



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

NICO LEHTONEN

Öljylämmityksestä ilma-vesilämpöpumppuun.

LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN MUUTOS PIENTALOSSA

ENERGIA- JA YMPÄRISTÖTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA
2021

Tekijä Lehtonen, Nico	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 11 2022
	Sivumäärä 40	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Öljylämmityksestä ilma-vesilämpöpumppuun		
Tutkinto-ohjelma Energia- ja ympäristötekniikan insinööri		
<p>Opinnäytetyössä käydään läpi omakotitalon lämmitysjärjestelmän muutostyötä öljylämmityksestä ilma-vesilämpöpumppuun, joka tuottaisi kiinteistön tarvitseman lämmitysenergian ja käyttöveden lämmittämisen, kuten alkuperäinen öljykattilakin oli tehnyt. Lisäksi työssä tarkasteltiin mahdollisia säästöjä lämmitysenergian suhteen, remontin kustannusten takaisinmaksuaikaa, valtion energia-avustuksen hakemisprosessia, sekä perehdyttiin ilma-vesilämpöpumpun toimintaan. Opinnäytetyössä käydään myös yleisellä tasolla läpi muita, vaihtoehtoisia pienikiinteistön lämmitysmuotoja. Lämmitysjärjestelmän muutostyöt toteutettiin Porissa sijaitsevaan, lähes alkuperäiskuntoiseen vuonna 1973 valmistuneeseen omakotitaloon.</p>		
<u>Asiasanat</u> Öljylämmitys, lämpöpumppu, energiatuki		

Author(s) Lehtonen Nico	Type of Publication Bachelor's thesis	Date 11 2022
	Number of pages 40	Language of publication: Finnish
Title of publication From oil heating to an air-to-water heat pump.		
Degree program Energy and environmental engineer		
<p>Thesis reviews the conversion of a detached house's heating system from oil heating to air-to-water heat pump, which would produce the heating energy and hot water needed by the property, as the original oil boiler has done. In addition, the thesis examined possible savings in terms of heating energy, the repayment period of renovation costs, the process of applying for a state energy subsidy and became acquainted with the operation of an air-to-water heat pump. The thesis also goes through other alternative forms of heating a small property on a general level. Modifications to the heating system were carried out in a detached house located in Pori, the house was completed in 1973 and was almost in the original condition.</p>		
<u>Key words</u> oil heating, heat pump, energy support.		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 KIINTEISTÖN LÄMMITYS	7
2.1 Lämmitystarpeen laskenta.....	10
2.2 Öljylämmitys.....	14
2.3 Lämpöpumppu	16
2.4 Ilma-vesilämpöpumppu.....	19
2.5 Lämmitysjärjestelmän valinta	20
2.6 Lämmityskustannusten vertailu	21
3 KOHDE.....	22
3.1 Energiatarpeen arviointi	23
3.2 Muutostyöt	24
3.3 Investoinnin kannattavuus.....	26
3.4 Energiatuki	28
3.5 Toiminnan seuranta.....	29
4 YHTEENVETO	30
LÄHTEET	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä käydään läpi omakotitalon lämmitysjärjestelmän muutostyötä. Alkuperäinen öljykattila alkoi lähestyä käyttöikänsä loppua. Valtion energiatuen vauhdittamana tilaaja tahtoi luopua öljylämmityksestä ja tuottaa kiinteistön sekä käyttöveden lämmityksen jatkossa lämpöpumpulla. Vaihtoehtoina oli ilma-vesilämpöpumpun lisäksi, maalämpöpumppu porakaivolla, ilmalämpöpumppu tai pelkillä sähkövastuksilla lämpenevä varaaja. Vesi-ilmalämpöpumppu valikoitui toteutettavaksi vaihtoehdoksi mahdollisten energiasäästöjen ja kohtuullisen hankintahinnan ansiosta. Pienin kertakustannus olisi tullut suoran sähkön järjestelmällä, mutta tähän ei olisi saanut haettua valtion energiatukea, joka oli merkittävä tekijä tasaamaan hankintahintojen eroa järjestelmien välillä. Lisäksi työssä selvitetään mahdollisia säästöjä lämmitysenergian suhteen, remontin kustannusten takaisinmaksuaikaa, valtion energia-avustuksen hakemisprosessia sekä tutustutaan ilma-vesilämpöpumpun toimintaan. Lisäksi työssä käydään yleisellä tasolla läpi muita vaihtoehtoisia pienikiinteistön lämmitysmuotoja.

Lämmitysjärjestelmän vaihto toteutettiin vuonna 1973 valmistuneeseen 115 m² omakotitaloon, joka sijaitsee Porissa ja jossa lämmitettäviä neliöitä on noin 100 m². Kiinteistö on pääpiirteittäin alkuperäisessä kunnossaan. Energiatohokkuuden kannalta ainoa muutos tämän lämmitysjärjestelmämuutoksen lisäksi on ollut puhallusvillan lisääminen välikatolle vuonna 2004. Lämpöenergian jakaminen kiinteistössä tapahtuu patterien välityksellä. Patteriverkoston putket oli uusittu ja nostettu rakenteiden sisältä pintaan 2000-luvun alussa eivätkä ne tällöin vaatineet korjaustoimenpiteitä. Lämmitysjärjestelmän vaihtotyö aloitettiin vuoden 2020 marraskuussa purkamalla vanha öljykattila pois uuden ilma-vesilämpöpumppujärjestelmän tieltä. Uusi lämmitysjärjestelmä otettiin käyttöön joulukuussa 2020. Alkuperäinen suunnitelma oli seurata tarkkaan IVLP:in (ilma-vesilämpöpumppu) energiankulutusta, mutta tuolloin alkanut covid-pandemia sekä etäseurannan puuttuminen toivat tähän haasteita.

Termipankki.

Entropia Termodynamiikan suure, joka ilmaisee epäjärjestyksen määrää systeemissä. Entropian symboli on S.

Entalpia Termodynamiikan suure,

E-luku energiamuotojen kertoimilla laskettu rakennuksen käyttöön perustuva vuotuinen ostoenergian kulutus nettoalaa kohden.

kW kilowatti, tehon yksikkö

kWh kilowattitunti, energian yksikkö.

COP Coefficient Of Performance. Lämpökerroin, kertoo kuinka monta kilowattituntia energiaa saadaan tuotettua kuluttaessa yksi kilowattitunti.

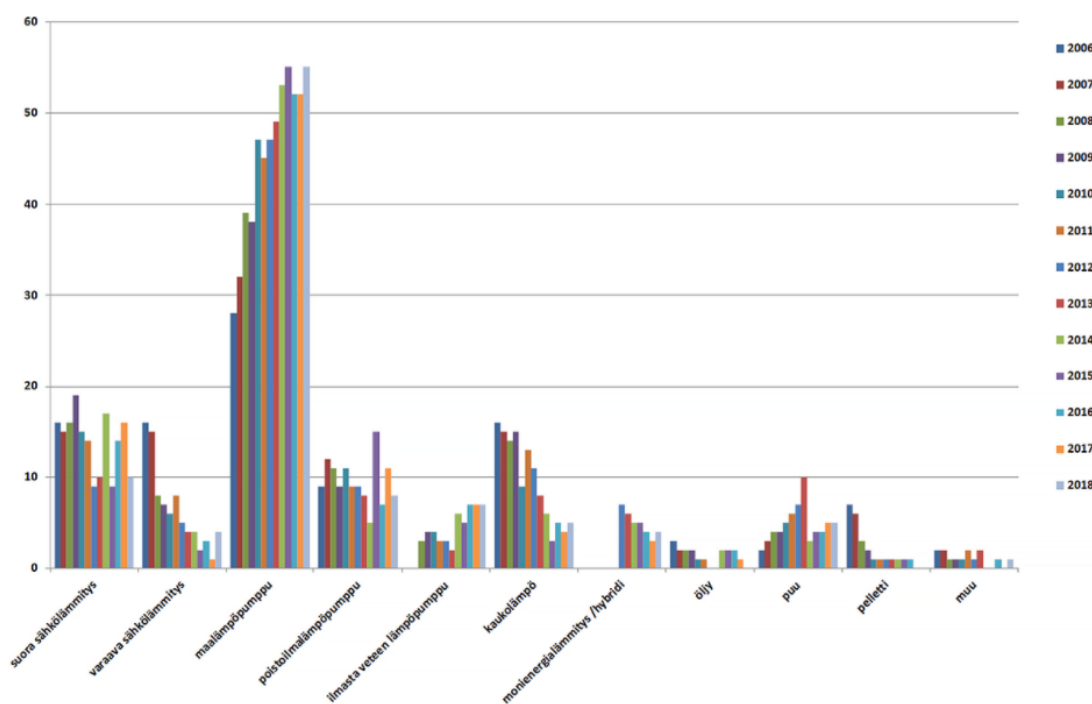
SCOP Seasonal Coefficient Of Performance. Lämpökerroin. Kertoo ympäri-vuotisen lämpökertoimen.

IVLP Ilma-vesilämpöpumppu. Lämpöpumppu, jonka lämmönlähteenä toimii ulkoilma, jonka avulla lämmitetään vettä.

U-arvo Lämmönläpäisykerroin, joka kuvaa rakenteen lämmöneristyskykyä.

2 KIINTEISTÖN LÄMMITYS

Kiinteistöt vaativat lämmitystä, silloin kuin halutaan saavuttaa ulkoilman lämpötilaa korkeampi sisälämpötila, lisäksi lämmityksellä vaikutetaan rakenteiden kosteustekniseen toimivuuteen. Kiinteistöjen lämmityksen toteuttamiseen on monia eri tapoja, lämpöenergian tuottaminen puita polttamalla on vanhin lämmitysmuoto, joka on käytössä vielä tänäkin päivänä. Yleisesti lämmityksellä tarkoitetaan lämpöenergian tuottamista ja sen jakamista huonetiloihin ja/tai käyttöveteen. (Motivan [www-sivut 2021](#)).



Kuva 1. Lämmitysmuotojen markkinaosuudet uusissa omakotitaloissa vuosina 2006–2018 (Motivan [www-sivut 2022](#)).

Kiinteistön lämmitystarpeen arvioimiseen voidaan käyttää lämmitystarvelukua. Lämmitystarveluvun saamiseksi on laskettava esimerkiksi kuukausi- tai vuosikohtaisesti päivittäinen ulko- ja sisälämpötilojen erotus. Yleisesti käytetty lämmitystarveluku on S17, joka tarkoittaa +17°C sisä- ja ulkolämpötilan vuorokausikeskiarvon erotusta. Kuukausikohtainen lämmitystarveluku tarkoittaa kyseisen kuukauden vuorokausittaisien lämmitystarvelukujen summaa, vuosittainen lämmitystarveluku taas on kyseisen vuoden kuukausien lämmitystarvelukujen summa. Kylmä vuosi tai pohjoisempi

sijainti kasvattaa lämmitystarvelukua, kun taas ulkoiset lämmönlähteet, joiden piiriin lasketaan ihmiset ja kodinkoneet, voivat hieman laskea lämmitystarvelukua (Motivan [www-sivut 2022](#)). Lämmitystehon tarpeeseen vaikuttaa mitoittavan ulkolämpötilan lisäksi rakennuksen energiatehokkuus lämpöhäviöineen sekä huipputehon tarve kylmimpien ajanjaksojen aikana. Mitoituslämpötilat eli mitoittavat ulkolämpötilat on esitetty rakennusmääräyksissä.

Ilmastoalue	Mitoittava ulkolämpötila [°C]	Vuoden keskilämpötila [°C]
I	-26	5,3
II	-29	4,6
III	-32	3,2
IV	-38	-0,4



Kuva 2. Ilmastoaluekohtaiset mitoittavat ulkolämpötilat (Ympäristöministeriön [www-sivut 2021](#)).

