkoleijona), jonka paksuus oli 13 millimetriä. Laajennusosalle yläpohjaan puhallettiin selluvillaa siten, että eristyksen kokonaispaksuudeksi tuli noin 35 senttimetriä, purueristyksen osalta yläpohja jäi ennalleen. Peruskorjauksen yhteydessä asuintilojen ikkunat vaihdettiin 3-lasisiin ikkunoihin, yhtä pientä 2-lasiseksi jäänyttä ikkunaa (600 mm x 900 mm) lukuun ottamatta. Teknistentilojen ikkunat jäivät ennalleen 2-lasiseksi. Myös vanhat ulko-ovet uusittiin. Vanha alapohja purettiin pois maapohjabetoniin asti. Maapohjabetonin päälle rakennettiin uusi puurakenteinen alapohja, johon eristeeksi tuli 20 senttimetriä mineraalivillaa.

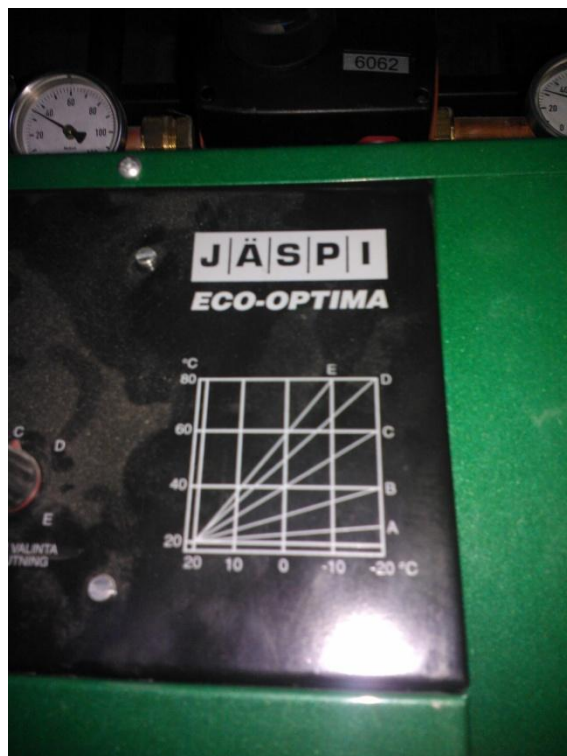
2.2 Lämmitysjärjestelmä

Kohteeseen asennettiin Jäspin ECO OPTIMA -öljykattila (kuva 2) vuonna 2002. Kohteen pääasiallinen lämmitysjärjestelmä on vesikiertoinen radiaattorilämmitys lukuun ottamatta pesutiloja, joissa on vesikiertoinen lattialämmitys. Lämmitys- ja käyttövesi lämmitetään ECO OPTIMA -öljykattilalla, jossa on Lamborghini-öljypoltin ja 13 kW:n sähkövastukset. Valmistajan mukaan kattilan lämpötilan ollessa 80 °C käyttöveden lämmityskierukan teho (puhtaalla kierukalla) on 55 °C vettä 25 dm³/min /1/.

Öljykattilan lämpötila on asetettu 80 asteeseen celsiusta. Öljypolttimen mahdollisesti mennessä häiriötilaan alkavat sähkövastukset toimia 60 asteessa celsiusta. Öljykattila sisältää automatiikan, joka ohjaa kolmitieventtiiliä, joka puolestaan säättää lämmitysjärjestelmän menoveden lämpötilaa ulkoilman lämpötilan ja valitun lämmityskäyrän perusteella. Lämpöjohtoverkoston lämmityskäyrät on nähtävissä kuvassa 3. Kattilassa on ollut käytössä käyrä C, joka on jyrkkyydeltään keskimäinen käyrä. Toisin sanoen ulkolämpötilan ollessa – 20 °C lämmityksenmenoveden lämpötila on + 60 °C.



KUVA 2. Öljykattila ECO OPTIMA



KUVA 2 Lämpöjohtoverkoston lämmityskäyrät

Pesutilojen lattialämmitystä ohjaa lattialämmityksen paluuputkeen asennettu termostaatti. Lattialämmityspiirissä kiertää samanlämpöinen vesi kuin radiaattoripiirissä.

Tämä johtaa siihen, että kovilla pakkasilla pesutiloissa on hiukan liian lämmintä, tämä ei ole energiataloudellista. Kesällä lattialämmitys pidetään päällä mukavuussyistä.

Lämmitysjärjestelmän öljysäiliö on pystyssä oleva lieriön mallinen 3000 litran lasikuitusäiliö, jossa on senttimetrimitta öljymäärän mittaamiseen. Öljysäiliö sijaitsee autotallissa kattilahuoneen alapuolella. Käyttökokemusten perusteella tiedettiin, että säiliön ollessa tyhjä öljyn pinnankorkeusmittari näyttää 140 senttimetriä. Erään tankkauksen yhteydessä luettiin öljymäärä mittari ennen ja jälkeen tankkauksen, saadulla senttimetrimäärällä jaettiin tankattu öljymäärä, tästä saatiin tiedoksi, että yksi senttimetri mittarissa vastaa noin $21,5 \text{ dm}^3$ öljyä.

2.3 Ilmanvaihtojärjestelmä

Vuonna 1995 pientaloon asennettiin ilmanvaihtokone MUH ILMAVA VKL (kuva 3), joka on varustettu ristivirtalämmöntalteenottosiirtimellä. Ilmanvaihtokoneen lämmityspatterissa kiertää vesi-glykoliseos. Vesi-glykoliseos -piirissä on putkilämmönsiirrin, joka siirtää lämmön kattilavedestä vesi-glykoliseokseen. *Putkilämmönsiirrin näkyy kuvassa 4 alhaalla vasemmalla.* Tuloilman lämpötilaa säätelee kattilasta lämmönsiirtimelle tulevaan putkeen sijoitettu irtoanturipatteritermostaatti. Irtoanturi on sijoitettu tuloilmakanavaan. Ilmanvaihdon päätelaitteina tuloilmassa ovat Fläkt Woodsin KTS-tuloilmaventtiilit ja poistoilmassa KSO-poistoilmaventtiilit.

Ilmanvaihdon tuloilman lämpötilaksi on asetettu 20 °C . Lämmityskaudella ilmanvaihto pidetään pienimmällä teholla paitsi silloin, kun käydään saunassa tai suihkussa, jolloin ilmanvaihto asetetaan käymään teholla 4.



KUVA 4. Ilmanvaihtokone MUH ILMAVA VKL

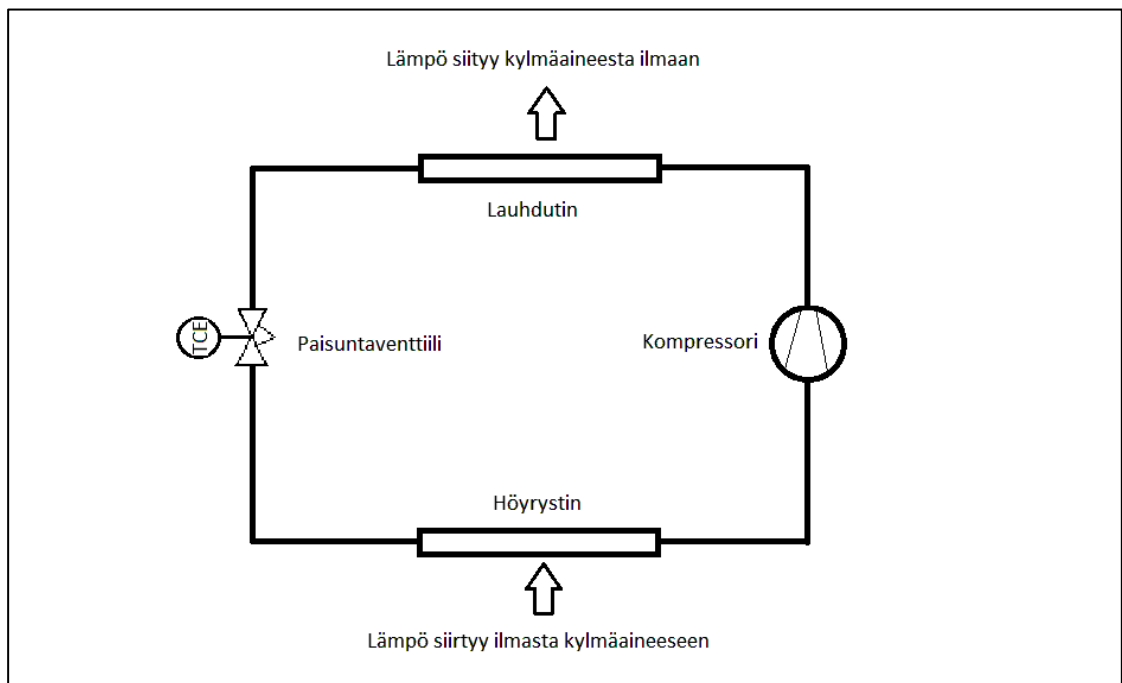
2.4 Ilmalämpöpumppu

Motivan mukaan paras säästö saavutetaan syksyllä ja keväällä. Oikein asennettuna ilmalämpöpumpulla voidaan säästää 30 – 40 % asunnon lämmityskustannuksista. /2./ Ilmalämpöpumpun toiminnan kannalta on tärkeää sijoittaa ilmalämpöpumpun sisäyksikkö parhaaseen mahdolliseen paikkaan, jonka tulee olla mahdollisimman avoin, jotta sisäyksikön puhaltama ilma leviää lämmitettävään tilaan. Myöskään ilmalämpöpumpun puhaltama ilma ei saa kiertyä takaisin ilmalämpöpumppuun liian aikaisin, eli ei muodostu oikosulkuvirtausta. Sisäyksikön sijoittamisessa on otettava huomioon myös jäähdytyskäytössä muodostuvan kondenssiveden viemärointi. Jotta ilmalämpöpumpulla saavutettaisiin paras mahdollinen säästö, on muut lämmitysjärjestelmät säädettäväsiten, että lämmitys tapahtuu vain ilmalämpöpumpulla. Toisin sanoen lämmityslaitteiden asetusarvot asetetaan muutama aste ilmalämpöpumpun asetusarvon alapuolelle, oli kysymyksessä sähköpatterit tai vesiradiaattorit./2./

