

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotantotekniikka ja kunnossapito

Kimmo Petriläinen

Ilmalämpöpumppu

Opinnäytetyö 2016

Tiivistelmä

Kimmo Petriläinen

Ilmalämpöpumppu 24 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyö 2016

Ohjaaja: Koulutuspäällikkö Jukka Nisonen, Saimaan ammattikorkeakoulu

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ilmalämpöpumppua, koska yhä useampi suomalainen käyttää uusiutuvaa energiaa. Työssä tutustutaan ilmalämpöpumppujen toimintaan ja teknisiin vaatimuksiin. Tarkoitus oli miettiä, onko ilmalämpöpumpun hankinta järkevää. Ilmalämpöpumpun toiminta perustuu Carnot`n periaatteeseen, joten tarkoitus oli tutkia tarkemmin myös sitä. Myös ilmalämpöpumppuun liittyvät sähköasennukset olivat tarkastelun kohteena, sillä aihe kiinnosti minua sähköasentajan ammattini vuoksi.

Asiasanat: Carnot`n periaate, ilmalämpöpumpun toiminta ja asennus, ilmalämpöpumppu, ilmalämpöpumpun hankinta.

Abstract

Kimmo Petriläinen

Air-to-air heat pump 24 pages

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree Programme in Mechanical Engineering

Bachelor's Thesis 2014

Instructor: Mr. Jukka Nisonen, Saimaa University of Applied Sciences

The purpose of the thesis was to analyse previous project air-to-air heat pump, because so many Finnish people use of renewable energy. In this thesis the function and set up technical requirements about air-source heat pumps are studied. The intention was to think about whether or not the heat pump buying makes sense. Air-to-air heat pump is based on the principle of Carnot's. I would to explore it more details. I examine also air-to-air heat pump electrical installations. I am electrician so the subject interested me.

Keywords: The principle of the Carnot's, air-to-air heat pump operation and installation, air-to-air heat pump, air-to-air heat pump purchasing.

Sisällys

1	Johdanto	5
2	Carnot`n periaate	5
3	Käänteinen Carnot`n-prosessi.....	5
4	Lämpöpumpputekniikka	8
	4.1 Ilmalämpö.....	8
	4.2 Ilmalämpöpumppu	9
5	Ilmalämpöpumpun komponentit	9
6	Ilmalämpöpumpun tärkeimmät arvot	11
	6.1 COP-arvon määrittäminen	11
	6.2 SCOP	12
	6.3 EER-kerroin	12
	6.4 SEER.....	13
7	Laitteen sijoitus	13
8	Ilmalämpöpumpun kylmäaineet.....	14
9	HFC-kylmäaineet	14
10	Sähkönsyöttö ja asennus	15
11	Sähkönsyöttö vanhoissa rakennuksissa.....	16
12	Lämpöpumpun testaus.....	18
	12.1 Ilmalämpöpumppujen tiiveyskoe	18
	12.2 Putkiston tyhjiöinti	18
13	Lämpöpumpun huolto	18
14	Takaisinmaksuaika	19
15	Takaisinmaksuarvion laskelma	21
16	Ilmalämpöpumppujen määrä Suomessa	22
17	Opinnäytetyön onnistuminen.....	22
	Kuvat.....	23
	Lähteet	24

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia, mikä ilmalämpöpumppu oikein on ja miten se toimii. Perusideahan on yksinkertaisen nerokas: laite ottaa energiaa, jota on varastoituneena ilmaan, ja muuttaa sen lämmitysenergiaksi. Idean opinnäytetyön aiheeseen sain Saimaan ammattikorkeakoulun koulutuspäälliköltä Jukka Nisoselta, joka toimii myös ohjaavana opettajana tässä työssä. Kerron ensin teoriaa Carnot'n periaatteesta. Tämän jälkeen kerron ilmalämpöpumpun toimintaperiaatteesta, ilmalämpöpumpun komponenteista, kylmäaineista, sähkönsyötöstä, asennuksesta, huollosta, cop-arvosta sekä siitä, onko ilmalämpöpumppu taloudellisesti kannattavaa asentaa pientaloon. Lopuksi pohdin tämän työn onnistumista.