Huonetilavuuden laskenta

Pituus [m]: Huonetilavuuden suorasyöttö (vaihtoehtoinen) [m³]:

Leveys [m]:

Korkeus [m]:

Oletettava lämpötilaero

Lämpötilaero [°C]: Keskimääräiset eristysarvot (valinta) [k]:

Laskentatulokset

Tilavuuslaskennan tulos [m³]: 250
Lämpöteholaskennan tulos [kW]: 10.85

Huonetilavuuden laskenta

Pituus [m]: Huonetilavuuden suorasyöttö (vaihtoehtoinen) [m³]:

Leveys [m]:

Korkeus [m]:

Oletettava lämpötilaero

Lämpötilaero [°C]: Keskimääräiset eristysarvot (valinta) [k]:

Laskentatulokset

Tilavuuslaskennan tulos [m³]: 250
Lämpöteholaskennan tulos [kW]: 12.76

Kuva 3. Ulko- ja sisälämpötilan eron vaikutus lämmitystehon tarpeeseen (lämpöteho-laskuri trotec.fi 2021).

Yllä olevan laskurin arvot antavat karkean arvion lämpötehon tarpeesta. Todellisuudessa tehontarpeeseen vaikuttaa rakennuksen lämpöhäviöt, ilmastointikoneen lämmöntalteenoton hyötysuhde, kuin myös käyttäjän tottumukset sisälämpötilan ja käyttöveden suhteen.

Suomessa rakennusmääräyksiä on ajoittain päivitetty kohti energiatehokkaampaa rakentamista. Määräyksiä koskevat pääosin eristekerrosten paksuutta ja ilmatiiviyttä. Taulukossa 1 esitetään keskimääräinen lämmitystehontarve eri rakennusmääräysten mukaisissa taloissa, ulkolämpötilan ollessa -25°C .

Energiaremonttikohteessa lämmitystehon tarve saadaan selvitettyä yksinkertaisimmin aiemmin toteutuneen energiakulutuksen perusteella, mutta lämmitystehon tarve on myös tarkasti laskettavissa erilaisten taulukoiden ja kaavojen avulla. Lämmitystehontarpeen laskennassa selvitetään rakennuksen kokonaislämpötehohäviöt, joissa huomioidaan lämpöhäviöt lattian, katon, seinien, ikkunoiden, ovien, lämpimän käyttöveden ja ilmanvaihdon osalta. Rakennusmääräyksissä lämpöhäviöiden laskennassa käytettävien U-arvojen vaatimukset ovat tulleet energiatehokkaammiksi vuosien varrella, pääasiassa lisäämällä eristyskerroksien paksuuksia (Ympäristöministeriön [www-sivut](http://www.sivut)

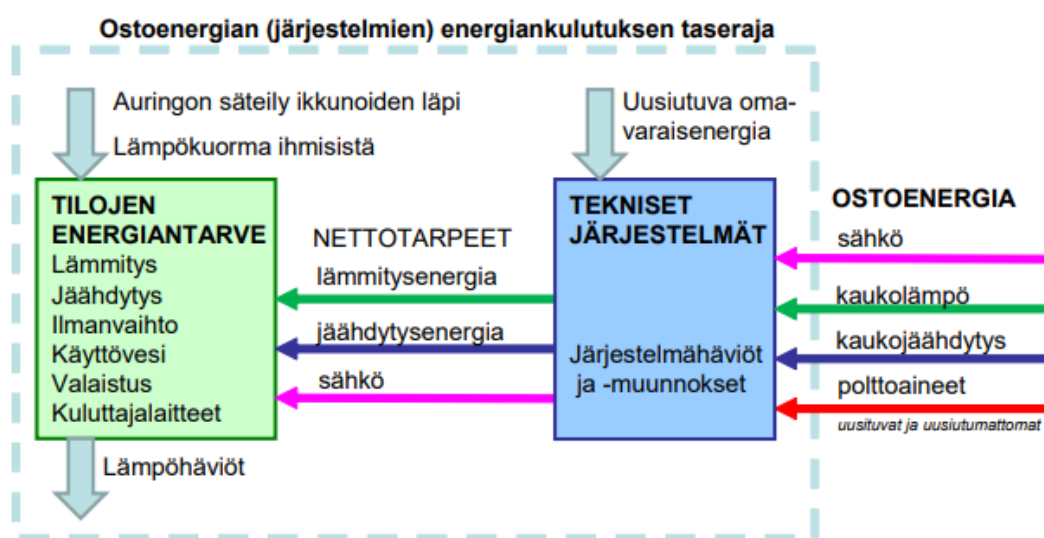
2022). Rakennusmääräysten mukaiset U-arvot ja niiden kehitys vuodesta 1969 vuoteen 2012 on esitetty taulukossa 1, josta suurin muutos on havaittavissa ulkoseinien U-arvoissa: mitä pienempi luku, sitä pienemmät lämpöhäviöt. Lämpöhäviöiden lisäksi, laskennassa käytetään ilmastoaluekohtaisia mitoituslämpötiloja, jotka ovat esitetty kuvassa 2.

Taulukko 1. Kiinteistöjen U-arvojen kehitys rakennusmääräyksissä vuosien saatossa (Energiatehokas rakentaminen, Tampereen Yliopiston verkkojulkaisu 2022).

	Rakennusluvan vireilletulovuosi								
	-1969	1969-	1976-	1978-	1985-	10/2003-	2008-	2010-	2012-
Lämpimät tilat									
Ulkoseinä	0,81	0,81	0,40	0,35	0,28	0,25	0,24	0,17	0,17
Maavarainen alapohja	0,47	0,47	0,40	0,40	0,36	0,25	0,24	0,16	0,16
Ryömintätilainen alapohja	0,47	0,47	0,40	0,40	0,40	0,20	0,20	0,17	0,17
Ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,35	0,35	0,35	0,29	0,22	0,16	0,16	0,09	0,09
Yläpohja	0,47	0,47	0,35	0,29	0,22	0,16	0,15	0,09	0,09
Ovi	2,2	2,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,0	1,0
Ikkuna	2,8	2,8	2,1	2,1	2,1	1,4	1,4	1,0	1,0

U-arvon yksikkö: $W/(K \cdot m^2)$

2.1 Lämmitystarpeen laskenta



Kuva 4. Ostoenergiakulutuksen taseraja (rakentamismääräyskokoelma D5/2012s.15)

Kiinteistön energiankulutuksesta suurin osa kuluu lämmittämiseen ja jäähdyttämiseen. Lämmitysenergiatarpeen laskennassa huomioidaan myös kaikki muut kiinteistössä energiaa käyttävät laitteet, olettaen niiden tuottavan sivutuotteenaan lämpöenergiaa ihmisten ohella. Ohjeet kiinteistön energiankulutuksen ja lämmitystehotarpeen laskentaan on saatavilla ympäristöministeriön Suomen rakentamismääräyskokoelmasta D5.

Kaava 1. Kiinteistön ostoenergian tarve. (Rakennusmääräykset D5-2012 s. 13)

$$E_{osto} = \frac{Q_{lämmitys} + W_{lämmitys} + W_{ilmanvaihto} + Q_{jäähdytys} + W_{jäähdytys} + W_{kuluttajalaitteet} + W_{valaistus} - W_{käytetty\ omasähkö}}{A_{netto}}$$

jossa

E_{osto}	rakennuksen ostoenergiankulutus, kWh/(m ² a)
$Q_{lämmitys}$	lämmitysjärjestelmän lämpöenergian kulutus, kWh/a
$W_{lämmitys}$	lämmitysjärjestelmän sähköenergian kulutus, kWh/a
$W_{ilmanvaihto}$	ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergian kulutus, kWh/a
$Q_{jäähdytys}$	jäähdytysjärjestelmän lämpöenergian (kaukojäähdytyksen) kulutus, kWh/a
$W_{jäähdytys}$	jäähdytysjärjestelmän sähköenergian kulutus, kWh/a
$W_{kuluttajalaitteet}$	kuluttajalaitteiden sähköenergian kulutus, kWh/a
$W_{valaistus}$	valaistusjärjestelmän sähköenergian kulutus, kWh/a
$W_{käytetty\ omasähkö}$	rakennuksessa käytetty omavaraissähköenergia, kWh/a
A_{netto}	rakennuksen lämmitetty nettoala, m ² .

Kaava 2. Johtumislämpöhäviöt rakennusosittain rakennusvaipan läpi (Rakennusmääräykset D5-2012 s. 15-16).

$$Q_{joht} = Q_{ulkoseinä} + Q_{yläpohja} + Q_{alapohja} + Q_{ikkuna} + Q_{ovi} + Q_{muu} + Q_{kylmäsilat}$$

jossa

Q_{joht}	johtumislämpöhäviöt rakennusvaipan läpi, kWh
$Q_{ulkoseinä}$	johtumislämpöhäviö ulkoseinien läpi, kWh
$Q_{yläpohja}$	johtumislämpöhäviö yläpohjien läpi, kWh
$Q_{alapohja}$	johtumislämpöhäviö alapohjien läpi, kWh
Q_{ikkuna}	johtumislämpöhäviö ikkunoiden läpi, kWh
Q_{ovi}	johtumislämpöhäviö ulko-ovien läpi, kWh
Q_{muu}	johtumislämpöhäviö tilaan, jonka lämpötila poikkeaa ulkolämpötilasta, kWh
$Q_{kylmäsilat}$	kylmäsiltojen johtumislämpöhäviö, kWh

Kaava 3. Rakennusosien lämpöhäviöt (Rakennusmääräykset D5-2012 s. 15-16).

Rakennusosien lämpöhäviöt lasketaan jokaiselle rakennusosalle kaavalla

$$Q = \sum U_i A_i (T_s - T_u) \Delta t / 1000$$

joissa

Q	johtumislämpöhäviö rakennusosan läpi, kWh
U_i	rakennusosan lämmönläpäisykerroin, W/(m ² K)
A_i	rakennusosan pinta-ala, m ²
T_s	sisäilman lämpötila, °C
T_u	ulkoilman lämpötila, °C
Δt	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi.

Lämmitysenergian tarve saadaan laskettua kaavalla 4, johon johtumislämpöhäviöt = Q_{joht} lasketaan kaavalla 3 (Rakennusmääräykset D5-2012 s. 15-16)

Kaava 4. Lämmitysenergian tarve. (Rakennusmääräykset D5-2012 s. 15)

$$Q_{\text{tila}} = Q_{\text{joht}} + Q_{\text{vuotoilma}} + Q_{\text{iv,tuloilma}} + Q_{\text{iv,korvausilma}}$$

jossa

Q_{tila}	tilojen lämmitysenergian tarve, kWh
Q_{joht}	johtumislämpöhäviöt rakennusvaipan läpi, kWh
$Q_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh
$Q_{\text{iv,tuloilma}}$	tilassa tapahtuvan tuloilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh
$Q_{\text{iv,korvausilma}}$	korvausilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh

D5 rakentamismääräyskokoelmasta löytyy edellä olevien esimerkkien lisäksi kattavat ohjeet, kaavat ja esimerkit tarkkaan lämmitysenergian kulutuksen laskentaan. Vaikka tehontarve olisikin ohjeen mukaisesti tarkasti laskettu, niin käytännön kulutukseen vaikuttaa myös merkittävästi asumistottumukset, kuten esimerkiksi sisälämpötila, tai takan ja lämpimän veden käyttö. Kiinteistöissä, joissa olemassa olevaa lämmitysjärjestelmää uusitaan, mitoitetaan lämmityslaitteisto yleisesti toteutuneen lämmitysenergian kulutuksen perusteella (Energiatehokkuus, Ympäristöministeriö 2018).