2.4.1 Ilmalämpöpumpun toimintaperiaate

Ilmalämpöpumpun toiminta perustuu kylmäprosessiin, jossa kiertyä kylmäainekaasu. Ilmalämpöpumpussa on neljä pääkomponenttia. Ne ovat kompressori, lauhdutin, paisuntaventtiili ja höyrystin. Kuvassa 5 on esitetty kylmäprosessin kaavio. Kylmäprosessissa kompressori puristaa kylmäainekaasun korkeaan paineeseen, jolloin kylmäainekaasu kuumenee. Kylmäaineen lämpötila puristuksen jälkeen riippuu paineesta,

johon se puristetaan sekä kylmäaineesta itsestään. Kylmäainekaasu virtaa kompressorin pumppaamana lauhduttimeen, jossa se luovuttaessaan lämpöä ympäristöönsä muuttuu nesteeksi. Lauhduttimen jälkeen kylmäaine virtaa paisuntaventtiilin läpi höyrystimelle. Paisuntaventtiilissä kylmäaineen paine ja lämpötila laskevat ja kylmäaineesta osa höyrystyy. Höyrystimessä kylmäaine imee itseensä lämpöä ympäristöstään ja höyrystyy kokonaisuudessaan. Höyrystimen lopussa kylmäaine saattaa hieman tulla ennen kompressorille paluuta. Tässä kylmäprosessissa on tärkeää, että kylmäaine on täysin höyrystynyttä, ennen kuin se menee kompressorille. Nesteen kasaanpuristamattomuudesta johtuen kompressor ei kestä sitä, että sille menee nestettä. /3, s.17 - 18./



KUVA 5 Kylmäprosessin kaaviokuva

Ilmalämpöpumput, joissa on sekä jäähdytys- että lämmitystoiminto, tarvitsevat edellä mainittujen komponenttien lisäksi 4-tieventtiilin, joka vaihtaa kylmäaineen kiertosuunnan. Tämä aiheuttaa sen, että jäähdytyskäytössä höyrystimenä oleva sisäyksikkö muuttuu lämmityskäytössä lauhduttimeksi ja päinvastoin. /3, s.92 – 93./

2.4.2 Kylmäaineet

Kuten edellisessä kappaleessa mainittiin, kylmäprosessissa kiertää kylmäaine. Kylmäaineet on jaoteltu haitallisuuden mukaan viiteen eri luokkaan. Kaikille kylmäaineille on määritelty haitallisuuskertoimet. Kylmäaineiden luokat ovat CFC-aineet, HCFC-aineet, HFC-aineet, HC-aineet ja muut kylmäaineet.

ODP

Kylmäaineen vaikutusta otsonikerroksen tuhoutumiseen kuvaa ODP-luku. Kylmäaineen ODP-lukua verrataan R11:n ODP-lukuun, joka on 1,0. R11 on eniten otsonikatoa aiheuttava kylmäaine. Esimerkiksi kohteen ilmalämpöpumpussa olevan R410A:n ODP-luku on 0. Toisin sanoen R410A:n ei ole todettu aiheuttavan otsonikatoa lainkaan

GWP

GWP-arvo kuvaa kylmäaineen vaikutusta kasvihuoneilmistöön. Kylmäaineen GWP-arvoa verrataan hiilidioksidin 1,0 arvoon. Kohteen ilmalämpöpumpussa olevan R410A:n GWP-arvo on 1900. 1 kg R410A:ta ilmakehässä vaikuttaa yhtä paljon ilmastoon lämpenemiseen kuin 1900 kg hiilidioksidia./4./

CFC-aineet

CFC-aineet ovat täysin halogenoituja kloorihiilivetyjä, esimerkiksi R12, jonka ODP-luku on 1,0 ja GWP-luku 8500. CFC-aineiden käyttö on kielletty huolloissa ja uusissa asennuksissa./4./

HCFC-aineet

HCFC-aineet ovat osittain halogenoituja kloorihiilivetyjä. Näistä kylmäaineista tunnetuin on ehkä R22-kylmäaine. R22:n ODP-luku on 0,055 ja GWP-luku on 1700. HCFC-aineita ei ole saanut käyttää huolloissa eikä uusissa asennuksissa 1.1.2010 jälkeen, lukuun ottamatta käytössä ollutta ja talteen otettua kylmäainetta, jota saa käyttää huolloissa aina vuoteen 2015 asti./4./

HFC-aineet

Nykypäivänä uusissa asennuksissa käytössä olevat kylmäaineet ovat HFC-aineita, jotka ovat fluorihilivetyjä. Esimerkiksi kohteen ilmalämpöpumppu toimii R410A-kylmäaineella. HFC-aineet ja muihin edellä mainittuihin kylmäaineluokkiin kuuluvat kylmäaineet ovat ongelmajätettä./4/.

HC-aineet

HC-aineet ovat luonnonmukaisia kylmäaineita eli hiilivetyjä, näitä ovat propaani ja butaani. Kaikki HC-aineet ovat palavia kaasuja, mikä on ongelma suurissa kylmäainetäytöissä. Esimerkiksi propaanin (R290) ODP-luku on 0 ja GWP-luku on 3. Butaania (R600a) käytetään kotitalous jääkaapeissa ja pakastimissa, koska näissä laitteissa on pieni kylmäainetäyttö (20...70 g)./4/.

Muut kylmäaineet

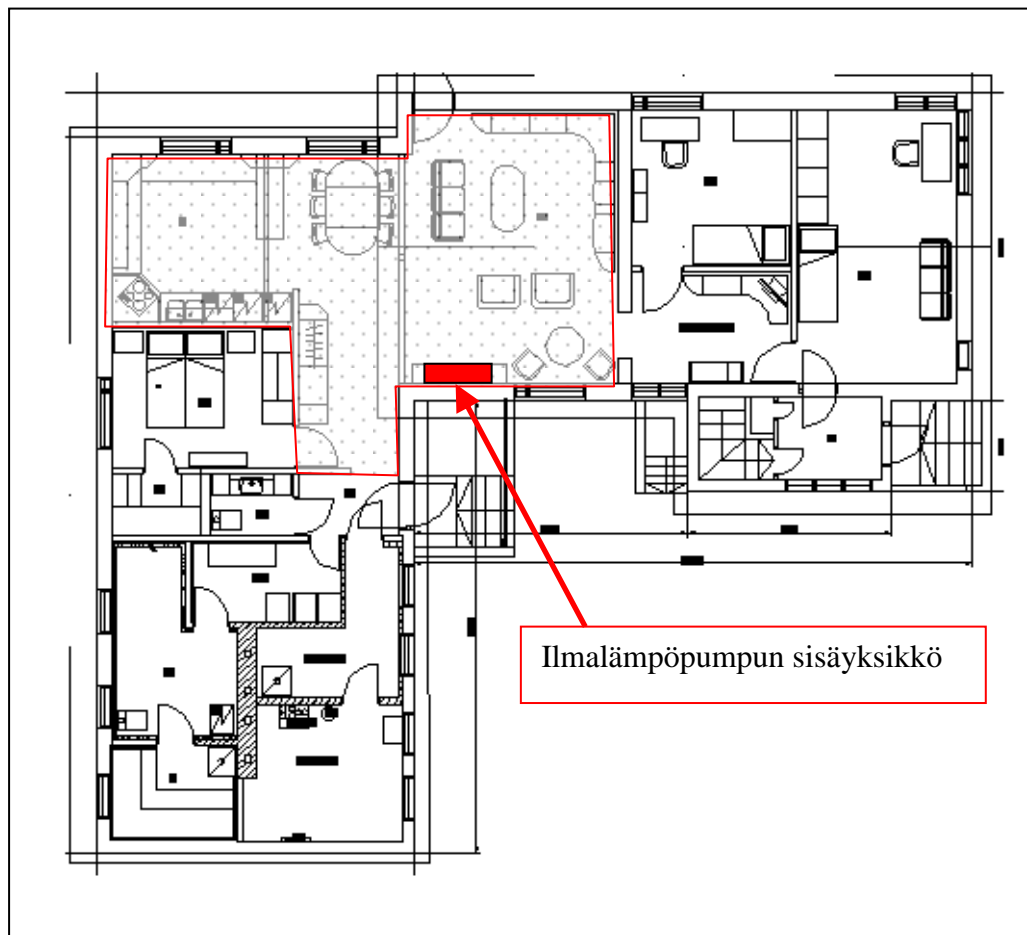
Muita kylmäaineita ovat ammoniakki (R717) ja hiilidioksidi (R744), jotka ovat luonnollisia kylmäaineita. Ammoniakin ongelmana on se, että se on palava neste ja 1. luokan myrkky, kun taas hiilidioksidi on myrkytön ja palamaton. Hiilidioksidin ongelmana on sen korkeapaine ja erittäin matala kriittinen lämpötila (31 °C). Hiilidioksidilla on myös etunsa, kuten esimerkiksi korkea volymetrinen kylmäntuotto./4/.

2.4.3 Ilmalämpöpumpun asennusta koskevat pätevyysvaatimukset

Alle 3 kiloa kylmäainetta sisältävien kylmälaitteiden, johon ilmalämpöpumput yleensä kuuluvat, asennusta koskevat pätevyysvaatimukset on määritelty ”EY-asetuksessa [842/2006](#) ja kansallisesti ympäristönsuojelulaissa ([86/2000](#), muutos [681/2008](#)) sekä valtioneuvoston asetuksessa [452/2009](#).” /5/. Ilmalämpöpumppuasennuksia suorittavassa yrityksessä on oltava pätevä vastuuhenkilö ja pätevä asentaja. Näiden henkilöiden pätevyysvaatimukset on esitetty liitteessä 1 /6/. Näitä pätevyksiä myöntää ja valvoo Turvallisuus- ja kemikaalikeskus Tukes.