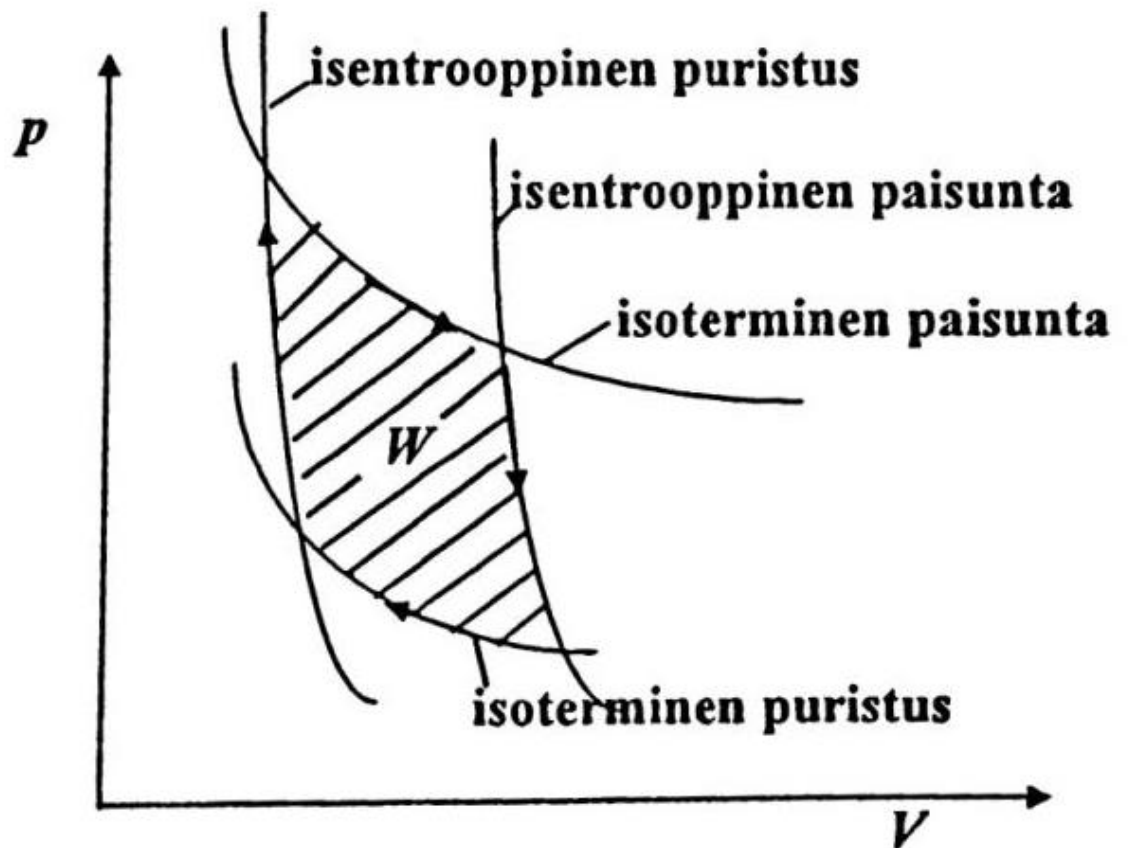
2 Carnot'n periaate

Ranskalainen Sadi Carnot (1796–1832) kehitti teorian, jonka mukaan lämpötilaerojen läsnä ollessa lämpöä voidaan muuttaa työksi. Carnot'n prosessi toimii myös toiseen suuntaan. Ulkopuolisen työn avulla siirretään energiaa alemmasta lämpötilasta ylempään. Termodynamiikan 2. pääsääntö, Carnot'n kone ja lämpöpumppu oli näin keksitty. Kaikki kappaleet, joiden lämpötila on absoluuttisen 0-pisteen yläpuolella, sisältävät lämpöä. Lämpöpumppu, joka sitoo lämpöä ulkoilmasta ja luovuttaa lämpöä sisäilmaan kutsutaan ulkoilmalämpöpumpuksi. (1)