Energiantarpeen laskenta (vuoden kulutus): Vanhemmat rakennukset					
	m ²	Energiaa kWh	Teho W	Seinän lämmöneristävyyttä kuvaava U-arvo	
Q Ulkoseinä 1	82	3 873	1840	0,400	W/m ² K
Q Ulkoseinä 2	-	0	0	0,170	W/m ² K
Q ikkunat	25	2 964	1159,2	2,100	W/m ² K
Q ovet	4	467	182,574	0,700	W/m ² K
Q Yläpohja	22	2 587	1012	0,220	W/m ² K
Q Lämmön johtuminen ulos yh		9 890	4194		
Q Rakenne maata vasten (johtuma)		2 940	1150	0,250	W/m ² K
Q sähkölaitteiden tuoma lämpö		-125	0	0	
Q lämmin vesi		1 905	0	0	kW
Q Koneellinen ilmanvaihto		0			
		kWh	W		
Yhteensä		14 611	5 344		
Lisäys	0 %	0	-		
			5 344	W	
Yhteensä		14 611	5	kW	
		Lämpöindeksi	Tyypitehontarve		
kWh/m³/vuosi		58	21	w/m³	
Kulutus kWh/m ²		146			

Kuva 5. Lämmitysenergian tarvelaskuri (Mika Mujunen www-sivut 2022).

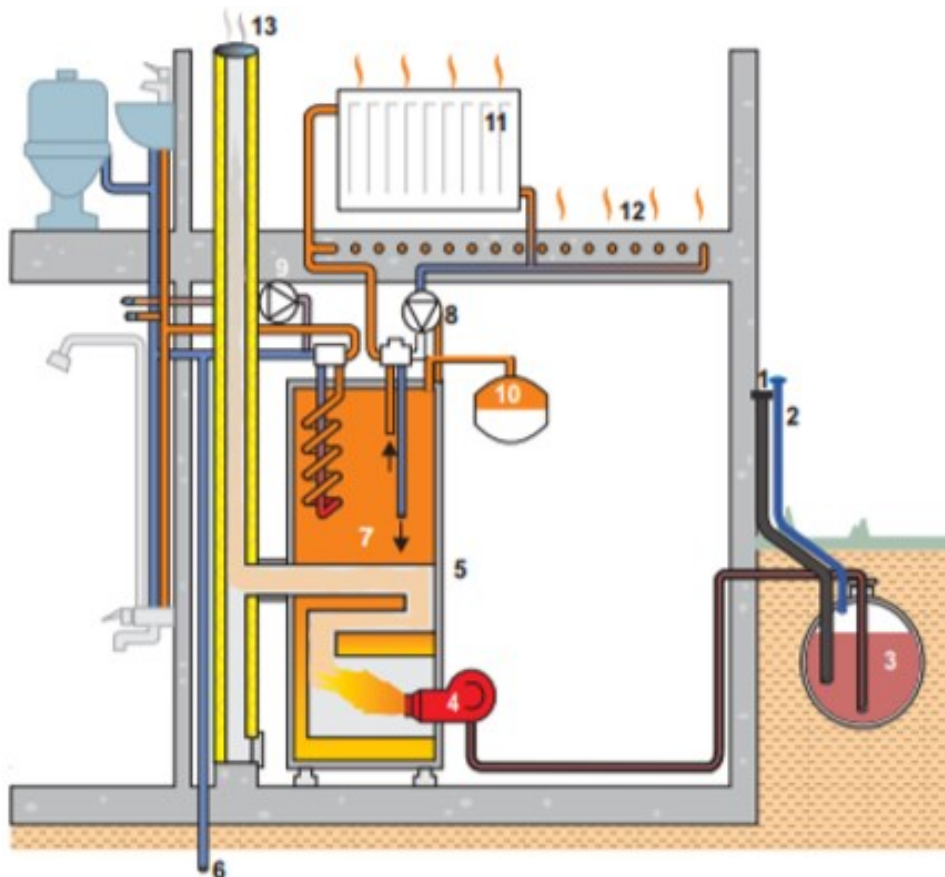
Kuvan 5 suuntaa antavassa lämmitysenergian tarvelaskurissa on helposti nähtävissä, minne kaikkialle ja kuinka paljon lämmitysenergiaa kuluu. Vastaavia suuntaa antavia laskureita ja esimerkkikohteiden kulutustietoja on lukuisasti saatavilla. Myös useimmat lämpöpumppuvalmistajat tarjoavat omia palveluitaan lämpöpumpun mitoittamiseen. Lämpöpumpuissa optimaalisella mitoituksella on vaikutusta laitteen energiatehokkuuden lisäksi pumpun käyttöikään, koska väärin mitoitetun pumpun käynti- ja lepojaksot voivat aiheuttaa pumpun ennenaikaisen rikkoutumisen. Ylimoitetun pumpun käyntijaksot jäävät liian lyhyiksi, mikä lyhentää laitteen käyttöikää ja lisää sähkönkulutusta useista käynnistysvaiheista johtuen. Alimitoitettun pumpun liian pitkät käyntijaksot voivat aiheuttaa kompressorin ylikuumentumista (Thermian suuri lämpöpumppukirja 2018).

2.2 Öljylämmitys

Kiinteistöjen lämmittäminen öljyllä yleistyi Suomessa 1960-luvulla. Nykypäivänä Suomessa on noin 130 000 öljyllä lämpenevää taloa. Uudisrakentamisessa öljylämmityksen osuus alkoi pienentyä 1990-luvulla. Öljyn hinnannousu ja ilmastopoliittiset asiat ovat heikentäneet öljylämmityksen suosiota 2000-luvulla (yle www-sivut 2021).

Kiinteistön öljylämmitysjärjestelmään sisältyy öljykattila, öljypoltin, öljysäiliö, savuhormi ja säädinlaitteet. Öljykattilan avulla saadaan kiinteistössä tuotettua lämmityksen lisäksi lämmintä käyttövedettä. Lämmönjako tapahtuu tyypillisesti vesikiertoisena lämmönjakojärjestelmällä. Nykyisten öljykattiloiden hyötysuhde on noin 95 %. Kattilat ovat varmoja lämmöntuottajia ulkoilmasta riippumatta ja niiden elinkaari on pitkä, usein noin 25 vuotta (Lämmitysenergia yhdistyksen www-sivut 2021). Öljykattila käyttää polttoaineenaan pienkiinteistöissä useimmiten kevyttä polttoöljyä eli lämmitysöljyä. Öljyn energiasisältö on korkea, esimerkiksi 1000 litran öljysäiliö vastaa 10 000 kilowattitunnin energiasisältöä. Öljylämmitys tarvitsee kiinteistössä palosuojatun tilan ns. pannuhuoneen, jossa öljykattila sijaitsee. Öljysäiliö on mahdollista asentaa sisätiloihin, ulkotiloihin tai maan sisään.

Öljylämmitteisen rakennuksen lämmityskustannuksia ja ympäristöystävällisyyttä voidaan parantaa myös vaihtamalla koko järjestelmää, remontoimalla öljylämmitys hybridilämmitykseksi. Tämä tapahtuu lisäämällä järjestelmän rinnalle uusiutuvia energianlähteitä kuten aurinkolämmitys tai hyvän lämpökertoimen omaava ilma-vesilämpöpumppu. Rinnakkaisjärjestelmällä öljyn kulutus saadaan pienemmäksi, kun öljykattilaa käytettäisiin pääasiassa vain talven pakkasilla lämpimän käyttöveden tarpeen mukaan. Öljylämmityksen ympäristöystävällisyyttä on mahdollista kehittää myös päivittämällä öljylämmityslaitteisto käyttämään uusiutuvaa lämmitysöljyä. Laitteiston päivitys ympäristöystävällisemmäksi ei kuitenkaan vähennä ostettavan energian määrää ja toistaiseksi nostaa lämmityskustannuksia uusiutuvan lämmitysöljyn ollessa noin 25 % kalliimpaa fossiiliseen lämmitysöljyyn nähden (motiva www-sivut 2021).



- | | | | |
|---|------------------------------|----|---------------------------------------|
| 1 | öljysäiliön täyttöputki | 9 | lämpimän käyttöveden kiertovesipumppu |
| 2 | öljysäiliön tuuletusputki | 10 | paisuntasäiliö |
| 3 | öljysäiliö | 11 | lämmityspatteri |
| 4 | öljypoltin | 12 | lattialämmitys |
| 5 | öjlämmityskattila | 13 | savuhormi |
| 6 | vesijohto | | |
| 7 | kattilavesi | | |
| 8 | lämmityksen kiertovesipumppu | | |

Kuva 6. Öljylämmityksen osat (lämmitysenergiayhdistyksen www-sivut 2021).

Öljypolttimelle tulee polttoainetta öljysäiliöstä ja poltin lämmittää vesitilan kattilassa. Palokaasut poistuvat savuhormin kautta pihalle. Kiertovesipumpulla saadaan kierrätettyä lämmintä vettä lattia- tai patterilämmitysverkostoon. Käyttövesi lämmitetään myös kattilassa, mutta lämmitys toteutetaan pääsääntöisesti erillään patteriverkostosta, lämmönsiirtimen avulla. Automatiikka seuraa kiinteistön sekä ulkoilman lämpötilaa, ja säätelee lämmitystehoa tarpeen mukaan. Lämmityksen säätämiseen käytetään pääasiassa ulko- ja sisälämpötilan antureita, huonekohtaisia termostaatteja tai kello-ohjausta (öjlämmitys.fi www-sivut 2021).

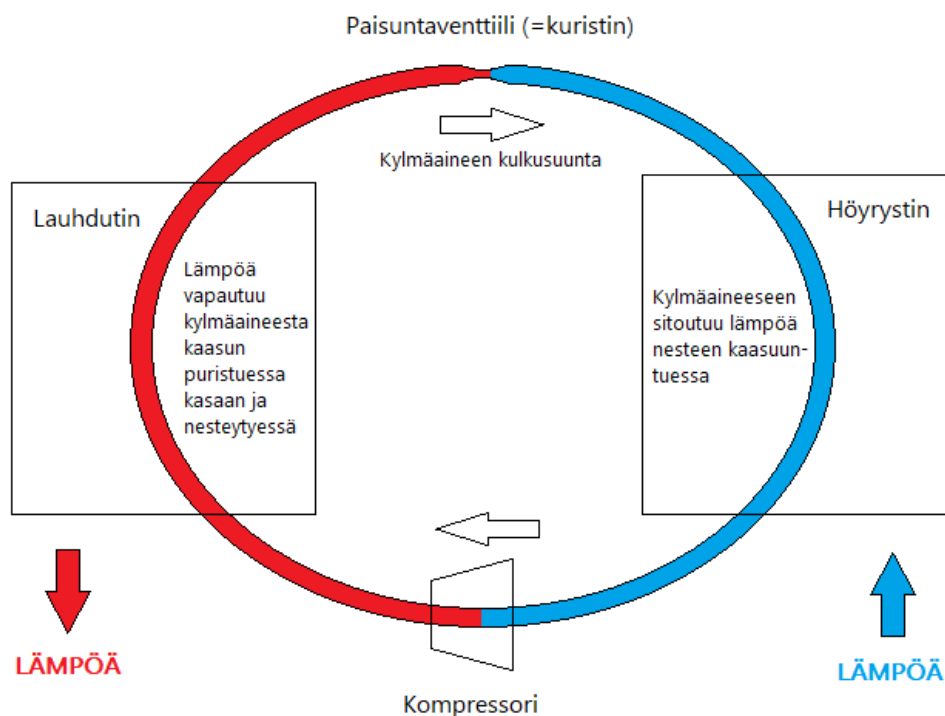
2.3 Lämpöpumppu

Lämpöenergia siirtyy normaalisti kuumasta kylmään, mutta lämpöpumpulla saadaan siirrettyä lämpöenergiaa toiseen suuntaan, eli kylmemmästä kuumempaan. Kiinteistöjen lämmityksessä käytetyt pumput jaotellaan usein lämpöenergian ottokohteen mukaan; maalämpöpumput, ilmalämpöpumput, poistoilmalämpöpumput ja ilma-vesilämpöpumput. Tehokkaan lämmitysenergian tuottamisen lisäksi lämpöpumput toimivat myös jäähdyttämiseen ja niitä käytetäänkin muun muassa ilmastointilaitteissa ja jääkaapeissa.