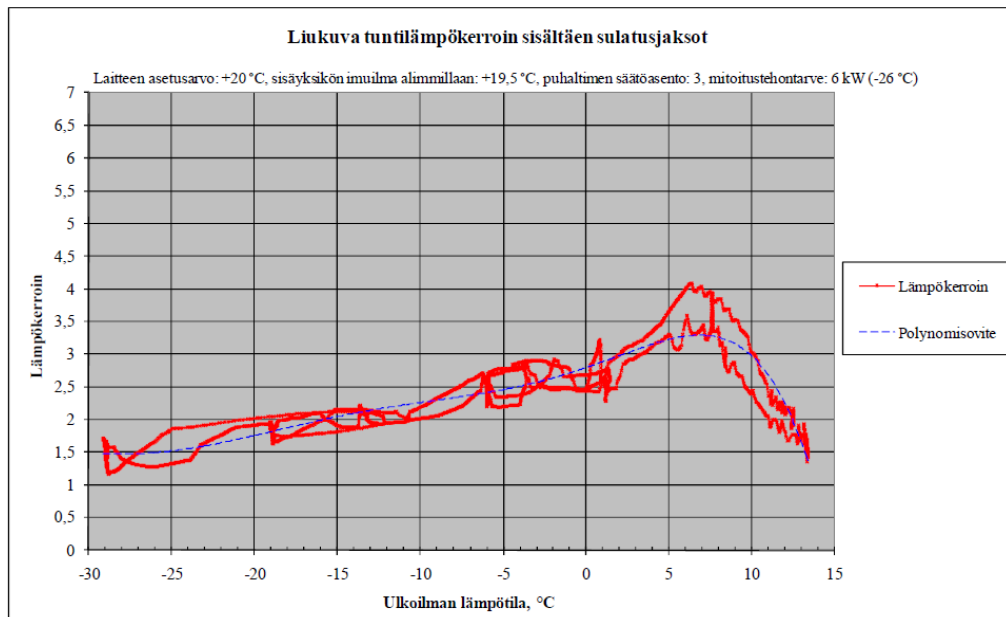
2.4.4 Kohteen ilmalämpöpumppu

Ilmalämpöpumppu Mitsubishi VABH25FD asennettiin kohteeseen marraskuussa 2008. Ilmalämpöpumpun sisäyksikkö sijaitsee olohuoneessa (kuva 6). Rakennuksen pohjaratkaisusta johtuen ilmalämpöpumppu ei kykene lämmittämään kuin osan rakennuksesta. Ilmalämpöpumpun lämmitysalue näkyy rasteroituna kuvassa 5. Alueelta, jota ilmalämpöpumppu lämmittää, on patteritermostaatit säädetty lämpötila-asettelultaan pienemmälle kuin ilmalämpöpumpun asetusarvo, jotta lämmitys tapahtuisi vain ilmalämpöpumpulla. Mitsubishi VABH25FD -ilmalämpöpumpussa kylmäaineena on R410A.



KUVA 6. Sisäyksikkö ja ilmalämpöpumpun lämmittämä alue

Ilmalämpöpumpun myyjän esitteen mukaan ilmalämpöpumpun lämpökerroin ulkoilman lämpötilassa 7 °C on 5,33 /7/. Kuvassa 7 näkyy VVT:n toimintakokeen tulokset Mitsubishi VABH25FD -ilmalämpöpumpulle lämpökertoimen osalta /8/.



KUVA 7. Ilmalämpöpumpun liukuva tuntilämpökerroin /8/

2.5 Jäähdytys

Kesällä tapahtuva jäähdytys oli käytössä tarpeen mukaan. Jäähdytettäessä lämpötila säädettiin muutama aste ulkolämpötilan alapuolelle. Jäähdytys sammutettiin, kun ulkolämpötila laski kaksi - kolme astetta sisälämpötilan alapuolelle.

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimuksessa selvitettiin vertailuajankohdalle ja tutkimusajankohdalle seuraavia asioita:

- Ilmanvaihdon ilmamäärät
- Öljyn kulutus
- Kylmän- ja lämpimän käyttöveden kulutus
- Lämpimän veden lämmittämiseen kulunut energia
- Ilmalämpöpumpun kuluttama sähköenergia jäähdytykseen ja lämmitykseen
- Lämmitystarveluvut
- Öljyn ja sähkön keskihinnat eri ajanjaksoille
- Rakennuksen E-luku ilman ilmalämpöpumppua
- Investoinnin kannattavuus.

Kuluneesta energiamäärästä eroteltiin lämmitykseen kulunut energia. Saadut lämmitysenergiämäärät eri vuosille normitettiin lämmitystarveluvuilla vastaamaan vertailuajanjaksoa.

3.1 Ilmanvaihdon ilmamäärät

Kohteen ilmanvaihdon ilmamäärät käytetyille tehoille mitattiin SWEMA-AIR 300 -mittarilla elokuussa 2013 käyttäen paine-eroanturia ja mittaussondia. SWEMA-AIR 300 ja paineanturi ovat kalibroitu 4.7.2013 (**liite 2**).

3.2 Öljyn kulutus

Öljyn kulutus vertailuajanjaksolle 2.10.2003 – 27.11.2008 selvitettiin kohteen öljylas-kujen perusteella. Vertailuajanjakson alkupäivämääräksi valittiin 2.10.2003, jolloin säiliö oli tankattu täyteen. Täydessä säiliössä oli käytettävissä olevaa öljyä 3000 dm^3 (säiliön nimellistilavuus). Vertailuajan jakson loppu päivämääräksi valittiin 27.11.2008 (ilmalämpöpumpun asennuspäivä), jolloin luettiin öljyn pinnankorkeusmittarin lukema, ja näiden tietojen perusteella laskettiin vertailuajanjaksolle öljynkulutus yhtälöllä 1. Ajanjaksolle laskettiin vuosien määrä jakamalla ajanjakson päivien määrä 365 päivällä (yhtälö 2).

$$\ddot{O}_{ver} = \ddot{O}_{toim} + (3000 \text{ dm}^3 - ((140 \text{ cm} - h) * 21,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{cm}})) \quad (1)$$

\ddot{O}_{ver}	Öljyn kulutus vertailuajankohdalle [dm^3]
\ddot{O}_{toim}	Ajanjaksolla toimitetun öljyn määrä [dm^3]
h	Senttimetri mittarin lukema [cm]

$$v = \frac{pv}{365} \quad (2)$$

v Ajanjakson vuosien määrä [a]

pv Ajanjakson päivien lukumäärä [d]

Öljyn keskimääräinen vuosikulutus vertailuajanjaksolle laskettiin jakamalla vertailuajanjakson kokonaisöljynkulutus ajanjakson vuosien määrällä (yhtälö 3).

$$\ddot{O}_{kesk} = \frac{\ddot{O}_{ver}}{v} \quad (3)$$

\ddot{O}_{kesk}	Keskimääräinen öljyn vuosikulutus vertailuajanjaksolla [dm ³ /a]
\ddot{O}_{ver}	Öljyn kulutus vertailuajankohdalle [dm ³]
v	Ajanjakson vuosien määrä [a]

Tutkimusajanjaksolla öljymittarin lukemaa luettiin kuukausittain. Ajanjakson öljyn kulutus laskettiin joka vuodelle erikseen vertaamalla sitä, kuinka paljon öljyä oli säiliössä vuoden alussa ja paljonko vuoden lopussa. Tähän lisättiin vuoden aikana toimitettu öljymäärä (yhtälö 4).

$$\frac{\ddot{O}_{kul}}{v} = \ddot{O}_{toim} + ((140 \text{ cm} - h_{al}) * 21,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{cm}}) - \left((140 \text{ cm} - h_{lop}) * 21,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{cm}} \right) \quad (4)$$

$\frac{\ddot{O}_{kul}}{v}$	Vuoden öljyn kulutus [dm ³]
\ddot{O}_{toim}	Vuoden aikana toimitetun öljyn määrä [dm ³]
h_{al}	Senttimetrimittarin lukema vuoden alussa [cm]
h_{lop}	Senttimetrimittarin lukema vuoden lopussa [cm]

3.3 Kylmän- ja lämpimän käyttöveden kulutuksen laskenta

Vertailuajanjaksolle ei ollut kohteessa mitattuja vedenkulutuksen arvoja. Näin ollen vertailuajanjakson vedenkulutus jouduttiin laskemaan paikallisen vesilaitoksen kohteen kulutuksen seurantatietojen perusteella (**liite 3**). Kulutuksen seurantatietojen mukaan kohteessa oli vertailuajanjaksolla kulutettu kylmää vettä keskimäärin 0,4 m³/vrk. Vuodessa käytetyn kylmän veden määrä saatiin kertomalla keskimääräinen vuorokausikulutus vuodessa olevien päivien määrällä (yhtälö 5). Käytetyn lämpimän veden määrä laskettiin prosentuaalisesti kylmän käyttöveden määrästä. Lämpimän käyttöveden prosenttimäärä käytetystä kylmästä vedestä laskettiin mittaustulosten perusteella saatujen eri kuukausien lämpimän käyttöveden prosenttien keskiarvosta.

$$V_{kv} = 0,4 \frac{m^3}{d} * 365d \quad (5)$$

V_{kv} Vuodessa kulutetun kylmän käyttöveden määrä [m^3]

Tutkimusajanjaksolle käytetyn kylmän käyttöveden määrä laskettiin osin samalla tavalla kuin vertailuajanjaksolle. Tammikuussa 2011 kohteeseen asennettiin lämpimän käyttöveden kulutusmittari. Tämän jälkeen laskennassa käytettiin todellisia, mitattuja arvoja.