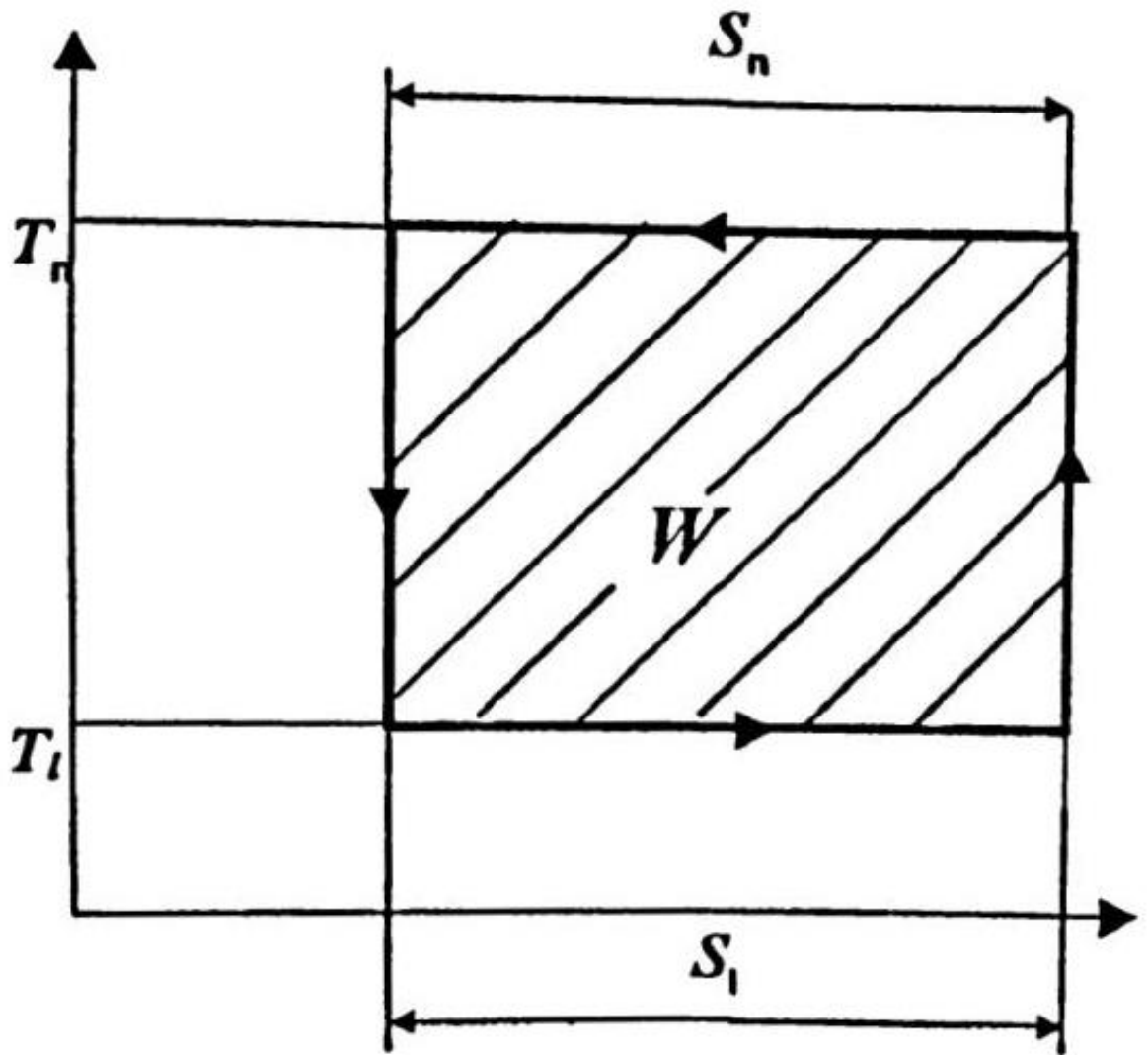
3 Käänteinen Carnot-prosessi

Luonnollisesti lämpötila siirtyy aina ylemmästä lämpötilasta alempaan lämpötilaan. Esimerkiksi talvella lämpöenergiavirta kulkee huonetilasta seinän läpi ulos. Käyttämällä ulkoista energiaa voidaan lämpöenergiaa siirtää alemmasta lämpötilasta ylempään. Lämpöpumpulla, joka toimii käänteisellä Carnot'n prosessilla, saadaan siirrettyä suurin mahdollinen lämpöenergian määrä verrattuna prosessiin vietyyn mekaaniseen työhön W jollakin lämpötilavälillä (=lämmönnielun lämpötila-lämmönlähteen lämpötila). Käänteisessä Carnot'n prosessissa lämpö siirtyy ilman lämpötilaeroa työaineesta lämmönnieluun isotermisen puristuksen aikana. Vastaavasti lämmönlähteestä siirtyy energiaa työaineeseen isotermisen paisunnan aikana.

Puristus ja paisunta ovat isentrooppisia eli puristukseen käytetty työ palautuu kokonaan paisunnan aikana. Kun tämä prosessi piirretään pV-tasoon, huomataan, että siihen muodostuu Carnot'n kiertoprosessia kuvaava sulkeutuva kuvio. (kuvat 1 ja 2).



Kuva 1. Carnot-prosessi pV-tasossa [2, s. 22].



Kuva 2. Käänteinen Carnot`n-prosessi TS-tasossa [2, s. 82].

Carnot`n periaatteella toimivaa lämpöpumppua käytetään ainoastaan vertailuprosessina, koska sitä ei pystytä rakentamaan. Prosessin avulla voidaan vertailla käytännön sovelluksia ja suunnitelmia, joilla pyritään parempiin lämpökertoimen arvoihin. (1; 2)

4 Lämpöpumpputekniikka