Kiinteistöjen lämmitysenergian tuottamisessa käytetyt lämpöpumput ovat useimmiten kompressorilla varustettuja kaasua- ja nestepumppuja. Lämpöpumpun toimintaperiaate perustuu lämpöenergian keräämiseen lämmönkeräysnesteeseen ts. kylmäaineeseen ilmasta, maaperästä tai vedestä. Lämpöpumput parantavat energiatehokkuutta niiden lämpökertoimen ansiosta. Lämpöpumppu tarvitsee sähköenergiaa kerätessään lämpöenergiaa. Pumppujen COP-arvo kertoo, kuinka paljon enemmän lämpöenergiaa pumppu kykenee tuottamaan verrattuna kuluttamaansa sähköenergiaan. COP = coefficient of performance eli lämpökerroin lämpöpumpuilla on lämmityskäytössä yleensä 3–5 (suomela www-sivut 2021). Esimerkiksi lämpöpumpulla, jonka lämpökerrointa kuvaava arvo on neljä (COP 4), lämpöpumppu antaa lämmitysenergiaa 4 kWh kuluttaessaan sähköä 1 kWh.

Lämpöpumppu valmistajien ilmoittamat lämpökertoimet eivät aina toteudu käytännössä, käyttölämpötilat, asennustapa ja käyttäjien valinnat vaikuttavat pumpun hyötysuhteeseen. Pumppuvalmistajien COP-arvoihin vaikuttaa myös, mitä standardia hyötysuhteen saamiseksi on käytetty. Todellisemman arvon lämpöpumpun tehokkuudesta antaa SCOP-arvo (seasonal coefficient of performance). SCOP hyötysuhteen arvo perustuu koko lämmityskauden lämpökertoimeen. SCOP -luvun määrittämiseksi käytetään EN-14825 standardia, jossa Euroopan alueet on jaoteltu ilmasto-olosuhteiden mukaan. Tästä syystä Suomessa markkinoitavien lämpöpumppujen SCOP-arvojen saamiseksi on täytynyt käyttää Helsingin ilmasto-olosuhteita (nilanin www-sivut 2022).

LÄMPÖPUMPUN TOIMINTAPERIAATE

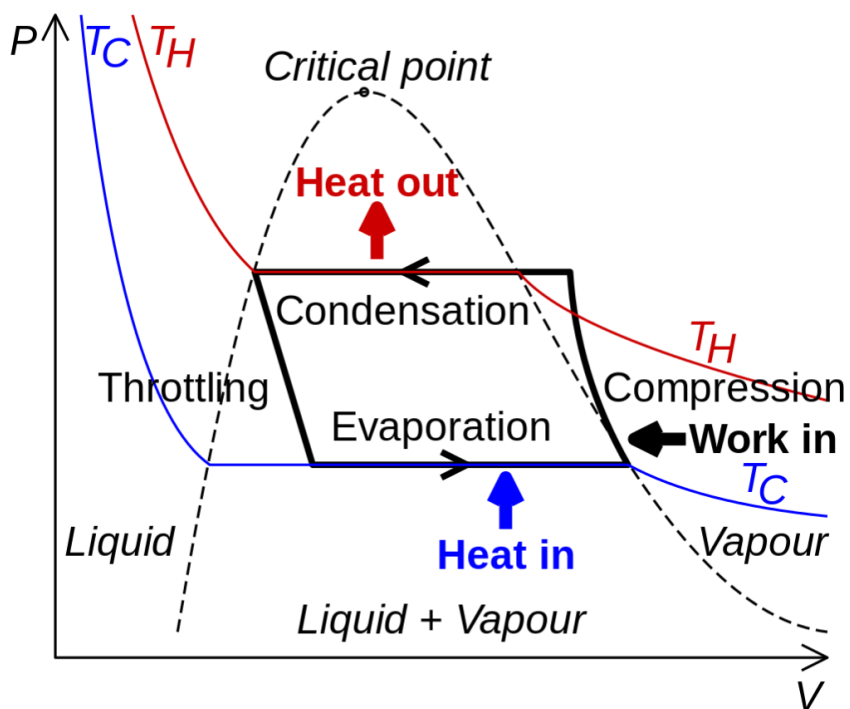


Kuva 7. Lämpöpumpun toimintaperiaate (blogspot www-sivut 2021).

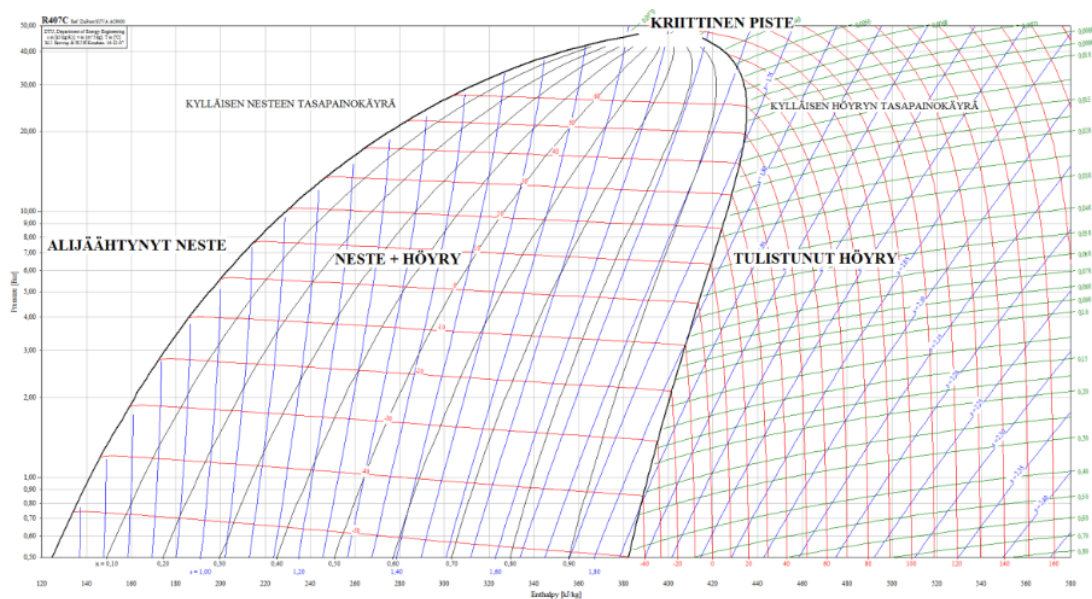
Lähes kaikkien lämpöpumpujen perusidea on samankaltainen. Toimintaan vaikuttaa käytettävä väliaine, sekä minne lämpö ohjataan ja mistä lämpö kerätään. Väliaineena käytettäviä kylmäaineita on erilaisia. Eri kylmäaineiden ominaisuudet vaihtelevat olosuhteiden mukaan. Kylmäaineen faasimuutoksien ansiosta pienellä määrällä väliainetta saadaan siirrettyä suhteellisen paljon energiaa.

Väliaineen painemuutoksilla on suuri rooli lämpöpumpun toiminnassa. Kompressori paineistaa väliaineen lauhduttimelle. Kun paine nousee, muuttuu myös väliaineen kiehumispiste korkeammaksi ja väliaine lauhtuu höyrystä nestemäiseksi. Lauhtuessaan höyrystä nesteeksi väliaine luovuttaa lämmitysenergiaa hyödynnettäväksi. Lauhduttimelta väliaine kulkee paisuntaventtiilin lävitse. Paisuntaventtiili rajoittaa nestemäisen väliaineen virtausta höyrystimeen. Virtausta rajoittamalla saadaan aikaiseksi matalampi paine höyrystimelle. Näin ollen väliaineen kiehumispiste laskee ja väliaine jälleen höyrystyy (Energytech.fi www-sivut 2021).

Lämpöpumppujen idea perustuu painemuutoksilla toteutettavaan faasimuutokseen, eli väliaineen olomuodon muutokseen nesteen ja höyryn välillä. Faasimuutokset ovat lämpöpumppujen toiminnassa olennaisia: höyrystymisen ja lauhtumisen ansiosta voidaan sitoa ja luovuttaa suurempia määriä energiaa siirrettäväksi väliaineella.



Kuva 8. Kylmäaineen faasimuutokset (sweb.net www-sivut 2021).



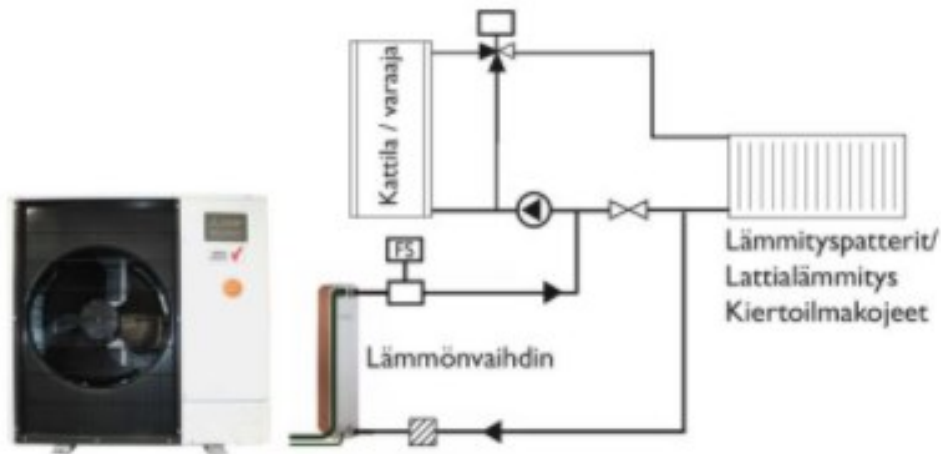
Kuva 9. Kylmäaineen log p,h -tilapiirros (sweb.net www-sivut 2021).

Kylmäaineen ominaisuudet selviävät log p,h -diagrammista, joka on erilainen eri kylmäaineilla. Log p,h -diagrammi jakaantuu kylläisen höyryn ja kylläisen nesteen tasapainokäyriin. Tasapainokäyrien välissä kylmäaineen olomuoto muuttuu nesteestä höyryksi ja toisinpäin. Diagrammista voidaan katsoa kylmäaineen paine ja entalpia prosessin eri vaiheissa. Koko kylmätekniikan prosessin esittämiseksi diagrammista tarkastellaan lämpötila-, paine-, tiheys-, entalpia- ja höyrypitoisuus käyriä.

Kylmäaineiden (väliaineiden) ominaisuuksissa on eroja, joten optimaalisimman kylmäaineen valitsemiseksi on tiedettävä käyttökohteen olosuhteet ja kohteen vaatimukset kylmäaineen suhteen.

2.4 Ilma-vesilämpöpumppu

Ilma-vesilämpöpumpussa lämpöenergiaa siirretään ulkoilmasta lämmitysvesikertoon, jossa lämmön jakaminen kiinteistöön voidaan toteuttaa esimerkiksi lämmityspattereilla tai vesikiertoisella lattialämmityksellä. Ilmalämpöpumpun ja ilmavesilämpöpumpun toimintaperiaate on yleisesti samankaltainen, ulkoyksikön puhallin kierrättää ulkoilmaa höyrystimen lävitse, kylmäaine muuttuu höyrystimessä nesteestä höyryksi ja sitoo itseensä lämpöenergiaa hyödynnettäväksi sisäyksikössä. Kutein muissakin lämpöpumpuissa, myös ilmavesilämpöpumpussa saadaan lämpökertoimen ansiosta tuotettua enemmän tehoa ottotohoon nähden. Ilmavesilämpöpumppua voidaan käyttää lämmitysjärjestelmän osana tai koko lämmitystarpeen kattavana lämmitysjärjestelmänä, koska ilmavesilämpöpumpulla saadaan tuotettua myös lämmintä käyttövettä. Mikäli ilmavesilämpöpumppua käytetään ainoana lämmöntuottajana kiinteistön lämmitykseen ja lämpimän käyttöveden tuottamiseen, suositellaan järjestelmän olevan varustettu sähkövastuksilla. Lämpökerroin (COP) vaihtelee ulkoilman lämpötilan mukaan, kylmimmillä pakkasilla sähkövastuksia tarvitaan takaamaan riittävä lämmitys-teho lämpökertoimen ollessa pieni. Varsinkaan kylmemmillä ajanjaksoilla, ilma-vesilämpöpumput eivät yleisesti kykene tuottamaan riittävän kuumaa vettä, vaan sitä joudutaan lisälämmittämään sähkövastuksilla kuuman käyttöveden takaamiseksi.