3.4 Käyttöveden lämmitykseen kulunut energia

Lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kulunut energia laskettiin yhtälöllä 6 /9/. Kattilan hyötysuhde otettiin laskelmissa huomioon, koska kaikki öljystä saadusta energiasta ei siirry käyttöveteen, vaan poistuu palokaasujen mukana ulkoilmaan. Kattilan hyötysuhteena käytettiin 0,87 /10, s.14/. Mittausten perusteella kattilalle tulevan kylmän käyttöveden lämpötila oli keskimäärin 6 °C ja kattilasta lähtevän lämpimän käyttöveden lämpötila 50 °C – 56 °C välillä. Arvioitiin kattilan valmistajan edustajan kanssa, että kattilasta lähtevän lämpimän käyttöveden lämpötila oli keskimäärin 52 °C, joten Δt :ksi saatiin 46 °C /1/.

$$Q_{Lv} = \frac{c_p * V * \rho * \Delta t}{3600} * 0,87 \quad (6)$$

Q_{Lv}	Lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kulunut energia [kWh]
c_p	Veden ominaislämpökapasiteetti [4,2 kJ/kg°C]
V	Lämpimän käyttöveden määrä [m^3]
ρ	Veden tiheys [1000 kg/ m^3]
Δt	Kylmän- ja lämpimän käyttöveden lämpötila-ero [°C]

3.5 Öljykattilan tuottama lämmitysenergia

Lämmitykseen kulunut öljymäärä muutettiin lämmitysenergiaksi kertomalla öljymäärä öljyn energiasisällöllä. Öljyn energiasisältönä käytettiin $10,02 \text{ kWh/dm}^3$ /11/. Öljykattilan tuottama lämmitysenergia saatiin vähentämällä käyttöveden lämmitykseen kulunut energia koko öljykattilan tuottamasta energiasta (yhtälö 7).

$$Q_{\text{öläm}} = \frac{\ddot{O}_{\text{kul}}}{v} * 10,02 \frac{\text{kWh}}{\text{dm}^3} - Q_{L_v} \quad (7)$$

$Q_{\text{öläm}}$	Öljykattilan vuodessa tuottama lämmitysenergia [kWh]
$\frac{\ddot{O}_{\text{kul}}}{v}$	Vuoden öljyn kulutus [dm^3]
Q_{L_v}	Lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kulunut energia [kWh]

3.6 Ilmalämpöpumpun kuluttama lämmityssähköenergia

Ilmalämpöpumpun asennuksen yhteydessä asennettiin ilmalämpöpumpulle sähköenergiamittari. Ilmalämpöpumpun sähköenergiamittarin näyttämän oikeellisuus tarkistettiin paikalliselta sähkölaitokselta lainatulla sähköenergiamittarilla (Christ Electronic CLM200). Sähkölaitoksen sähköenergiamittari oli aivan uusi ja ensimmäistä kertaa käytössä oleva. Mittarin valmistaja ilmoitti virheeksi $\pm 0,5 \%$ mittarin näyttämästä. Mittareita pidettiin mittaamassa yhtä aikaa kuukauden ajan. Vertailussa kävi ilmi, että todellinen kulutus oli $92,23 \%$ oman mittarin näyttämästä (oman mittarin näyttämä $319,0 \text{ kWh}$ ja sähkölaitoksen mittarin näyttämä $294,2 \text{ kWh}$), mikä otettiin huomioon tehdessä laskelmia. Sähköenergiamittaria luettiin asennuspäivästä lähtien kuukausittain. Kesä-, heinä- ja elokuun kulutukset ovat jäädytykseen kulunutta energiaa. Ilmalämpöpumpun vuoden aikana kuluttamaan lämmitysenergiaan laskettiin kaikkien muiden kuukausien paitsi kesä-, heinä- ja elokuun kulutukset. Tämä energiamäärä kerrottiin $0,9223$:lla, jotta saatiin korjattua käytetyn energiamittarin virhe (yhtälö 8).

$$Q_{lp} = (\sum Q_{\text{lämkuuk}}) * 0,9223 \quad (8)$$

Q_{lp}	Ilmalämpöpumpun vuodessa kuluttama lämmitysenergia vuodessa [kWh]
----------	---

$\Sigma Q_{\text{lämkuuk}}$	Lämmityskuukausien ajalta yhteen laskettu ilmalämpöpumpun kuluttama lämmitysenergia [kWh]
0,9223	Sähköenergiamittarin lukeman korjauskerroin

3.7 Ajanjaksojen kokonaislämmitysenergiat

Vertailuajanjakson kokonaisenergian kulutus on sama kuin öljyllä tuotettu energia, koska tuolloin ei ollut asennettu ilmalämpöpumpua. Tutkimusajanjaksolle saatiin kokonaislämmitysenergia laskemalla ilmalämpöpumpun ja öljykattilan tuottamat lämmitysenergiamäärät yhteen (yhtälö 9).

$$Q_{\text{lämkok}} = Q_{lp} + Q_{\text{öläm}} \quad (9)$$

$Q_{\text{lämkok}}$	Lämmitykseen kulunut kokonaisenergia [kWh]
$Q_{\text{öläm}}$	Öljykattilan tuottama lämmitysenergia [kWh]
Q_{lp}	Ilmalämpöpumpun vuodessa tuottama lämmitysenergia vuodessa [kWh]

3.8 Normeeraus

Vertailuajanjakson ja tutkimusajanjakson vuosien lämmitysenergiamäärät saatiin vertailukelpoisiksi lämmitystarvelukujen avulla. Lämmitystarveluvut saatiin ilmatieteenlaitoksen WWW-sivuilta /12/. Tutkimuksessa käytettiin Lappeenrannan lämmitystarvelukuja, koska Imatralla ei ole annettu omia lämmitystarvelukuja ja Lappeenranta on lähin kaupunki, jolle on saatavissa lämmitystarveluvut. Normeeraus suoritettiin erikseen öljystä saadulle ja ilmalämpöpumpun kuluttamalle lämmitysenergialle yhtälöillä 10 ja 11 /13/. Normittamisessa käytettiin Lappeenrannan lämmitystarvelukuja.

$$Q_{\text{normö}} = \frac{LT_{\text{ver}}}{LT_{\text{tot}}} * Q_{lp} \quad (10)$$

$$Q_{\text{normlp}} = \frac{LT_{\text{ver}}}{LT_{\text{tot}}} * Q_{\text{öläm}} \quad (11)$$

LT_{ver}	Vertailuajanjakson lämmitystarveluku [°Cvrk]
LT_{tot}	Tutkimusajanjakson lämmitystarveluku [°Cvrk]

$Q_{\text{norm}\ddot{o}}$	Normitettu \ddot{o}ljyyst\ddot{a} saatu l\ddot{a}mmitysenergia m\ddot{a}r\ddot{a} [kWh]
Q_{normlp}	Normitettu ilmal\ddot{a}mpöpumpun kuluttama l\ddot{a}mmitysenergia m\ddot{a}r\ddot{a} [kWh]
Q_{lp}	Ilmal\ddot{a}mpöpumpun vuodessa kuluttama l\ddot{a}mmitysenergia vuodessa [kWh]
$Q_{\text{\ddot{o}l\ddot{a}m}}$	\ddot{O}ljykattilan tuottama l\ddot{a}mmitysenergia [kWh]

3.9 Energioiden keskihinnat

Ajanjaksoilla energioiden hinnat vaihtelivat, joka ajan jaksolle laskettiin energioiden keskihinnat, jotta saadaan lasketuksi investoinnin mahdolliset tuotot tai tappiot. Eri-hintaisten energioiden m\ddot{a}r\ddot{a}t kerrottiin energian hinnalla ja laskettiin ne ajanjaksolta yhteen, jonka j\ddot{a}lkeen n\ddot{a}iden summa jaettiin kokonaisenergiam\ddot{a}r\ddot{a}ll\ddot{a} (Yht\ddot{a}l\ddot{o} 12).

$$h_k = \frac{Q_{os1} * h_1 + Q_{os2} * h_2 + \dots + Q_{osn} * h_n}{Q_{oskok}} \quad (12)$$

h_k	Ajanjaksolla ostetun l\ddot{a}mmitysenergian keskim\ddot{a}r\ddot{a}inen hinta [€/kWh]
Q_{os1}	Ensimm\ddot{a}isen l\ddot{a}mmitysenergiaer\ddot{a}n m\ddot{a}r\ddot{a} [kWh]
Q_{os2}	Toisen l\ddot{a}mmitysl\ddot{a}mmitysenergiaer\ddot{a}n m\ddot{a}r\ddot{a} [kWh]
Q_{osn}	Viimeisen l\ddot{a}mmitysenergiaer\ddot{a}n m\ddot{a}r\ddot{a} [kWh]
h_1	Ensimm\ddot{a}isen l\ddot{a}mmitysenergiaer\ddot{a}n hinta [€/kWh]
h_2	Toisen l\ddot{a}mmitysenergiaer\ddot{a}n hinta [€/kWh]
h_n	Viimeisen l\ddot{a}mmitysenergiaer\ddot{a}n hinta [€/kWh]
Q_{oskok}	Ajanjaksolla kulutetun l\ddot{a}mmitysenergian kokonaism\ddot{a}r\ddot{a} [kWh]

3.10 Rakennuksen E-luku

Rakennuksen E-luvun selvitt\ddot{a}misess\ddot{a} hy\ddot{o}dynnettiin IDA-ICE -ohjelmaa. Rakennus mallinnettiin IDA-ICE -ohjelmalla Jarek Kurnitskin kirjoittaman Energi\ddot{a}m\ddot{a}r\ddot{a}ykset 2012 -kirjan ohjeiden mukaisesti /14/. Ohjelmassa oli Suomen rakentamism\ddot{a}r\ddot{a}yskoelmaan D3 mukaiset asetukset erilliselle pientalolle valmiina. Muutoksia ohjelman valmiisiin asetuksiin tehtiin ilmanvaihtokoneen l\ddot{a}mm\ddot{o}ntalteenoton, l\ddot{a}mmitysj\ddot{a}rjestelm\ddot{a}n, rakennuksen rakenteiden ja sijainnin osalta. Ne asetettiin todellisiin arvoihin. Ohjelma k\ddot{a}ytti Helsingin s\ddot{a}\ddot{a}tietoja vuodelta 2012 energian kulutuksen laskennassa.