Lämpöpumppujen toiminta perustuu laitteessa kiertävän kylmäaineen faasimuutokseen eli höyrystymiseen ja lauhtumiseen. Höyrystyessään kylmäaine sitoo itseensä lämpöä ympäristöstä ja lauhtuessaan vapauttaa lämmön haluttuun kohteeseen. Lämpöpumpun tärkeimmät osat ovat kaksi lämmönsiirrintä, paisuntaventtiili ja kompressori. Todellisen lämpöpumpun toiminta perustuu kylmäaineen kiertoon kahden putkilla yhdistetyn eri tiloissa olevien lämmönsiirtimien eli höyrystimen ja lauhtuttimen välillä. Kompressorin ja paisuntaventtiilin avulla kylmäaineen lämpötila saadaan höyrystimen puolella pienennettyä ympäristön lämpötilaa alhaisemmaksi ja lauhtuttimen puolella taas kasvatettua ympäristön lämpötilaa korkeammaksi. Ilmalämpöpumput ovat yksinkertaisia ja halvimpia lämpöpumppuja. Niiden lämmityskyky heikkenee lämpötilan jäätyessä ja loppuu kokonaan pakkasen kiristyttyä riittävästi. Tämän takia ne eivät sovellu Suomen oloissa muutoin kuin lämmitysjärjestelmän rinnalle pienentämään energiankulutusta. Ne vähentävät energiankulutusta parhaiten nollakeleillä ja parhaat laitteet pystyvät tuottamaan lämpöä jopa 30 asteen pakkasessa. Ilmalämpöpumpun lämmöntuotantokyky on kuitenkin ristiriidassa rakennuksen lämmöntarpeen kanssa kovilla pakkasilla: kun lämpöenergiaa tarvittaisiin eniten, ilmalämpöpumppu ei sitä pysty tuottamaan. Sen teho harvemmin riittää päälämmittäjäksi. Kansallisen energia- ja ilmastostrategian mukaan uusiutuvan energian osuus nousee 38 prosenttiin ja öljyn osuus putoaa alle 17 prosenttiin kokonaiskulutuksesta vuoteen 2020 mennessä. Se tarkoittaa käytännössä öljylämmityksestä luopumista. (1; 3)