Kuva 10. Ilma-vesilämpöpumpun toimintaperiaate (Scanofficen www-sivut 2021).

Ilma-vesilämpöpumpussa lämpöenergiaa siirretään ulkoilmasta lämmitysvesikertoon, jossa lämmön jakaminen kiinteistöön voidaan toteuttaa esimerkiksi lämmityspattereilla tai vesikiertoisella lattialämmityksellä.

2.5 Lämmitysjärjestelmän valinta

Lämmitysjärjestelmän valinnalla ja suunnittelulla on pitkävaikutteiset seuraukset kiinteistön asumismukavuuden ja käyttökustannusten osalta. Lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttaa pääosin alkuinvestoinnin suuruus, energian tarve, rakennuspaikka ja kiinteistön rakennustekniset ominaisuudet. Näiden lisäksi valintaan voi mahdollisesti vaikuttaa viranomais määräykset, lämmitysjärjestelmän helppokäyttöisyys tai etähalittavuus. Uudiskohteissa valinnanvaraa lämmitysjärjestelmäksi on paljon, saneerauskohteissa valintaa rajoittaa huomattavasti se mikä on ylipäättään mahdollista, tai asennuskulmasta taloudellisesti järkevää. Tarkasteltavassa kohteessa mahdolliset vaihtoehdot rajautuivat joko maalämpöön tai ilma-vesilämpöpumppuun, koska kyseisten laitteistojen tekniikalle oli sopiva tila vanhassa lämmönjakohuoneessa, sekä kyseisillä toteutustavoilla kiinteistön olemassa oleva lämmityspatteri-verkosto oli mahdollista hyödyntää. Maalämpöpumpun noin 8000 € suurempi investointikustannus johti valinnan päätymään ilma-vesilämpöpumppuun, joka olisi riittävä lämmitysmuoto kyseisessä kohteessa. Lisäksi maalämmön keruuputkiston asennus tai kaivon poraus olisi vaatinut piha-alueen uudelleenrakentamista.

2.6 Lämmityskustannusten vertailu

Arvio kokonaiskustannuksista maalämpöpumpun ja ilma-vesilämpöpumpun välillä. Sähkönhintana vertailussa käytettiin 11 c/kWh, 2 % vuosittaisella hinnankorotuksella. Sekä investoinnin 12 vuoden laina-aikaa 2 % korolla.

Maalämpöpumppu

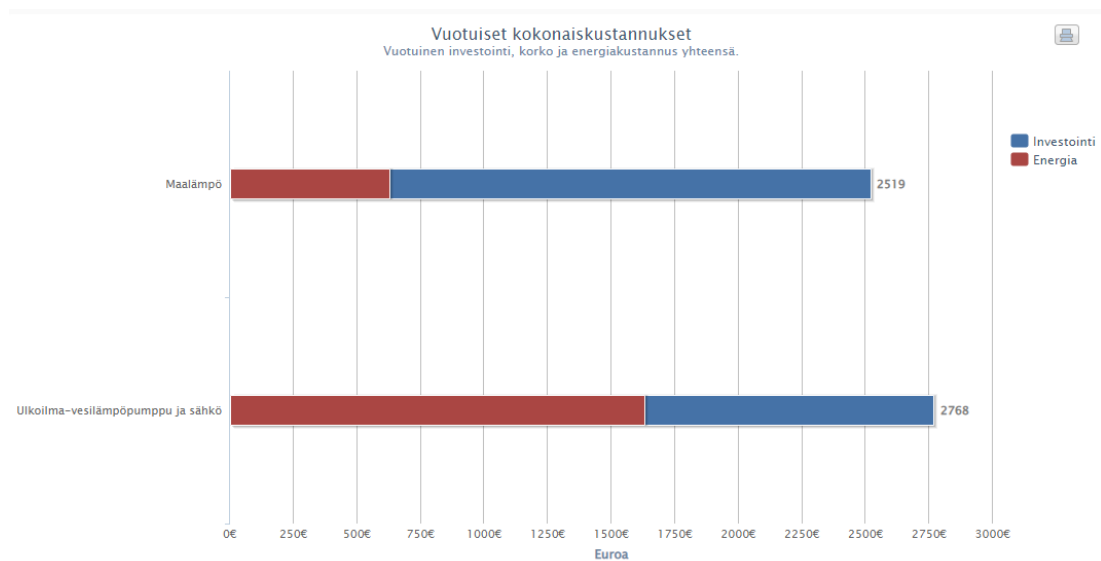
Investointikustannus: 20 000 €

SCOP: 2,9

Ilma-vesilämpöpumppu

Investointikustannus 12 000 €

SCOP: 2,8



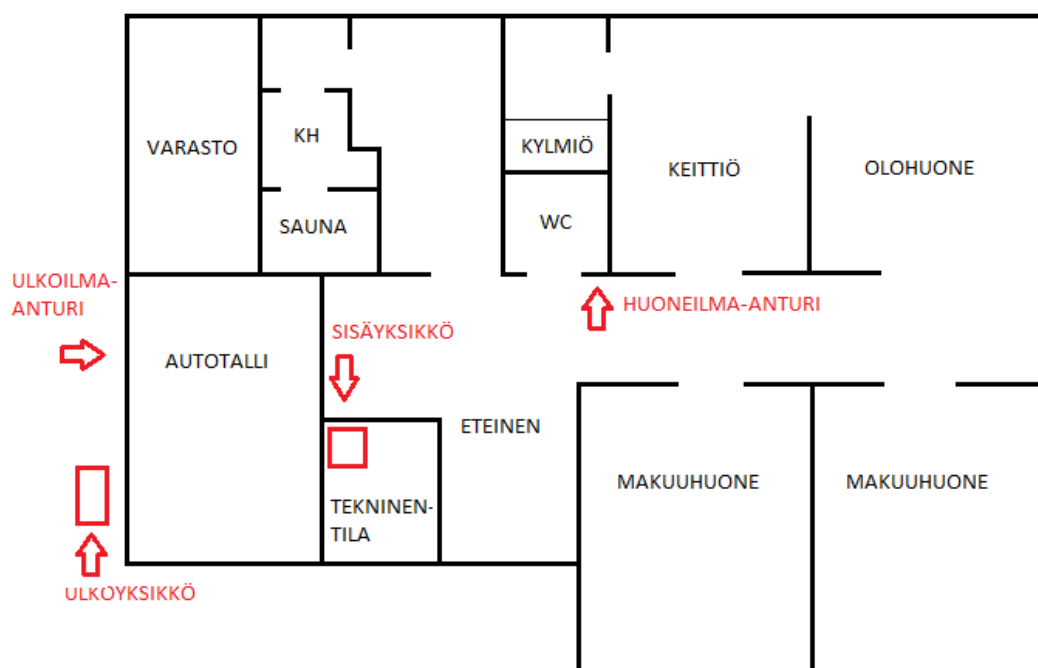
Kuva 11. Lämmitysmuotojen vertailulaskuri (Motivan www-sivut 2022).

Motivan tarjoaman laskentatyökalun avulla tehdyssä vertailussa maalämpöpumppu oli kokonaiskustannuksiltaan hieman ilma-vesilämpöpumppua halvempi ratkaisu. Korkojen noustessa ero tasaantuisi hieman, sähkönhinnan noustessa ero kasvaisi.

Tätä opinnäytetyötä kirjoittaessa energia ja korot nousivat valtavasti syksyksi 2022. Lokakuussa sähkön pörssihinta vaihteli 3-80 c/kWh välillä, ollen yöllä huomattavasti halvempaa kuin päivällä. Polttoöljy maksoi n. 2 €/l, myös lainakorot olivat nousussa, lokakuussa 12 kk euribor oli 2,7 %. Hintojen nousut muuttavat investoinnin kannattavuutta. Sähkön raju vuorokausikohtainen hinnanvaihtelu tulisi saada hyödynnettyä pörssisähkösopimuksen omaavassa kohteessa.

3 KOHDE

Kohteena oli Porin Impolassa sijaitseva vuonna 1973 valmistunut. Öljylämmitteinen ja ilmalämpöpumpulla varustettu 115 neliöinen omakotitalo, jossa lämmitettävää pinta-alaa oli noin 100 m². Lämmityspatterit ja putket oli uusittu 2000-luvun alkupuolella, joten niihin ei kohdistunut uusimistarvetta lämmitysmuodon vaihdon yhteydessä. Lisäksi kohteessa oli toteutettu pesuhuoneen remonti vuonna 2015, jolloin märkätiloihin oli asennettu sähköinen lattialämmitys. Lämmityskausina on kiinteistössä käytetty ilmalämpöpumppua öljylämmityksen tukena. Öljynkulutus ilmalämpöpumpun kanssa on ollut vuosittain noin 1200–1400 litraa. Öljylämmityksestä luopumisen yhteydessä, kiinteistöön uusittiin kaikki ulko-ovet, yhteensä 4kpl. Uusien ja paljon tiiviimpien ovien myötä lämmitysenergian tarpeen arvioitiin vuositasolla laskevan noin 500 kWh. Energiaremontin odotettiin laskevan kiinteistön käyttökustannuksia, mutta tätä oleellisempaa ajatuksena oli öljylämmityksestä luopumisen helpottavan kiinteistön mahdollista myyntiä lähitulevaisuudessa.



Kuva 12. Pohjakuva kiinteistöstä.

Ulkoyksikkö sekä ulkoilma-anturi sijoitettiin idän puoleiselle seinustalle. Ulkoilma-anturia varjostaa viereinen rakennus ja puusto, eikä aurinko näin ollen pääse vaikuttamaan lämpötilan mittaamiseen. Sisäpuolinen huoneilma-anturi asennettiin mittaamaan lämpötilaa keskeiselle paikalle kiinteistössä. Teknisen tilan ja autotallin osalta kohteen seinät oli muurattu tiilistä, muutoin talon ulko- ja väliseinät olivat puurunkoisia. Ulko- vuoraus oli toteutettu sekä tiili- että lautavuorauksella.

3.1 Energiatarpeen arviointi

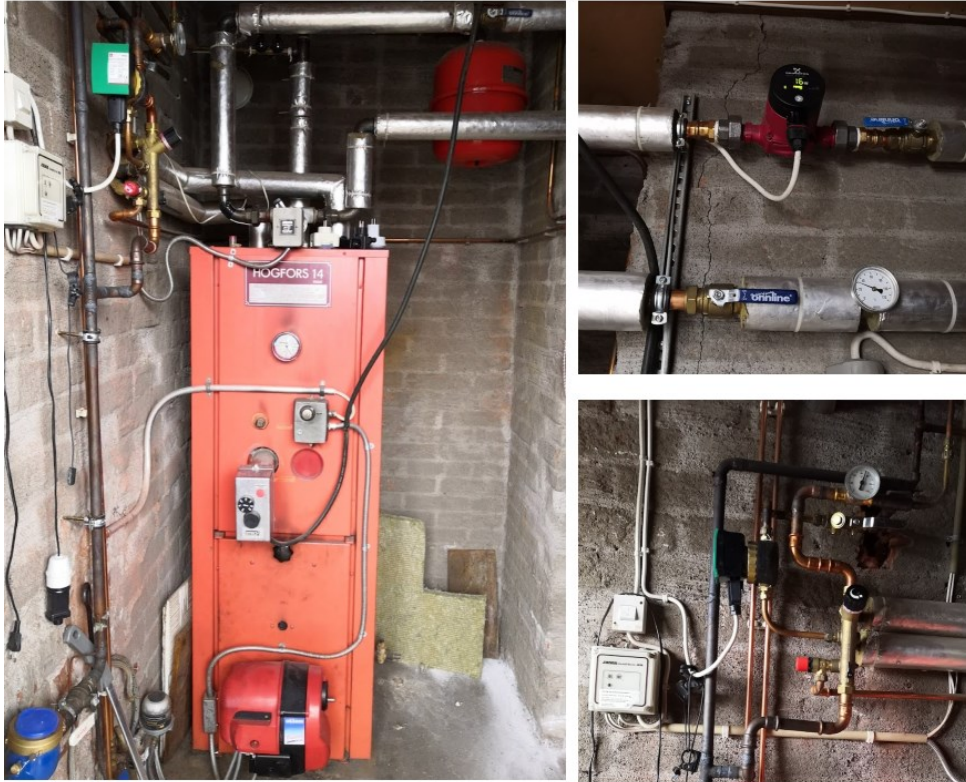
Ilmalämpöpumpun, sekä pesuhuoneen lattialämmityksen arviointiin tuottaneen lämmitysenergiaa vuositasolla 4000 kWh edestä. Vanhan öljykattilan hyötysuhteeksi arvioitiin 90 %, jolloin 1300 litraa lämmitysöljyä yhdessä ilmalämpöpumpun kanssa antoi lämmitysenergian tarpeeksi n. 15 700 kWh.

$$1300 \text{ l} \times 0,90 \times 10 \text{ kWh/l} + 4000 \text{ kWh} = 15 700 \text{ kWh}$$

Lämmitysöljyn energiasisältö on noin 10 kWh/litra, tai 11,8 kWh/kg. Vanhojen öljykattiloiden hyötysuhde on tyypillisesti noin 85-90% (öljylämmitys.fi www-sivut 2021).