3.11 Investoinnin kannattavuus

Investoinnin kannattavuuden laskemiseksi selvitettiin ensin kaikille tutkimusajanjakson vuosille mahdollinen tuotto tai tappio. Investoinnin kannattavuus laskettiin nykyarvomenetelmällä ja takaisinmaksuajanmenetelmällä. Investoinnin hinnaksi valittiin 1650 € erään asennusliikkeen nettisivujen perusteella /15/. Viiden vuoden kuluttua investoinnista investoinnin jäännösarvoksi arvioitiin 200 €.

3.11.1 Ajanjakson tuotto tai tappio

Ajanjakson tuotto tai tappio laskettiin seuraavasti. Ensin laskettiin, mitä ajanjakson lämmitysenergia olisi maksanut, jos olisi käytetty vain öljylämmitystä. Vertailuajanjaksolla keskimäärin vuodessa lämmitykseen kulunut öljymäärä kerrottiin tutkimusajanjakson öljyn keskimääräisellä hinnalla. Tämän jälkeen edellä saadusta summasta vähennettiin ilmalämpöpumpun lämmitykseen kuluttama sähköenergia kerrottuna kyseisen vuoden sähkön keskimääräisellä hinnalla sekä vuoden aikana lämmitykseen kulunut öljymäärä kerrottuna vuoden öljyn keskimääräisellä hinnalla (yhtälö 13). T:n ollessa positiivinen kyseisenä vuotena saavutettiin tuottoa ja T:n ollessa negatiivinen kyseisenä vuotena tuli tappiota vertailuajanjaksioon nähden.

$$T = \ddot{O}_{\text{ölämver}} * h_{k\ddot{o}} - Q_{\text{normlp}} * h_{ks} - Q_{\text{normö}} * h_{k\ddot{o}} \quad (13)$$

T	Ajanjakson tuotto tai tappio [€]
$\ddot{O}_{\text{ölämver}}$	Vertailuajanjaksolla keskimäärin lämmitykseen kulunut öljymäärä [dm ³]
$h_{k\ddot{o}}$	Ajanjakson öljyn keskihinta [€/dm ³]
h_{ks}	Ajanjakson sähkön keskihinta [€/kWh]
$Q_{\text{normö}}$	Normitettu öljystä saadun lämmitysenergian määrä [kWh]
Q_{normlp}	Normitettu ilmalämpöpumpun kuluttaman lämmitysenergian määrä [kWh]

3.11.2 Nykyarvomenetelmä

”Nykyarvomenetelmässä diskontataan kaikki tuotot, kulut ja investoinnit nykyhetkeen ja lasketaan ne yhteen” /16, s.12/. Laskentakoroksi valittiin 5. Nykyarvomenetelmän yhtälö on esitetty yhtälössä 14 /16, s.12/. Investoinnin jäännösarvoksi viiden vuoden kuluttua investoinnista arvioidaan 200 euroksi.

$$P = \sum_{k=1}^n \frac{T_k}{(1+i)^k} - \sum_{k=1}^n \frac{K_k}{(1+i)^k} - I_0 + \frac{S}{(1+i)^k} \quad (14)$$

P	Investoinnin nykyarvo [€]
n	Investointivuosien lukumäärä [a]
k	Investointivuoden järjestysluku
i	Valittu laskentakorko [%]
T_k	Vuoden k tuotot [€]
K_k	Vuoden k kulut [€]
I_0	Investoinnin hinta [€]
S	Investoinnin arvioitu jäännösarvo [€]

Jos $P < 0$, ei koron i asettama tuottovaatimus toteudu, mutta investointi voi silti olla tuottava. Kun $P > 0$, investointi on kannattava ja koron i asettama tuottovaatimus toteutuu ja ylittyy. ”Nykyarvomenetelmä on yksi käytetyimpiä investoinnin kannattavuuden arviointimenetelmiä. Se ottaa huomioon rahan aikariippuvuuden. Sillä voidaan selvittää, toteutuuko investoinnille asetettu tuottovaatimus.” /16,s.12/.

3.11.3 Takaisinmaksuajan menetelmä

Takaisinmaksuajan menetelmässä lasketaan se aika, jona investointi maksaa itsensä takaisin (yhtälö 15). Takaisinmaksuajanmenetelmässä korko $i = 0$, tämä johtaa siihen, että takaisinmaksuajan menetelmässä investoinnista yksinkertaisesti vähennetään eri vuosien tuotot ja katsotaan, kuinka monta vuotta kuluu, kunnes investointi on maksanut itsensä takaisin.

$$P = \sum_{k=1}^N \frac{A_k}{(1+i)^k} - I = 0 \quad (15)$$

A_k	Vuoden k netto tuotto [€]
P	Investoinnin nykyarvo [€]
i	Valittu laskentakorko [%]
k	Investointi vuoden järjestysluku
N	Takaisinmaksuaika vuosina [a]

Takaisinmaksuajan menetelmä on yksinkertainen ja havainnollinen tapa laskea investoinnin kannattavuus, mutta se ei ota mitenkään huomioon takaisinmaksuajan jälkeisiä tuottoja eikä koron vaikutusta. Kai Sirenin mukaan takaisinmaksuajan menetelmää on pidettävä suuntaa antavana menetelmänä. /16, s.11/.

3.12 Johtumislämpöhäviöt

Herkkyystarkastelussa lasketaan kuvitteelliselle tilalle johtumislämpöhäviöt ja sen lämmittämiseen tarvittava energianmäärä. Tilan johtumishäviöt lasketaan yhtälöllä 16 /17, s18./ Tilan lämmitykseen tarvittava energianmäärä saadaan, kun lämmön johtumishäviöt kerrotaan lämmittämiseen kuluneella ajalla.

$$\Phi_{joht} = \frac{U \cdot A \cdot \Delta t}{1000} \quad (16)$$

Φ_{joht}	Tilan johtumislämpöhäviöt [kW]
U	Rakenteen lämmönläpäisykerroin [$W/m^2 \cdot ^\circ C$]
A	Rakenteen pinta-ala [m^2]
Δt	Lämpötilaero sisä- ja ulkoilman välillä [$^\circ C$]
1000	Muuntokerroin, jolla watit muunnetaan kilowateiksi

4 TULOKSET

Tuloksissa esitetään vertailuajanjaksolle öljyn kokonaiskulutus, kylmän- ja lämpimän veden kulutukset, lämmitykseen kulunut öljymäärä ja öljystä lämmitykseen saadun energia määrä. Tutkimusajanjaksolla tuloksia käsitellään vuositasonalla. Ilmanvaihdolle esitetään mitatut ilmamäärät ilmanvaihtokoneen eri tehoilla. Rakennuksen mallintamisesta IDA-ICE -ohjelmalla saatuja tuloksia esitetään kappaleessa 4.8.

4.1 Ilmanvaihdon ilmamäärät

Taulukossa 1 esitetään kohteessa lämmityskaudella käytössä olleiden ilmanvaihtokoneen tehojen 1 ja 4 mitatut ilmamäärät.

TAULUKKO 1. Ilmanvaihdon ilmamäärät käytetyillä koneen tehoilla

Koneen teho	1	4
Ilmamäärä tulo [dm ³ /s]	24	84
Ilmamäärä poisto [dm ³ /s]	25	90

4.2 Vertailuajanjakso

Taulukossa 2 on esitetty vertailuajanjaksolle saadut tulokset öljyn ja lämpimän käyttöveden kulutukselle. Taulukosta ilmenevät myös vertailuajanjakson, päivien- ja vuosien lukumäärä, kylmän käyttöveden kulutus ja lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kulunut energiamäärä vuotta kohden sekä lämmitykseen kulunut energiamäärä ja lämmitykseen kuluneen öljynmäärä. Taulukon muut arvot ovat arvoja, joiden avulla selvitettiin vertailuajanjaksolla lämmitykseen kulunut öljymäärä.

TAULUKKO 2. Vertailuajanjakson energian ja öljynkulutus

VERTAILUAJANJAKSO			
Öljyn kokonaiskul.	Päivät	Vuodet	KV:n kul.
[dm ³]	[vrk]	[a]	[m ³ /a]
14334	1881	5,15	146
LV:n kul.	LV:n lämm. energia	Lämm. energia	Lämm. kulunut öljy
[m ³ /a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[dm ³ /a]
43,300	2031,0	25857,7	2581

4.3 Öljynkulutus ja öljystä saadun lämmitysenergian määrä tutkimusajanjakson eri vuosina

Tutkimusajanjaksolla öljystä saatu energiamäärä eri vuosille on esitetty taulukossa 3. Taulukossa on esitetty myös lämpimän käyttöveden määrä eri vuosille sekä sen lämmittämiseen kulunut energia. Taulukon viimeisessä sarakkeessa on esitetty öljystä saatu lämmitykseen kulunut energia.

TAULUKKO 3 Tutkimusajanjakson öljyn kulutus ja lämmitysenergia vuosittain

VUOSI	Öl. KULUTUS [dm ³]	Öl. Ener. kulutus [kWh]	LV [dm ³]	LV energia [kWh]	Läm. energia [kWh]
2009	2248	22524,96	44874	2095,2	20429,8
2010	2377	23817,54	44874	2095,2	21722,4
2011	2227,5	22319,55	40949	1911,9	20407,6
2012	2103,3	21075,066	36320,8	1695,8	19379,2
2013	1541	15440,82	21451,1	1001,6	14439,3

4.4 Kylmän- ja lämpimän käyttöveden kulutus

Käyttöveden kulutukset tutkimusajanjaksolla kuukausittain on esitetty liitteessä 4. Liitteessä ilmenee myös lämpimän käyttöveden mittausten perusteella lasketut lämpimän käyttöveden prosenttimäärät käytetystä kylmästä käyttövedestä kuukausittain. Lämpimän käyttöveden keskimääräiseksi prosenttimääräksi kylmästä vedestä saatiin **29,8 %**.