4.1 Ilmalämpö

Ilma saa lämpönsä suoraan tai välillisesti auringon säteilystä. Auringon lämpöä varautuu jatkuvasti maahan, ilmaan ja veteen. Ilmaan varautunutta uusiutuvaa energiaa voidaan hyödyntää kodin lämmittämiseen ilmalämpöpumpulla. Ilmalämpö on siis jatkuvasti uusiutuvaa energiaa edullisilla investointikustannuksilla.

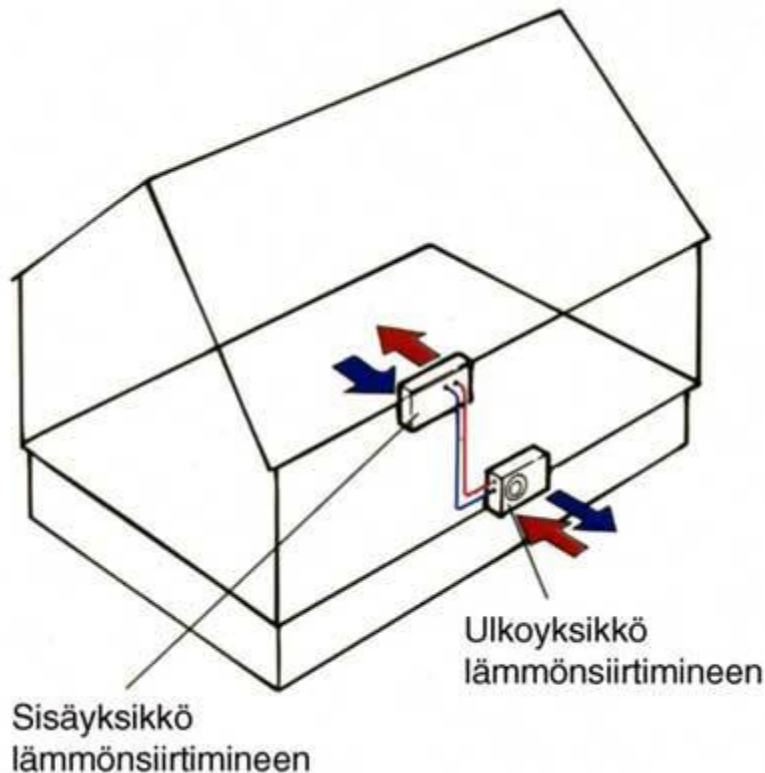
4.2 Ilma-ilmalämpöpumppu

Ilmalämpöpumput käyttävät lämmönlähteenään ulkoilmaa tai ilmanvaihdon poistoilmaa ja ne luovuttavat lämmitysenergian joko suoraan huoneilmaan tai vesikiertoiseen lämmönjakojärjestelmään. Ilmalämpöpumput ovat lämpöpumpuista yksinkertaisimpia ja edullisimpia. Ilmalämpöpumppu on hankintakustannuksiltaan alhaisempi kuin esimerkiksi maalämpöpumppu. Ilmalämpöpumppu alentaa lämmityskustannuksia parhaiten silloin, kun ulkolämpötila on enemmän kuin -10 °C. Lämmitystoiminnon aikana sisäyksikössä ja siihen johtavassa kylmäputkistossa on painetta jopa 4 MPa ja kuumakaasun lämpötila n. 50 °C, joten mikäli laite jostain syystä rikkoutuu, voivat seuraukset olla vakavia. (4; 5)