Vuosikulutukseen vaikuttavia tekijöitä arvioitiin olevan muun muassa alkuperäiset, huonosti tiivistävät ovet, jotka tulitaisiin piakkoin vaihtamaan. Lisäksi rakennuksessa ei ollut astianpesukonetta käytössä, vaan tiskaaminen toteutettiin käsin kuuman käyttöveden avulla. Käsipesun on arvioitu kuluttavan lämmintä vettä ja näin ollen energiaa pesutavasta riippuen noin viisinkertaisesti astianpesukonetta enemmän (Kalevan www-sivut 2022).

3.2 Muutostyöt



Kuva 13. Vanha öljykattila ennen energiaremontin aloittamista, pitkään palvelleen Högfors 14 -öljykattilan nimellistehoksi ilmoitettiin 17-20 kW. Itse kattila oli alkupe-
räinen, putkistoja ja kiertovesipumppuja oli ajan mittaan uusittu.



Kuva 14. Ilma-vesilämpöpumppu ja puskurivaraaja asennettuna öljykattilan tilalle.

Urakka alkoi tutustumalla ilma-vesilämpöpumpun asennusohjeisiin, mukana tullessiin tarvikkeisiin ja lisävaatimuksiin. Jotta lämmityksen katkos saatiin pidettyä mahdollisimman lyhyenä, valmisteltiin IVLP:in asennustyöt niin pitkälle kuin mahdollista ennen vanhan öljykattilan purkua, jonka paikalle sisäyksikkö oli tulossa. Kun ulkoyksikkö oli asennettu paikoilleen, putket ja sähköjohdot vedetty ja kaikki tarvittavat asennusosat saatu tontille, purettiin öljykattila osineen pois lämmönjakohuoneesta.

Purkaminen oli nopeaa ja öljysäiliökin lähes tyhjillään. Vähäiset öljyt imettiin säiliöstä tyhjäksi ja kierrätettiin. Kun IVLP:n sisäyksikkö oli saatu asennettua paikoilleen ja kytkettyä, sillä oli mahdollista tuottaa lämpöä jo heti sähkövastuksien avulla, ennen loppujen asennustöiden valmistumista. Lopuksi tehtiin laitteen käyttöönotto ja asetettiin parametreihin arvot, joilla pyrittiin pääsemään mahdollisimman lähelle tavoiteltuja lämpötiloja. Parametrejä tulnaisiin muuttamaan asumiskokemuksen perusteella.

3.3 Investoinnin kannattavuus

Ilma-vesilämpöpumpun takaisinmaksuaika arvioitiin laskemalla järjestelmän hankintahinnan lisäksi asennuskulut ja vuosittaiset ostoenergian säästöt. Vuosittaisia elinkaarikustannuksia ei otettu laskennassa huomioon, koska vuosittaisten huoltokulujen arvioitiin olevan samansuuruisia vanhan öljylämmitysjärjestelmän ja ilma-vesilämpöpumpun välillä. Laskenta tehtiin vuoden 2020 energian hinnoilla, jotka olivat sähkön osalta 14 c/kWh ja öljyn osalta 1 € litra. 1300 litraa lämmitysöljyä sisältää noin 13 000 kWh energiaa. Öljylämmityksen 90 % hyötysuhteella lämmitysenergian kulutus 1300 litraa lämmitysöljyä tarkoittaisi n.11700 kWh energiamäärää. Lämpökertoimella COP3 oleva vesi-ilmalämpöpumppu tuottaisi saman lämmitysenergian määrän kuluttamalla noin 3900 kWh vuodessa.

Arviolaskennan perusteella vuosittaista säästöä laskettiin tulevan noin 750 € vuodessa, ilman korollista rahoitusta ilma-vesilämpöpumppu maksaisi näin ollen itsensä takaisin 16 vuodessa. Olettaen sähkön ja öljyn hinnan suhteen pysyvän samana, sekä IVLP:in käyttöiän olevan 20 vuotta, investointi voitiin todeta jotakuinkin kannattavaksi, koska tämän lisäksi kyseinen investointi tulisi nostamaan talon arvoa ja helpottamaan mahdollista myyntiä.

$1300 \text{ l} \times 0,90 \times 10 \text{ kWh/l} = 11\,700 \text{ kWh}$ lämmitysöljyn energiasisältö.

$11\,700 \text{ kWh} / 3 = 3\,900 \text{ kWh}$ COP 3 ilma-vesilämpöpumpun energiantarve.

$1300 \text{ l} \times 1 \text{ €/l} = 1300 \text{ €}$ öljylämmityksen vuosikustannukset.

$3\,900 \text{ kWh} \times 0,14 \text{ €/kWh} = 546 \text{ €}$ IVLP:in vuosittaiset ostoenergian kustannukset.

$1300 \text{ €} - 546 \text{ €} = 754 \text{ €}$ vuosittainen säästö ilma-vesilämpöpumpulla.

$12\,000 \text{ €} / 750 \text{ €/vuosi} = 16$ vuoden koroton takaisinmaksuaika.

Vertailun vuoksi, syksyn 2022 öljyn 2 € litrahinnalla lämmityskustannukset öljyllä olisivat olleet noin 2600 € vuodessa. Näin ollen aiempaan laskennalliseen säästöön pääsemiseksi vuositasolla, sähkö saisi maksaa maksimissaan noin 47 c/kWh. Mikäli sähkön hinta tulisi pysymään edellä mainittuna alhaisempana, ja lisäksi IVLP:in käymistä optimoitua vuorokauden halvemmille tunneille, niin olisi mahdollista päästä huomattavasti suurempiin säästöihin öljylämmitykseen nähden.

Öljyn 2 € litrahinnalla, saisi sähkö maksaa maksimissaan 47 c/kWh, jolla saavutettaisiin vähintään aiemmin arvioidut vuosittaiset säästöt:

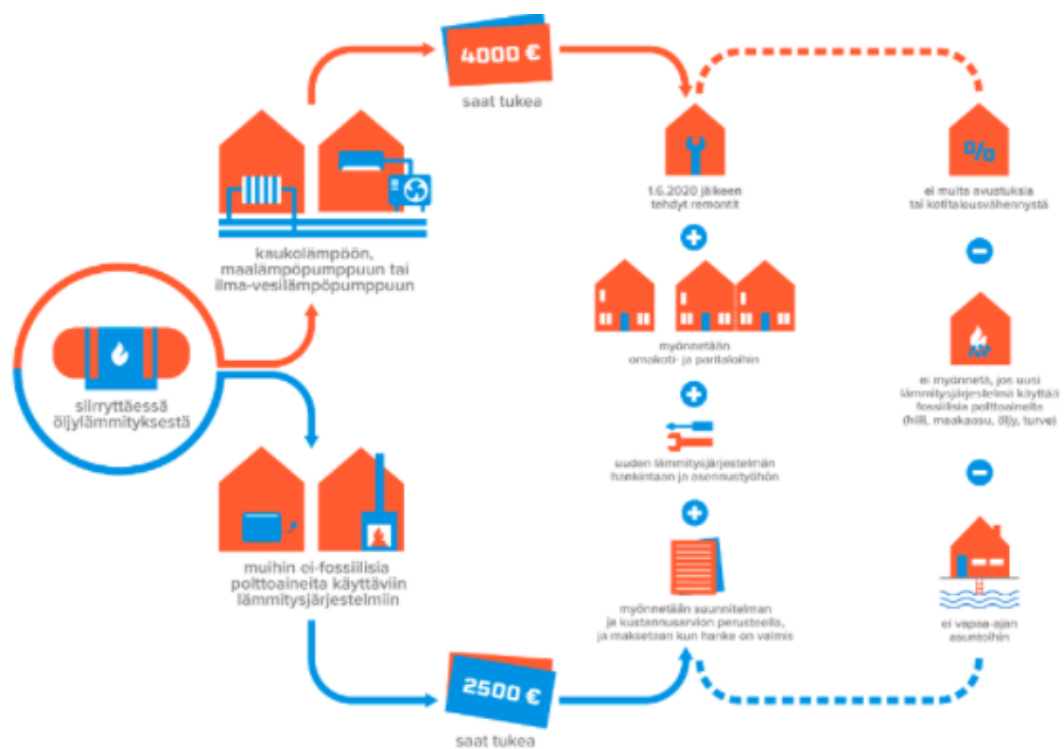
Sähkön maksimi hinta = $(2600\text{€} - 750\text{€}) / 3900\text{kWh} = 0,47 \text{ €/kWh}$

sähkö max. = lämmitys öljyllä 2 €/l – säästöt 16v takaisinmaksuaikaan / IVLP arvioitu sähköenergian tarve.

Mikäli ARA:n energiatuki lasketaan mukaan täydellä 4000 € summalla, lyhentäisi se vastaavilla vuosittaisilla säästöillä takaisinmaksuaikaa noin 5 vuotta.

3.4 Energiatuki

Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus myöntää valtionavustuksen Suomessa sijaitseviin, ympärivuotuisessa käytössä oleviin pientaloihin, joissa öljylämmitys korvataan muilla lämmitysmuodoilla. Tukea on ollut mahdollista saada kuluihin, jotka ovat syntyneet 1.6.2020 tai sen jälkeen. Avustusta on ollut mahdollista hakea vuosittain niin pitkään, kuin avustukseen osoitetut määrärahat riittävät. Määrärahoja oli varattu 29,5 miljoonaa euroa vuodelle 2020 ja yhteensä 65 miljoonaa euroa kestävä kasvun rahastosta vuodelle 2021. Avustuksen määrä vuonna 2021 oli 4000 €, kun öljylämmitys korvattaisiin kaukolämmöllä, ilma-vesilämpöpumpulla tai maalämpöpumpulla. Pienempi 2500 € avustus oli mahdollista hakea siirryttäessä muihin, ei fossiilisiin lämmitysjärjestelmiin.



Kuva 15. Energiatuen määrätyminen (ELY-keskuksen www-sivut 2021).

Energiatuen saamiseksi hakijan oli täytettävä hakemus toimenpidesuunnitelmineen ennen korjaustöiden aloittamista, sekä vastattava mahdollisiin täydennyspyyntöihin. Kun hakemus oli kokonaisuudessaan toimitettu ELY-keskukselle, korjaustoimenpiteet voitiin aloittaa, vaikka päätöstä tuen myöntämisestä ei ollut vielä tehty. Korjaustöiden

valmistuttua ja lopullisten kustannusten ollessa selvillä hakijan tuli toimittaa erillinen maksatushakemus liitteineen ELY-keskukselle. Koska alkuperäiseen hakemukseen oli tehty myönteinen päätös ja koska maksatushakemus täytti vaadittavat ehdot, energiatuki maksettiin hakijalle täysimääräisenä 4000 € kertakorvauksena.