4.5 Ilmalämpöpumpun lämmitysenergiankulutus

Taulukossa 3 on esitetty ilmalämpöpumpun sähköenergian kulutukset. Ilmalämpöpumpun sähköenergian kulutukset on kerätty taulukkoon vuosittain lämmitys- ja jäähdytys kausille erikseen. Taulukon viimeiseen sarakkeeseen on laskettu ilmalämpöpumpun lämmitykseen kuluttama sähköenergian määrä. Taulukon 4 energiamäärät ovat mittaustuloksista korjattuja arvoja (92,23 % mittarin näyttämästä).

TAULUKKO 4. Ilmalämpöpumpun sähköenergian kulutukset eri vuosille

VUOSI	ILMALÄMPÖPUMPUN ENERGIAN KULUTUS	ILMALÄMPÖPUMPUN ENER.KULUTUS/JÄÄHDYTYS	ILMALÄMPÖPUMPUN ENER.KULUTUS/LÄMMITYS
	[kWh]	[kWh]	[kWh]
2009	2761,37	105,14	2656,2
2010	3676,29	264,70	3411,6
2011	2808,60	177,08	2631,5
2012	3008,54	103,30	2905,2
2013	2905,25	91,31	2813,9

4.6 Lämmitykseen kuluneet normeeratut energiamäärät

Tässä kappaleessa esitetään lämmitystarveluvut ja normitetut lämmitysenergiämäärät erivuosille. Taulukko 5 lämmitystarveluvut. Taulukossa 6 on esitetty ilmalämpöpumpun ja öljykattilan kuluttamat lämmitysenergiämäärät normitettuina.

TAULUKKO 5. Lappeenrannan lämmitystarveluvut

LAPPEENRANNAN LÄMMITYSTARVELUVUT	
VUOSI	LÄMMITYSTARVELUKU
1981 - 2008	4539
2009	4423
2010	5047
2011	4073
2012	4588
2013	4031

TAULUKKO 6. Vuosittaiset normeeratut lämmitysenergiat

Normeeratut lämmitysenergiämäärät		
Vuosi	Öljykattila [kWh]	Ilmalämpöpumppu [kWh]
2009	20802,6	2725,9
2010	19393,1	3068,2
2001	22742,5	2906,7
2012	19172,3	2874,2
2013	16259,0	3168,6

4.7 Öljyn ja sähkön keskihinnat sekä lämmityksen vuosikustannukset

Taulukossa 7 on esitetty sähkön ja öljyn keskihinnat vuosittain. Taulukkoon on myös laskettu lämmityksen vuosikustannukset sekä ilmalämpöpumpulla että öljykattilalla. Näiden yhteen laskettu summa on esitetty taulukon yhteensä sarakkeessa.

TAULUKKO 7. Energioiden keskihinnat ja lämmityskustannukset vuosittain

Vuosi	KESKIHINNAT		KULUTUS		KUSTANNUS		Yhteensä [€]
	Sähkö [€/kWh]	Öljy [€/dm ³]	Sähkö [kWh]	Öljy [dm ³]	Sähkö [€]	Öljy [€]	
2009	0,0979	0,8222	2725,89	2023,05	266,86	1663,35	1930,22
2010	0,1009	0,7544	3068,19	2152,05	309,58	1623,51	1933,09
2011	0,1177	0,8514	2906,68	2036,69	342,12	1734,04	2076,16
2012	0,1244	1,1339	2874,22	1934,06	357,55	2193,03	2550,58
2013	0,12562	1,1399	3168,56	1441,05	398,03	1642,65	2040,68

4.8 Rakennuksen E-luku

Rakennukselle E-luvuksi saatiin ilman ilmalämpöpumpun huomioon ottamista 265,4 kWh/m². Mallintaminen antoi vuoden lämmitysenergian kulutukseksi 32139 kWh. Tässä lämmitysenergian määrässä on mukana käyttöveden lämmitys.

4.9 Investoinnin kannattavuus

Investoinnin arvoksi viiden vuoden kuluttua investoinnista nykyarvomenetelmällä saatiin -179 €, jäännösarvon ollessa 200 €. Jäännösarvon ollessa 0 € saadaan nykyarvoksi -336 €. Nykyarvomenetelmällä laskettaessa investointi ei maksa itseään takaisin viidessä vuodessa.

Takaisinmaksuajan menetelmällä laskettaessa saatiin investoinnin nykyarvoksi viiden vuoden kuluttua investoinnista +153 €, kun jäännösarvo oli 200 €. Jäännösarvon ollessa 0 € investoinnin nykyarvoksi saatiin -47 €. Takaisinmaksuajan menetelmällä laskettaessa investoinnin takaisinmaksuaika on alle 5 vuotta.

Taulukossa 8 on esitetty investoinnin tuottamat vuosittaiset säästöt ja lämmityskustannukset ilman ilmalämpöpumppua ja sen kanssa.

TAULUKKO 8 Investoinnin tuottamat vuosisäästöt

Lämmitys kustannukset			
Vuosi	Ilman ilmalämpöpumppua [€]	Ilmalämpöpumpulla [€]	Säästöt [€]
2009	2122,10	1930,22	191,88
2010	1947,11	1933,09	14,02
2011	2197,46	2076,15	121,31
2012	2926,60	2550,58	376,02
2013	2942,08	2040,68	901,40

5 HERKKYYSTARKASTELU

Tässä kappaleessa tarkastellaan sitä, mikä asia vaikuttaa eniten ilmalämpöpumpun tuottamiin säästöihin, onko se lämmityskauden lämmitystarveluvut, -ulkolämpötilojen mataluus vai energioiden hintaero. Taulukossa 9 on esitetty lämmitystarveluvut, energioiden keskihintojen erotukset ja saavutetut säästöt eri vuosille. Tarkasteltaessa lämmitystarvelukuja vuosina 2011 ja 2013 ne ovat melkein samat, mutta säästöissä on 780 €:n ero. Kun taas tarkastellaan energioiden keskihintojen eroja, sähkö on ollut jokaisena tarkasteluvuonna hiukan kalliimpaa. Vuosina 2012 ja 2013 energioiden hintaerot ovat olleet kutakuinkin samat, mutta saavutetuissa säästöissä on ollut eroa.

TAULUKKO 9. Lämmitystarveluvut, energioiden keskihintojen erot ja säästöt tutkimusvuosille

Vuosi	Lämmitystarveluku	Energioiden keskih. Ero [€/10 kWh]	Säästö [€]
2009	4423	0,16	191,88
2010	5047	0,26	14,02
2011	4073	0,33	121,31
2012	4588	0,11	376,02
2013	4031	0,12	901,40

Erilaisten lämmityskausien ulkolämpötilojen vaikutusten tarkastelemiseksi lasketaan kolmelle eri visiolle ostoenergian määrät kuvitteellisen tilan lämmittämiseen ilmalämpöpumpulla siten että lämmitystehontarve on kaikissa visioissa sama. Oletetaan, että tilassa ei ole muita lämpöhäviöitä kuin johtumishäviöt. Tilan vaipan pinta-ala on 100 m² ja U-arvo vaipalle 0,16 W/m²°C. Lämmitysjakson pituus on 720 h kaikissa visioissa. Tilan sisälämpötilaksi valitaan 21 °C. Ilmalämpöpumpun lämpökertoimina (COP) eri ulkolämpötiloissa käytetään VTT:n toimintakokeen antamia lämpökertoimia kohteen ilmalämpöpumpulle /8./

Visio1 oletetaan, että ulkolämpötila on koko 720 h -15 °C.

Visio2 oletetaan, että ulkolämpötila on 480 h -20 °C ja 240 h -5 °C.

Visio3 oletetaan, että ulkolämpötila on 360 h -25 °C ja 360 h -5 °C.

TAULUKKO 10. Kuluneet ostoenergia määrät eri visioille

	Aika [h]	Ulkolämpöt. [°C]	Läm.ener.t. [kWh]	Läm.ener.t.yht. [kWh]	COP	Ost. energ. [kWh]	Ost. energ. yht. [kWh]
Visio 1	720	- 15	414,72	414,72	2	207,4	207,4
Visio 2	480	-20	314,88	414,72	1,7	185,2	225,2
	240	-5	99,84		2,5	39,9	
Visio 3	360	-25	264,96	414,72	1,5	176,6	236,5
	360	-5	149,76		2,5	59,9	

Taulukon 10 ostoenergian määristä nähdään, että ulkolämpötilan laskiessa ostoenergian määrä kasvaa, vaikka lämmitysenergiantarve ja lämmitysjakson kokonaisaika pysyvät samana. Ulkolämpötilan laskiessa -15 °C -20 °C tarvittavan ostoenergian määrä kasvaa 8,6 % ja edelleen ulkolämpötilan laskiessa -25 °C tarvittavan ostoenergian määrä kasvaa 14,1 %.

Oletetaan kohteen pohjaratkaisun olevan sellainen, että ilmalämpöpumpulla pystytään lämmittämään kohteen kaikki huoneet, tällöin voidaan saavuttaa jopa suurempia säästöjä. Mutta sitten tullaan sellaisen asian eteen, riittäisikö kyseisen ilmalämpöpumpun lämmitysteho enää kovilla pakkasilla. Mikäli tarvitaan lämmitysteholtaan suurempi ilmalämpöpumppu, tällöin ilmalämpöpumpun lämpökerroin (COP) huononee /7./

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän työn tavoitteena oli selvittää, kuinka ilmalämpöpumpun käyttö vaikuttaa öljylämmitteisen pientalon lämmityskustannuksiin ja mikä on investoinnin takaisinmaksuaika. Haluttiin myös selvittää, mikä asia vaikuttaa eniten ilmalämpöpumpun tuottamiin säästöihin.