5 Ilma-ilmalämpöpumpun komponentit

Ilma-ilmalämpöpumpussa lämpö otetaan suoraan ulkoilmasta ja luovutetaan huoneilmaan. Ilmalämpöpumppu, joka käyttää lämmönlähteenään ulkoilmaa, koostuu kahdesta osasta: sisäyksiköstä ja ulkoyksiköstä. Ulkoyksikkö sisältää höyrystimen, kompressorin, puhaltimen ja automatiikan ohjauslaitteita. Kuvassa 3 on ilma-ilmalämpöpumpun ulkoyksikkö asennettuna rakennuksen ulkoseinälle. Höyrystynyt kylmäaine johdetaan seinän läpi kulkevan putken kautta sisäyksikön lauhduttimeen. Sisäyksikössä on lauhdutin, josta lämpö siirtyy huonetiloihin. Sekä höyrystimessä että lauhduttimessa on puhaltimet, jotka kierrättävät ilmaa lämmönvaihdinten läpi tehostaen lämmönsiirtoa. Ulkoilmaa jäähdytettäessä ilmasta huurtuu kosteutta höyrystimen pinnoille. Huurre on poistettava sulattamalla, koska se haittaa lämmön siirtymistä ja ilman virtausta. Ilma-ilmalämpöpumppu saadaan toimimaan myös jäähdytyslaitteena kääntämällä lämpöpumppuprosessi vastakkaiseen suuntaan. Tällöin sisäpatteri jäähdyttää huoneilmaa ja lämpö poistuu ulkoilmaan ulkoyksiköstä. Yksiköiden välillä olevat kylmäaineputket tulisi eristää ja koteloida, jotta lämpöhäviöt saataisiin minimoitua. Ilmalämpöpumppuun kuuluvat lisäksi yksiköiden väliset ohjaus- ja sähkönsyöttökaapeli. Sisäyksikkö varustetaan myös jäähdytyksen aikaisen kondenssin poistoletkulla, joka johdetaan ulos tai viemäriin. Sisäyksikössä on puhallin ja lauhdutin, joka luovuttaa lämmön

huonetilassa kierrätettävään ilmaan. Ulkoyksikössä on puhallin, kompressori, paisuntaventtiili sekä höyrystin, jonka lävitse ulkoilma kierrätetään. (6)



Kuva3.

Rakennuksen ilma-ilmalämpöpumpputjärjestelmä, jossa on yksi sisä- ja ulkoyksikkö. (7)

Ilmalämpöpumpuissa voi olla yhtä ulkoyksikköä kohden kaksi tai useampia sisäyksiköitä. Tällöin ulkoyksikön täytyy olla tavanomaista suurempi. Pumppu tulee säätää toimimaan yhdessä muun lämmitysjärjestelmän kanssa tuottaen mahdollisimman suuren osan lämmöstä. Esimerkiksi sähköpatterien termostaatit tulee säätää kytkemään lämmitys päälle alemmassa lämpötilassa kuin ilmalämpöpumppu. Ilmalämpöpumppu voi olla pitkän aikaa käyttämättömänä, eikä laitteelle aiheudu siitä vahinkoa. Kuitenkin laite on hyvä puhdistaa ennen käyttöönottoa. Motivan mukaan suoralla sähköllä lämmitettävään rakennukseen sopii hyvin ilma-ilmalämpöpumppu. Pumppu pienentää lämmityskustannuksia 30 - 40 %. (3; 4; 8; 9)