Hakemuksessa selvitettiin muun muassa kiinteistön tyyppi ja omistajat, sekä miten ja minne vanha öljykattila ym. lämmitysöljyä sisältävät osat puretaan ja kierrätetään. Lisäksi hakemukseen laskettiin mahdollisimman tarkka arvio urakan kokonaiskustannuksista sekä toteuttamisen ajankohta.

3.5 Toiminnan seuranta

Kohteen energiaremontista on tätä kirjoittaessa kulunut noin puolitoista vuotta, jonka aikana kiinteistö on lämmennyt ilma-vesilämpöpumpulla öljykattilan sijasta. Laitteiston käyttöönotto sujui joulukuussa 2021 hyvin ja lämmitys saatiin säädettyä sopivaksi. Kuitenkin tammi- ja helmikuun sähkölaskun suuruus ihmetytti. Syy poikkeuksellisen suureen sähkölaskuun löytyi rikkoutuneesta piirikortista ilma-vesilämpöpumpun sisäyksikössä; vian aikana lämmitys pumpussa oli tuotettu pääsääntöisesti sähkövastuksen avulla. Vika oli alkanut todennäköisesti tammikuun loppupuolella ja huomattiin vasta suurista sähkölaskuista. Laitetoimittaja korjasi laitteen, kun vika oli paikannettu. Edellä mainitun sattumuksen takia ei laitteen toiminnan seuranta ja energiankulutusta voitu toteuttaa talven kylmemmiltä kuukausilta, eikä näin ollen myöskään vuosittaista vertailua toteutuneesta lämmityskulujen suuruudesta ilma-vesilämpöpumpun ja öljylämmityksen välillä.

Syksyllä 2022 kohteen määräaikainen sähkösopimus umpeutui ja tilalle oli tuolloin tarjolla vain tuntikohtaisesti hinnoiteltua pörssisähkösopimusta. Pörssisähkölle ominaista on suuret tuntikohtaiset sähkönhinnan vaihtelut, esimerkiksi lokakuussa 2022 sähkö maksoi päivisin noin 30-45 c/kWh ja halvimmillaan sähköä sai noin 2-10 sentin hintaan kello yhden ja aamu viiden välillä. Sähkölaskun pienentämiseksi, tuli IVLP ohjelmoida hyödyntämään pörssisähkön halvimpia ajanjaksoja.

Alkuperäisenä ajatuksena oli ohjelmoida laitteen viikkokellon avulla toiminnot yöaikaan, esimerkiksi käyttöveden lämmitys tulisi tapahtumaan öisin klo 2:00. Asiaa tutkiessa löytyi IVLP:stä Jäspin Smart Arice adaptation-toiminto, sisäänrakennettu pörssisähköohjaus optimoimaan laitteen toimintaa vuorokauden halvimmille tunneille. Laitte tuli tätä varten varustaa ethernet-yhteydellä. Muita fyysisiä muutoksia ei vaadittu ja pörssisähköohjauksen käyttöönotto oli melko yksinkertaista Jäspin verkkosivuilta löytyvien ohjeiden ansiosta.

4 YHTEENVETO

Vaikka öljylämmityksellä on vielä tänäkin päivänä hyviä puolia ja kannattajakuntaa, niin yleisemmin sitä on alettu vierastamaan ja pitämään kiinteistön arvoa alentavana lämmitysmuotona. Varmatoiminen ja hyvänkin hyötysuhteen omaava öljylämmitys koetaan epäekologiseksi ja kalliiksi käyttää. Kevyen polttoöljyn hintakehitys on esitetty liitteessä 5.

Opinnäytetyön kirjoittamisen aikana on energiasektorilla eletty poikkeuksellisia aikoja ja koettu ennennäkemätöntä vaihtelua hinnoissa. Covid-pandemia heikensi energian kysyntää, minkä seurauksena esimerkiksi öljyn hinta kävi ajoittain poikkeuksellisen alhaalla. Keväästä 2022 alkanut raju nousu energian hinnoissa on johtunut pääosin Venäjän ja Ukrainan välisestä sodasta, jonka vuoksi pakotteilla on pyritty vähentämään kaasu- ja öljytoimituksia Venäjältä Eurooppaan. Sähkön hintaa on lisäksi nostanut vihreä siirtymä ja päästöluvat. Viikkotasolla hinta on välillä ollut jopa kymmenkertainen edellisvuosiin verrattuna. Suuret päiväkohtaiset vaihtelut johtuvat myös oleellisesti suuresta tuulivoimakapasiteetista. Vaikka kaikki energiaa säästävät ratkaisut, lämpöpumput mukaan lukien ovat jo viime vuosinakin olleet kasvavassa suosiossa, niin vuoden 2022 energiakriisi nosti kysynnän tarjontaa suuremmalle tasolle. Osittain covid -pandemian aiheuttama komponenttipula yhdessä suuren kysynnän kanssa ovat pidentäneen useimpien pumppuvalmistajien toimitusaikoja jopa vuoden mittaisiksi.

Kiinteistöjen energiankulutusta säästävät ratkaisut ovat tulleet jäädäkseen ja ihmiset ovat jatkuvasti tietoisempia energiatehokkuudesta. Lämpöpumpuilla saadaan lämpökertoimen ansiosta tuotettua lämmitysenergiaa ottotehoa enemmän, suuremmista hankintakustannuksista huolimatta ovat eri lämpöpumppuratkaisut syrjäyttäneet aiemmin suosiossa olleen öljylämmityksen sekä sitä seuranneen sähkölämmityksen uusissa pienikiinteistöissä. Saneerauskohteisiin valtion energiatuki on merkittävä kannustin, varsinkin öljylämmityksestä luopumiseen. Pientalo-omistajille tarkoitettua energiataukea myönnettiin vuonna 2021 yhteensä 4,2 miljoonaa euroa, hyväksytyjen päätösten määrän ollessa 838 kpl (ARA:n selvitys 3/2022). Tämän työn tarkoituksena ei ollut tarkkaan laskea lämmitysjärjestelmän vaihdon euromääräistä kannattavuutta, tai hiilijalanjäljen muutosta. Kohonneiden energiakustannusten ja ARA:n täyden tuen myötä investointi voidaan kuitenkin todeta kannattaneeksi ja muutenkin onnistuneeksi valinnaksi.

LÄHTEET

Kalevan www-sivut. Käsinpesun energiankulutus. Viitattu 25.10.2022.

<https://www.kaleva.fi/kone-on-kasin-tiskaajaa-ekologisempi/2213717>

Tampereen Yliopiston verkkojulkaisu. Energiatehokkaan rakentamisen parhaat käytännön perusteet. Viitattu 5.9.2022. <http://docplayer.fi/2457670-Energiatehokkaan-rakentamisen-parhaat-kaytannot-perusteet.html>

Lämmitysenergia yhdistyksen www-sivut. Öljylämmityksen toiminta. Viitattu 5.5.2021. <https://oljylammitys.fi/>

Lämpöpartio www-sivut. Kevyen polttoöljyn hintakehitys. Viitattu 21.10.2022. <https://lampopartio.fi/blogi/lammituksen-hinta-ja-hintakehitys-oljy-kaasu-sahko-ja-kaukolampo/>

Motiva www-sivut. Lämmitys. Viitattu 16.5.2021. <https://www.motiva.fi/>

Motiva www-sivut. Lämmitystarveluku. Viitattu 25.8.2021. <https://www.motiva.fi/>

Nilan www-sivut. Lämpöpumput. Viitattu 11.5.2021. <https://www.nilan.fi/>

Suomela www-sivut. Lämpöpumpun toimintaperiaate. Viitattu 2.5.2021.

<https://www.suomela.fi/>

Thermia. Suuri lämpöpumppukirja 2018. Viitattu 19.10.2022.

Ylen www-sivut. Öljylämmitystalouksien määrä. Viitattu 8.5.2021. <https://yle.fi/>

Ympäristöministeriön www-sivut. Suomen rakennusmääräyskokoelma. Viitattu 5.9.2022. <https://ym.fi/rakentamismaaraykset>

Ympäristöministeriön julkaisu. Energiatehokkuus 2018. Viitattu 19.10.2022. https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiatodistusneuvonta/energiatodistusten_laati_jat/energiatodistusten_laskentaohjeet_2018

Kuva 1. Motiva www-sivut. Lämmitys. Viitattu 16.5.2021. <https://www.motiva.fi/>

Kuva 2. Ympäristöministeriön www-sivut. Ilmastoalueet ja mitoituslämpötilat. Viitattu 25.8.2021. <https://ym.fi/etusivu>

Kuva 3. Trotec.fi www-sivut. Lämpötehon tarpeen arviointi. Viitattu 30.8.2021. <https://fi.trotec.com/>

Kuva 5. Lämmitysenergian tarvelaskuri (Mika Jumunen www-sivut 2022). Viitattu 15.9.2022. <https://mikamujunen.com/rakennuksen-energian-ja-tehon-tarvelaskuri/>

Kuva 6. Lämmitysenergia yhdistyksen www-sivut. Viitattu 5.5.2021. <https://oljylammitys.fi/>

Kuva 7. Blogspot www-sivut. Viitattu 24.9.2021. <https://rkntkn.blogspot.com/2018/12/kuinka-lampopumppu-toimii.html>

Kuva 8. Faasimuutokset. Viitattu 5.8.2021. <https://www.swep.net/refrigerant-handbook/1.-basic-heat-transfer/>

Kuva 9. Log p,h -tilapiirros. Viitattu 5.8.2021. <https://www.swep.net/refrigerant-handbook/appendix/appendix-b/>

Kuva 10. IVLP:in toimintaperiaate. Viitattu 23.9.2021. <https://www.scanoffice.fi/>

Kuva 11. Lämmitysmuotojen vertailulaskuri. Viitattu 4.10.2022. <https://lammitysvertailu.eneuvonta.fi/>

Kuva 15. ELY-keskuksen www-sivut. Energia-avustus. Viitattu 30.8.2021. <https://www.ely-keskus.fi/>

Taulukko 1. Tampereen Yliopiston verkkojulkaisu. Energiatehokkaan rakentamisen parhaat käytännön perusteet. Viitattu 5.9.2022. <http://docplayer.fi/2457670-Energiatehokkaan-rakentamisen-parhaat-kaytannot-perusteet.html>

Liite 1. Rakenteiden ohjeellisia U-arvoja. ST-kortisto ST 55.01 s.8

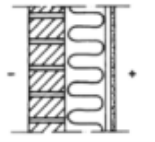
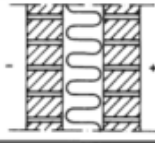
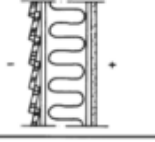
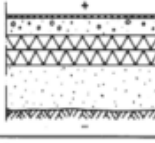
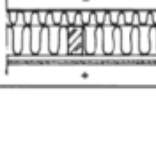
Liite 2. Energiakulutuksen laskennan lähtöarvot. ST-kortisto ST 55.01 s.9

Liite 3. Esimerkkilaskelma lämmitysenergian kulutuksesta. ST-kortisto ST 55.01 s.10

Liite 4. Jäspi Smart Price Adaptation -toiminnan käyttöönotto.

Liite 5. Kevyen polttoöljyn hintakehitys. Lämpöpartio www-sivut 2022.