Työn tutkimustulosten perusteella voidaan sanoa, että ilmalämpöpumppu on kannattava investointi öljylämmitteiseen pientaloon. Tutkimuksessa saatu takaisin maksuaika on samansuuntainen kuin Motivan ja Energiateollisuus ry:n tekemässä Elvari-tutkimuksessa (sähkölämmityksen kehittämisohjelma) on saatu takaisinmaksuajaksi. Elvarissa oli tutkittavana 166 sähkölämmitteistä pientaloa ympäri Suomea. Vaikka Elvari on sähkölämmitteisten pientalojen tutkimus, voidaan siihen verrata öljylämmitteistä pientaloa, koska öljy- ja sähköenergian hinnassa ei ole kovin paljon eroa. Yleensä suoransähkölämmityksen hyötysuhde on 1 ja öljylämmityksen 0,87. Tämä tasaa energioiden hintaeroa. Esimerkiksi vuonna 2013 kohteen sähköenergian keskihinta oli 0,1256 €/kWh ja öljystä saadun energian keskihinta oli 0,1308 €/kWh, otettaessa huomioon öljykattilan hyötysuhde. Elvari-tutkimuksessa saatiin investoinnin takaisinmaksuajaksi 4 – 7 vuotta ja tässä tutkimuksessa 5 - 6 vuotta. Ilmalämpöpumppu voi maksaa itsensä takaisin jopa 2 vuodessa, mikäli vuoden 2013 kaltaisia lämmityskausia on kaksi peräkkäin

Ilmalämpöpumpulla saavutetut säästöt vaihtelivat paljon eri vuosien välillä. Tarkasteltaessa lämmitystarveluvun vaikutusta säästöjen suuruuteen voidaan sanoa, että vaikka lämmitystehontarve on suuri, ei välttämättä saavuteta suuria säästöjä. Vuonna 2010 oli tutkimuksen suurin lämmitystarveluku mutta säästöt ovat jääneet melkein nolnaan (14 €). Vuosina 2011 ja 2013 oli melkein samat lämmitystarveluvut, mutta säästöissä oli iso ero. Säästöt olivat vuonna 2011 121 € ja vuonna 2013 901 €. Edellisestä voidaan päätellä, että jos lämmityskauden ulkolämpötilat eivät laske alle -10 °C, saavutetaan ilmalämpöpumpulla parhaat säästöt. Samaan lämmitystarvelukuun voidaan päätyä, jos lämmityskaudella on lyhyt jakso matalia ulkolämpötiloja (alle -20 °C) ja pidempi jakso esimerkiksi -5 °C tai koko lämmityskauden ajan -15 °C. Ulkolämpötilojen ollessa alle -20 °C ilmalämpöpumpun lämpökertoimen on huono. Esimerkiksi kohteen ilmalämpöpumpulla < 1,7. Ilmalämpöpumpun lämpökertoimen huononeminen taas lisää lämmitykseen kuluvan sähköenergian määrää ja säästöt pienevät.

Tarkasteltaessa energioiden hintaeroa voidaan havaita, että energioiden hinnan erolla on pieni vaikutus säästöjen suuruuteen. Vuonna 2010 ja 2011 energioiden hinnoissa olivat suurimmat erot (26 ja 33 snt / kWh) ja pienimmät säästöt (14 € ja 121 €).

Loppusanoiksi voidaan sanoa, että ilmalämpöpumppu on oikein asennettuna ja käytettynä hyvä lisälämmityslaite öljylämmitteisessä pientalossa. Ilmalämpöpumppu kantaa kuitenkin sammuttaa yli -20 °C ulkolämpötiloilla, vaikka ilmalämpöpumpun esite toisin lupaisikin.

LÄHTEET

1. Suni, Antti. Puhelinkeskustelu 9.1.2014. Myynti. Kaukora oy.
2. Motiva. Ilmalämpöpumput. Pdf-dokumentti
<http://www.motiva.fi/files/175/Ilmalampopumput.pdf>. Luettu 13.1.2014. Julkaistu 2.7.2008
3. Kaappola, Esko, Hirvelä, Aulis, Jokela, Matti & Kianta, Jani. Kylmätekniikan perusteet. Helsinki: Opetushallitus. 2011.
4. Jokela, Matti & Kaappola, Esko. Moniste. Kylmäaineiden käsittely ja lainsäädäntö. Helsinki: Suomen kylmäyhdistys ry. 2004
5. Tukes. Kylmlaiteliikkeit. Organisaation www-sivut.
<http://www.tukes.fi/fi/toimialat/kylmalaiteliikkeit/>. Luettu 17.1.2014. Julkaistu 17.1.2014
6. Tukes. Kylmäalan pätevyysvaatimukset. <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kylmalaiteliikkeit/Kylmalaiteliikkeit/patevys/>. Luettu 13.1.2014. Julkaistu 13.1.2014.
7. Scanoffice. Myyntiesite. Pdf-dokumentti http://www.scanoffice.fi/uploads/Products/product_24/Esite_Mitsubishi_Electric_FD_Mallisarja.pdf. Luettu 6.1.2014, Julkaistu 4.5.2011.
8. VTT. Testausseloste Nro. VTT-S-08346-10. <http://lampoykkonen.fi/wp-content/uploads/2012/06/VTT-S-08346-10.pdf> Pdf-dokumentti. 2010. Luettu 20.08.2013. Julkaistu 21.10.2010.
9. Motiva. Laskukaavat lämmityksen energian kulutus. http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiankayton_tehostaminen/kiinteistojen_energiahallinta/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammin_kayttovesi. Luettu 13.1.2014. Julkaistu ei käytettävissä.
10. Ympäristöministeriö. Suomen rakentamismääräyskokoelma D3, Rakennetun ympäristön osasto. 2010
11. Motiva. Polttoaineiden lämpöarvot, hyötysuhteet ja hiilidioksidin ominaispäästökertoimet sekä energian hinnat. Pdf-dokumentti. http://www.motiva.fi/files/3193/Polttoaineiden_lampoarvot_hyotysuhteet_ja_hiilidioksidin_ominaispaastokertoimet_seka_energiahinnat_19042010.pdf. Luettu 19.02.2014. Julkaistu 19.04.2010.
12. Ilmatieteenlaitos. Lämmitystarveluvut. <http://ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut>. Luettu 12.1.2014. Julkaistu 12.1.2014.

13. Motiva. Lämmitysenergiankulutus. http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiankayton_tehostaminen/kiinteistojen_energianhallinta/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammitysenergiankulutus. Luettu 13.1.2014. Julkaistu ei käytettävissä.
14. Kurnitski, Jarek. Energiamääräykset 2012. Helsinki: Suomen Rakennusmedia oy. 2012.
15. Juhaste. Ilmalämpöpumput. http://www.juhaste.fi/mitsubishi_fd.html. Luettu 6.1.2014. Julkaistu 6.1.2014.
16. Siren, Kai. Rakennusten energiainvestointien kannattavuuden laskenta. Pdf-dokumentti. aalto yliopisto. 2010
17. Ympäristöministeriö. Suomen rakentamismääräyskokoelma D5, Rakennetun ympäristön osasto, 21.2012

Kylmäalan pätevyysvaatimusten täyttämisen vaihtoehdot

KYLMÄALAN PÄTEVYYSVAATIMUSTEN TÄYTTÄMISEN VAIHTOEHDOT		
Toiminta-ala	Vastuuhenkilö ¹⁾	Asentaja ²⁾
Jäähdytys-, ilmastointi- ja lämpöpumppulaitteet Alle 3 kg	<ul style="list-style-type: none"> Kylmäasentajan ammattitutkinnosta osa kylmäaineiden käsittely (vanha tutkinto: kylmäaineiden käsittely ja lainsäädäntö) Kotitalouskoneasentajan ammattitutkinnosta osa kylmlaitteiden asennus-, korjaus- ja huoltotyöt Lämmityslaitteasentajan ammattitutkinnosta osa lämpöpumppulämmityslaitteistotyöt <i>Lisäksi vähintään vuoden työkokemus toiminnanharjoittajan toimialalta (kylmäala tai muu soveltuva tekninen työkokemus)</i>	<ul style="list-style-type: none"> Kotitalouskoneasentajan ammattitutkinnosta osa kylmlaitteiden asennus-, korjaus- ja huoltotyöt Lämmityslaitteasentajan ammattitutkinnosta osa lämpöpumppulämmityslaitteistotyöt Talotekniikan perustutkinnosta osa pienkylmlaitteiden asennus
Jäähdytys-, ilmastointi- ja lämpöpumppulaitteet Vähintään 3 kg	<ul style="list-style-type: none"> Kylmäalalle soveltuva työtekniiko-, tekniiko- tai insinööritasoinen tutkinto sekä kylmäasentajan ammattitutkinnosta osa 1: kylmäaineiden käsittely (tai vanhasta tutkinnosta osa kylmäaineiden käsittely ja lainsäädäntö) Kylmäasentajan ammattitutkinto Kylmäestarin erikoisammattitutkinto <i>Lisäksi vähintään kahden vuoden työkokemus kylmäalalta</i>	<ul style="list-style-type: none"> Kylmäasentajan ammattitutkinto Kylmäasentajan ammattitutkinnosta vähintään osat 1 sekä jokin valinnaisista osista 4-8 (kylmäaineiden käsittely sekä valinnainen asennus- ja huolto-osa) (tai vanhasta tutkinnosta vähintään sen osat kylmäaineiden käsittely ja lainsäädäntö sekä kylmlaitteiden asennus, käynnistys ja säätö) Talotekniikan perustutkinnosta osat kylmäkomponenttien ja putkiston asennus sekä kylmlaitoksen käyttöönotto (tai vanhasta talotekniikan perustutkinnosta opintokokonaisuus kylmäasennustyöt)
Ajoneuvojen ilmastointilaitteet	<ul style="list-style-type: none"> Autoalan perustutkinto, ammattitutkinto tai erikoisammattitutkinto Autoalalle soveltuva työtekniiko-, tekniiko- tai insinööritasoinen tutkinto Muut vaihtoehdot, ks. vastuuhenkilö alle 3 kg tai vähintään 3 kg 	<ul style="list-style-type: none"> Tukesin hyväksymän tahon järjestämän pätevyyskokeen suorittaminen (pätevyyskokeen sisältö, ks. asetuksen liite 5) Muut vaihtoehdot, ks. asentaja alle 3 kg tai vähintään 3 kg
Jätehuolto	<ul style="list-style-type: none"> Tekninen koulutus Jäteasemanhoitajan peruskoulutus (ympäristöhuollon ammattitutkinto) 	<ul style="list-style-type: none"> Jätehuollon pätevyyskokeen suorittaminen (pätevyyskokeen sisältö, ks. asetuksen liite 8)
¹⁾ Vastuuhenkilö: <ul style="list-style-type: none"> Vastuuhenkilö vastaa siitä, että toiminnassa noudatetaan ympäristönsuojeluvaatimuksia ja asentajat täyttävät pätevyysvaatimukset Vastuuhenkilön on täytettävä myös asentajan pätevyysvaatimukset, jos hän itse tekee asentajan töitä Autoalan tutkinnon puuttuessa autoliikkeen omistaja voi toimia ajoneuvojen ilmastointilaitteiden vastuuhenkilönä, kun on suorittanut Tukesin hyväksymän tahon järjestämän pätevyyskokeen ²⁾ Asentaja: <ul style="list-style-type: none"> Jäähdytys-, ilmastointi- ja lämpöpumppulaitteita asentava, kunnossapitävä ja huoltava sekä niiden kylmäaineita käsittelevä henkilö Ajoneuvojen ilmastointilaitteiden asennusta ja huoltoa sekä niiden kylmäaineiden talteenottoa suorittava henkilö Jätehuoltotoiminnassa kylmäainetta talteen ottava henkilö 		