6 Ilmalämpöpumppujen tärkeimmät arvot

6.1 COP-arvo

COP-arvo voidaan määrittää ilmalämpöpumpulle tuotetun tehon (Wattia) ja kulutetun tehon (Wattia) avulla. Tämä arvo kertoo ilmalämpöpumpun hyvyysarvon (COP)-arvon tietyllä lämpötilalla. Ilmalämpöpumpun hankinnassa kannattaa yleisesti tarkastella COP-arvon lisäksi myös muita laitteen ominaisuuksia, kuten laitteen soveltuvuutta talvikäyttöön ja jäähdytykseen. Ilmalämpöpumpun hankinnassa kuitenkin kannattaa ensin miettiä tarvitseeko todella laitetta ja mihin tarkoitukseen laitetta haluaa käyttää enemmän. Mikäli kiinteistössä on jokin muu lämmitys, kuin suora sähkölämmitys niin, takaisinmaksuaika pitenee ja säästökustannukset pienenevät. COP-arvon määrittäessä suurimpia tuloksiin vaikuttavia tekijöitä ovat ilmanpaine, ilman tiheys sekä lämpötila-arvot. Mikäli ilmantiheys laskee, laskee samassa suhteessa myös määritettävä COP-arvo ja vastaavasti päinvastoin. Mittauksissa havaittiin COP-arvon muutokseen vaikuttavan myös ilmalämpöpumpun puhaltama sisäyksikön ilmamäärä. Mikäli ilmamäärä on huomattavasti alempi kuin laitevalmistajan ilmoittama arvo, ei COP-arvoa voida saavuttaa kovin helposti. (9)

Laitevalmistajien ilmoittamat COP-arvot ovat yleensä laboratoriotesteissä todettuja arvoja, joten niihin kannattaa suhtautua varauksella. Laitevalmistajat ilmoittavat COP-arvon yleensä +7 °C lämpötilassa, mikä on korkein standardissa SFS-EN 14511 määritelty COP-testausarvo. Tässä lämpötilassa saadaan yleensä suurin COP-arvo. Mikäli halutaan tarkempaa tietoa ilmalämpöpumpun käyttäytymisestä muissa lämpötiloissa, tulisi laitevalmistajien ilmoittaa COP-arvot myös muissa standardin määrittelemissä lämpötilakohdissa. Hyvä COP-arvo ei kerro vielä laitteen todellisesta suorituskyvystä mitään, sillä hyvän korkean lämpötilan COP-arvon omaava laite saattaa toimia huonosti pakkasella. Pakkasten kiristyessä COP lähenee ykköstä, jolloin laite ei enää säästä energiaa ja kannattaa kytkeä pois päältä.

Jotta laitteita voisi verrata, tulisi katsoa eri ulkolämpötiloissa mitattuja arvoja. COP-arvo vaikuttaa suoraan saavutettuihin säästöihin, jolloin suurempi COP-arvo tuottaa suuremmat säästöt. Mikäli lämmityskauden COP-arvo on korkea, saadaan suuremmat säästöt. On suositeltavaa vertailla -20...0 °C:n ulkolämpötiloissa mitattuja suoritusarvoja osa- ja täystehoilla sekä ääniarvoja näissä tilanteissa (COP, dB). (9)

Tärkeintä on mitoittaa ilmalämpöpumppu talon tehontarpeen mukaan eikä pelkästään COP-arvon perusteella. Jäähdytyskäytössä laitteen energiatehokkuus ilmoitetaan vastaavasti EER-arvolla. Parhaissa malleissa ilmoitettu COP-arvo voi olla osateholla jopa yli 5. Tällöin 1 000 W sähkön kulutuksella saadaan jopa yli 5 000 W lämpöä. Täytyy kuitenkin muistaa, että vaikka COP-arvo kertoo laitteen energiatehokkuudesta, se ei anna varsinaista lämmitystehoa eli sitä, kuinka paljon kilowatteja talon lämmitykseen saadaan. Maallikko laittaakin laitteet mielessään paremmuusjärjestykseen helposti hahmotettavan luvun perusteella, koska ei osaa vertailla niiden muita teknisiä ominaisuuksia. Itse varmistaisin ensimmäiseksi, että lämpöpumppu on suunniteltu pohjoismaisiin oloihin ja että sillä on täältä referenssejä. Kysyisin myyjältä myös, mikä on ilmalämpöpumpun COP-arvo -15 °C tai -20 °C asteessa. (5; 10)