LIITE 1 Rakenteiden ohjeellisia U-arvoja

Eristepaksuus min, villa tai styrox	k-arvo W/m ² K		Seinärakenteet – tiili – ilmarako – tuulensuoja – min. villa – höyrysulku – sisäverhous
100 mm 125 mm 150 mm 200 mm 250 mm	0,42 0,33 0,30 0,24 0,18		– normaalitiili – min.villa – normaalitiili
100 mm 125 mm 150 mm 200 mm 250 mm 300 mm	0,42 0,33 0,30 0,24 0,18 0,16		– lautaverhous – ilmarako – tuulensuoja – min. villa – höyrysulku – sisäverhous
50 mm koko alue 100 mm koko alue reunat 150 mm muu 100 mm 150 mm koko alue	0,36 0,25 0,23 0,19		Lattiarakenne – pinnoite – betoni – höyrysulku – styrox tai kova villa – sora – maa
200 mm 250 mm 300 mm 350 mm 400 mm	0,22 0,18 0,15 0,13 0,11		Kattorakenne – eriste – höyrysulku – sisäverhous

Ikkunat ja ovet

Rakenne	Keskimääräinen U-arvo
3-kertainen erillislasi	1,85
3-kertainen umpiolasi	2,00
2x2-kertainen umpiolasi	1,45
2-kertainen selektiivilasi + 1-kertainen erillislasi	1,20
Lämpöeristämätön umpiovi	1,0
Lämpöeristetty umpiovi	0,7

Taulukko A. Kuukausitason keskilämpötilat ja kuukauden pituus.

	Ulkoilman keskilämpötila, T_u, °C				Ajanjakson pituus Δt [h]
	Helsinki	Jokioinen	Jyväskylä	Sodankylä	
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	
Kuukausi					
Tammikuu	-8,53	-9,16	-10,60	-18,30	744
Helmikuu	-9,75	-10,40	-12,20	-14,90	672
Maaliskuu	-1,68	-1,80	-2,58	-7,03	744
Huhtikuu	1,80	1,68	0,20	-3,62	720
Toukokuu	10,80	10,50	10,30	5,79	744
Kesäkuu	16,00	15,50	14,90	12,20	720
Heinäkuu	14,70	14,20	15,00	14,70	744
Elokuu	16,00	15,20	14,80	12,60	744
Syyskuu	9,69	9,08	7,97	6,25	720
Lokakuu	3,95	3,37	1,73	-3,10	744
Marraskuu	1,42	0,81	-0,59	-5,44	720
Joulukuu	-3,85	-5,25	-6,90	-9,97	744
Koko vuosi	4,29	3,72	2,76	.0,81	8760

Taulukko B. Maavaraisen alapohjan keskilämpötilat.

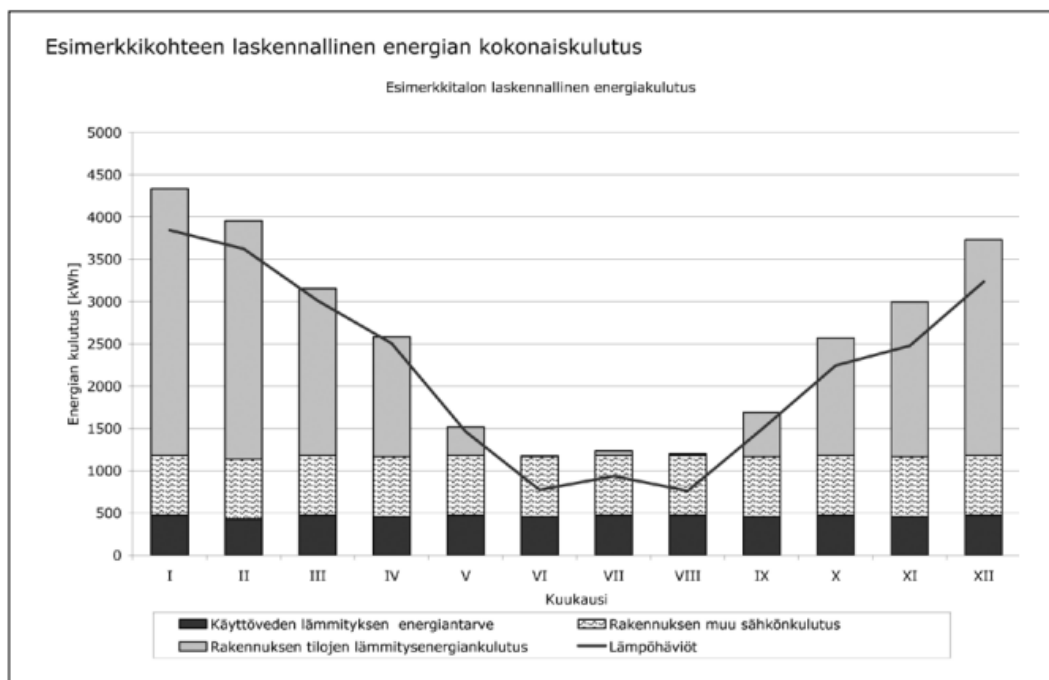
	Alapohjan alapuolisen maan kuukauden keskilämpötila, $T_{u,maar}$, °C			
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>
Tammikuu	9,29	8,72	7,76	5,81
Helmikuu	8,29	7,72	6,76	4,81
Maaliskuu	7,29	6,72	5,76	3,81
Huhtikuu	6,29	5,72	4,76	2,81
Toukokuu	6,29	5,72	4,76	2,81
Kesäkuu	7,29	6,72	5,76	3,81
Heinäkuu	9,29	8,72	7,76	5,81
Elokuu	10,29	9,72	8,76	6,81
Syyskuu	11,29	10,72	9,76	7,81
Lokakuu	12,29	11,72	10,76	8,81
Marraskuu	12,29	11,72	10,76	8,81
Joulukuu	11,29	10,72	9,76	7,81

Esimerkkilaskelma lämmitysenergian kulutuksesta.

Ominaislämpöhäviöt

$H_{\text{joht,lattia}}$	16,85 W/K
$H_{\text{joht,seinä}}$	41,46 W/K
$H_{\text{joht,katto}}$	13,89 W/K
$H_{\text{joht,ikkuna}}$	36,69 W/K
$H_{\text{joht,ovi}}$	10,88 W/K
$H_{\text{joht,yht}}$	102,9 W/K
H_{iv}	42,15 W/K
$H_{\text{vuotoilma}}$	23,28 W/K

			Tammikuu	Helmikuu	Maaliskuu	Huhtikuu	Toukokuu	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu	Lokakuu	Marraskuu	Joulukuu	Kokovuosi
Ajanjakson pituus	Δt	h	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744	8760
Ulkoilman keskilämpötila	T_{u}	°C	-8,53	-9,75	-1,68	1,80	10,80	16,00	14,70	16,00	9,69	3,95	1,42	-3,85	
Maan lämpötila	T_{maa}	°C	9,29	8,29	7,29	6,29	6,29	7,29	9,29	10,29	11,29	12,29	12,29	11,29	
Sisälämpötila	T_{s}	°C	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
Lämmitysenergian tarve															
Lattian läpi johtuva lämpöenergia		kWh	147	144	172	178	184	166	147	134	118	109	106	122	1727
Rakenteiden (-lattia) läpi johtuva lämpöenergia		kWh	2261	2127	1737	1423	781	371	482	383	838	1306	1451	1903	15062
Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia		kWh	926	871	711	583	320	152	198	157	343	535	594	779	6168
Vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia		kWh	511	481	393	322	177	84	109	87	190	295	328	430	3406
Rakennuksen tilojen lämmitysenergiankulutus kWh			3845	3623	3012	2506	1462	772	936	761	1489	2245	2479	3234	26363



TDI

Jäspi ja Jämä lämpöpumppujen pörssisähköohjaus

Jäspi ja Jämä lämpöpumput voidaan asettaa seuraamaan pörssisähkön hintaa *Smart Price Adaption*-toiminnolla. Toiminto säätelee lämpöpumpun kulutusta halvimpien tuntien ajalle. Hyödyntääkseen halvimpien tuntien hintaa, pitää käyttäjän tehdä tuntihinta-sopimus sähkön myyjän kanssa.

Hinnat ladataan *MyUpway*-palvelun kautta. Toiminnon käyttö vaatii internet-yhteyden sekä *MyUpway* käyttäjätilin.

Vaikutuskertoimella käyttäjä voi määrittää miten paljon toiminto säätelee asetustilastoja.

Toiminto otetaan käyttöön seuraavasti:

Mene aloitusvalikossa *Min Laitteisto*-valikkoon.



Valitse *Smart Price adaption*.

Valitse aktivoitu, niin pääset säätämään asetuksia.



Technical Direct Information
PDM # D119696

KAUKORA OY

HUOM!

Alueeksi on valittava FI, jotta ohjelmisto osaa hakea oikeat hintatiedot.

Sähkönhinta kohdasta voi käydä tarkistamassa, että hintatiedot tulevat laitteeseen *MyUpway*-palvelun kautta.

Tämän jälkeen valitaan vaikutusalueet. Esim. huonelämpötila ja käyttövesi. Vaikutusasteella voidaan määrittää, kuinka paljon toiminnolla vaikutetaan lämpötiloihin hinnan mukaan. Tämä asetus pitää hakea kokeilemalla kiinteistöön sopivaksi.

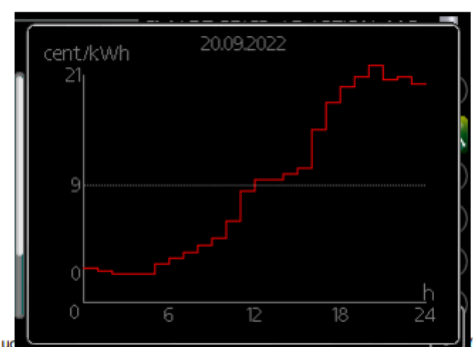


Huoltovalikossa 5.1.1 säädetään eri käyttövesi tilojen asetuslämpötilat sopiviksi. Viereisessä kuvassa hyvät lähtöarvot.

Esimerkiksi, halpojen tuntien aikaan laite siirtyy *luxus*-tilaan ja lämmittää käyttöveden kuumemmaksi. Liian ylös ei kannata *luxus*-tilan lämpötiloja nostaa, koska silloin lämmityksen aikana aktivoituu myös sähkövastus, kun kompressorin lämpötilarajat ylittyvät.



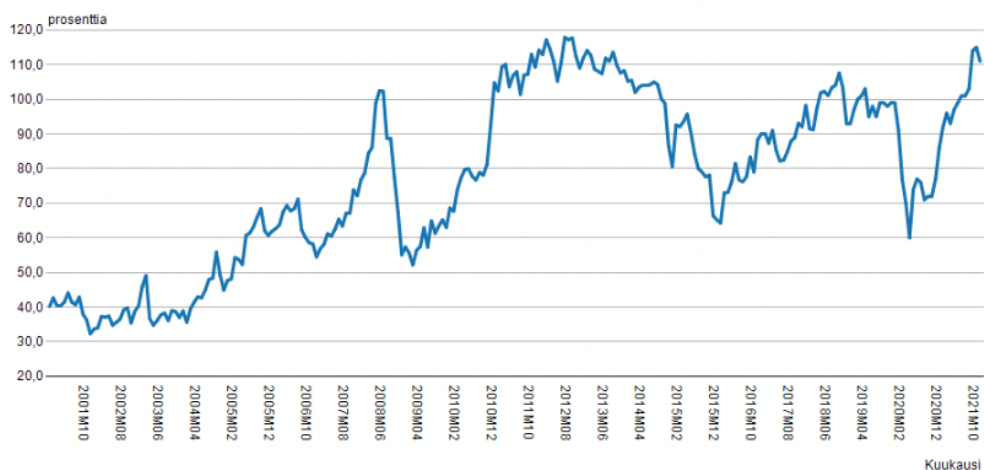
Kuvassa sähkönhinta haettuna *MyUpway*-palvelusta.



20.9.2022

Luce 2)

Kevyen polttoöljyn hintakehitys 2001-2021



Kuva: Kevyt polttoöljy, lämmityksen hinta ja hintakehitys 2001-2021. Kuluttajahinnat (sis.alv.). Tilastokeskus.

Öljylämmityksen hinta ja muutos:

(summat sisältävät alv.:n)

- Vuonna 2001 kevyen polttoöljyn kuluttajahinta oli 40,08 snt/l
- Vuonna 2021 hinta oli 100,67 snt/l
- Nousua vuodesta 2001-2021 oli siis 60,59 snt/l
- **Kevyen polttoöljyn hinta nousi vuosien 2001-2021 aikana 151%**