Kalibrointitodistus

Todistus No:201307042

Kalibroinnin kohde: **Swema 300 No: 384839 + Paineanturi SWA07 No: 376059**
 Asiakas: **LVIS-Projektit Oy**

Käytetyt mittausslaitteet lämpötila: Referenssimittarina ETI reference instrument numero D12310867 kalibroitu 25.09.2012 .Paine: Beamex Calibration Pump. Monitoimikalibraattori MC2-MF No:13679.Todistus No: K026-12P5435. Kalibroitu: 13.12.2012. Jäljitettävyys Finas K026 (IEC 17025).Vertailumittari Swema3000 no 681989 Todistus no: K058-10911. Kalibroitu 24.06.2013 .Jäljitettävyys Finas (EN ISO/IEC 17025.)

Ympäristöolosuhteet: Huoneolosuhteet vertailumittarin näyttämä 22 °C, ilman kosteus 34 %RH .Ilmanpaine 1014 hPa.

Mittauksen tarkkuus: Arvioitu kokonaisepätarkkuus +/-1 Pa, lämpötila +/- 0,3°C

Mittaustulokset Pa (Virityksen jälkeen)

Vertailuarvo(A) Pa	Mittarinnäyttämä(B) Pa	Erotus(B-A) Pa
-100,0	-100,0	0,0
20,0	20,1	0,1
100,0	99,9	-0,1
300,0	300	0,0
500,0	498	-2,0
1000,0	996	-4,0
5000,0	4993	-7,0

Kalibrointi voimassa: Heinäkuu 2014
 Päivämäärä: 04.07.2013 Rauno Saarnio
 Kalibroinnin suorittaja:

Pietiko Oy, Tykistökatu 4b 310 , 20520 Turku,ElectroCity www.pietiko.fi email: info@pietiko.fi

LVIS-PROJEKTIT OY
 TURKU

Käyttöveden kulutuslukemat

07.05.2013 *Imatran Vesit*

/asn:o 100689

Kulutuslukemat - [1320065 KALINAINEN MARKKU]

*Hukanenkatu 43*Lukemien syöttö **Selailu / korjaus** Seurantatietojen korjaus Asiakkaan mittarit*Alv-muutos
luku. annettu*

Päiväys	Mittari	Vesilukema	Vuosikul. [m3]	Vrk kul. [m3]	Lask	Tunnus	Pvm- ero	K
15.03.2013	12460858	1			<input checked="" type="checkbox"/>	Mitt. vaihto		
15.03.2013	2298752	1 420	120	0,33	<input checked="" type="checkbox"/>	Lukema	0	
30.06.2010	2298752	1 094	162	0,44	<input checked="" type="checkbox"/>	Lukema	989	32
14.12.2009	2298752	1 006	162	0,44	<input checked="" type="checkbox"/>	Lukema	198	8E
26.02.2007	2298752	552	155	0,42	<input checked="" type="checkbox"/>	Lukema	1022	4E
16.09.2005	2298752	328	121	0,33	<input checked="" type="checkbox"/>	Lukema	528	22
24.02.2004	2298752	139	137	0,38	<input checked="" type="checkbox"/>	Lukema	570	1E
18.02.2003	2298752	0			<input checked="" type="checkbox"/>	Mitt. vaihto	371	1E
18.02.2003	8505283	2 724	123	0,34	<input checked="" type="checkbox"/>	Lukema	0	
08.10.2002	8505283	2 679	135	0,37	<input checked="" type="checkbox"/>	Lukema	133	4E
17.09.2001	8505283	2 536	119	0,33	<input checked="" type="checkbox"/>	Lukema	386	14
29.08.2000	8505283	2 411	140	0,38	<input checked="" type="checkbox"/>	Lukema	384	12
15.01.1998	8505283	2 044			<input checked="" type="checkbox"/>	Lukema	957	3E
06.09.1996	8505283	1 825			<input checked="" type="checkbox"/>	Lukema	496	21
12.06.1995	8505283	1 624			<input checked="" type="checkbox"/>	Lukema	452	20

Asiakastiedot

Tulosta

Poista

Talleta

Peru

Paluu

Haettuja rivejä on 18 kpl

NUM

JÄLJENNÖS

7.5.2013 *Anne Brisk*
Anne Brisk

Mittaus tulokset öijynkulutus, ilmalämpöpumpun sähkökulutus, Kylmän- ja lämpimän käyttöveden kulutukset vuosi 2011												
	Tammikuu	Helmikuu	Maaliskuu	Huhtikuu	Toukokuu	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu	Lokakuu	Marraskuu	Joulukuu
Öijyn kulutus [dm ³]	344	409	258	194	129	86	65	65	108	164	129	280
Ilmalämpöpumpun sähkön kulutus [kWh]	372	661	395	184	45	57	117	18	149	287	319	416
Kylmän käyttöveden kulutus [m ³]	(0,33xpäivien lukumäärä)											
Lämpimän käyttöveden kulutus [m ³]	9,24	10,23	10,23	10,23	9,9	10,56	10,23	10,56	9,57	8,91	9,9	11,22
(Mitatut tulokset)												
kulutus [m ³]	-	4,089	2,899	4,317	4,113	3,605	2,561	3,484	2,243	3,187	2,736	4,11
Läm veden % määrä kylm. Vedestä	44,3	28,3	42,2	41,5	34,1	25,0	33,0	23,4	35,8	27,6	36,6	
Mittaus tulokset öijynkulutus, ilmalämpöpumpun sähkökulutus, Kylmän- ja lämpimän käyttöveden kulutukset vuosi 2012												
	Tammikuu	Helmikuu	Maaliskuu	Huhtikuu	Toukokuu	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu	Lokakuu	Marraskuu	Joulukuu
Öijyn kulutus [dm ³]	279	334	216	175	108	86	86	6	108	146	172	387
Ilmalämpöpumpun sähkön kulutus [kWh]	457	567	336	263	55	27	49	36	179	337	355	600
Kylmän käyttöveden kulutus [m ³]	10,89	10,23	10,23	9,9	10,89	9,57	10,89	8,91	9,9	10,89	10,56	10,89
(0,33xpäivien lukumäärä)												
Lämpimän käyttöveden kulutus [m ³]	3,649	3,063	3,071	2,862	4,192	3,939	4,06	2,316	3,168	1,227	2,748	2,024
Läm veden % määrä kylm. Vedestä	33,5	29,9	30,0	28,9	38,5	41,2	37,3	26,0	32,0	11,3	26,0	18,6

Mittaus tulokset öljynkulutus, ilmalämpöpumpun sähkökulutus, Kylmän- ja lämpimän käyttöveden kulutukset vuosi 2013												
	Tammikuu	Helmikuu	Maaliskuu	Huhtikuu	Toukokuu	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu	Lokakuu	Marraskuu	Joulukuu
Öljyn kulutus [dm ³]	323	232	301	194	65	43	65	86	86	105	151	215
Ilmalämpöpumpun sähkön kulutus [kWh]	513	374	458	294	62	43	33	23	149	391	367	444
Kylmän käyttöveden kulutus [m ³]	8,91	8,91	10,56	10,23	9,57	10,06	10,613	6,279	3,983	6,309	4,867	8,101
Lämpimän käyttöveden kulutus [m ³]	1,76	1,608	3,894	0,641	1,843	3,45	0,892	1,63	1,157	1,763	1,358	1,457
Läm veden % määrä kylm. Vedestä	19,8	18,0	36,9	6,3	19,3	34,3	8,4	26,0	29,0	27,9	27,9	18,0
Lämpimän veden keskimääräinen prosenttimäärä kylmästä vedestä												29,8 %