6.2 SCOP

Nykyisin valmistajilta vaaditaan SCOP:n (Seasonal Coefficient Of Performance) ilmoittamista. Tämä kertoo koko lämmityskauden hyötysuhteen, joten lämpöpumppujen energiatehokkuus on helpommin selvitettävissä. (11)

6.3 EER-kerroin eli kylmäkerroin

Ilmalämpöpumpuille ja ilmastointilaitteille ilmoitetaan myös EER (Energy Efficiency Ratio) eli kylmäkerroin. Mitä korkeampi luku on, sitä energiataloudellisempi laite on. Kylmäkerroin tarkoittaa siis kylmäprosessin hyötysuhdetta eli kuinka paljon tehdystä työstä saadaan kylmätehoa. Se lasketaan kaavasta:

$$\epsilon = Q_c / W, \text{ jossa}$$

Q_c on höyrystimen sitoma lämpöenergia ja W on kompressorin tekemä työ. Esimerkiksi lukema 5 EER tarkoittaa, että yhdellä sähköverkosta otetulla kilowatilla on tuotettu 5 kilowattia jäähdytystehoa. Hyvä EER-lukema on 3,5 > (12)

6.4 SEER

Vuotuinen kylmäkerroin SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) tarkoittaa koko jäähdytyskautta edustavaa yksikön yleistä kylmäkerrointa, joka on laskettu jakamalla vuotuinen perusjäähdytystarve jäähdytyksen vuotuisella sähkönkulutuksella. (11)

7 Laitteen sijoitus

Ilmalämpöpumpun sisäyksikön ja ulkoyksikön etäisyys toisistaan vaikuttaa ratkaisevasti laitteen hyötysuhteeseen. Tämän takia yksittäisten sisäyksiköiden ja ulko-yksiköiden välinen putkietäisyys tulisi olla riittävän lyhyt, sillä liian pitkä putkipituus heikentää COP-arvoa. Useamman sisäyksikön laitteilla sisäyksikön ja ulkoyksikön välinen etäisyys voi olla kuitenkin huomattavankin pitkä verrattuna yksittäisen sisäyksikön ja ulkoyksikön väliin. Sisäyksikön oikea sijoitus auttaa saamaan laitteesta maksimihyödyn. Sijoituspaikka täytyy valita huolella, sillä väärällä sijoituksella voidaan pilata hyvä laite sekä sen ominaisuudet. Hyviä sijoituspaikkoja sisäyksikölle on esimerkiksi eteisaulassa ulko-oven yläpuolella tai olohuoneessa terassin oven yläpuolella. Myös avara tupakeittiö voi olla hyvä paikka. Tärkeintä on, että ilmalämpöpumpun sisäyksikön edessä ja alla on reilusti vapaata tilaa niin, että ilma pääsee esteettä leviämään koko taloon. Sisäyksikön ja katon väliin on syytä jättää noin 5 cm:n väli. Ulkoyksikön sijoituksen ilmansuunnalla ei ole juurikaan merkitystä laitteen energiataloudelle. Ulkoilman lämpötila talon ulkoseinustalla on talvisin lähes sama niin talon pohjois- kuin eteläpuolellakin. Kesäaikana taas on hyvä, jos ulkoyksikkö sijaitsee varjossa. Asennuskorkeus kannattaa suunnitella paikan normaalin lumen korkeuden yläpuolelle siten, ettei ulkoyksikkö talvella peity lumeen. (4; 5; 13)

8 Ilmalämpöpumpun kylmäaineet

Kylmäaineet ovat nesteytettyjä kaasuja, joita käytetään väliaineina lämmön siirtämiseen kylmäkoneistoissa. Kylmäaineiden käyttö kylmäkoneistoissa perustuu niiden kykyyn muuttaa olomuotoa nestemäisestä kaasumaiseksi ottaessaan vastaan lämpöä ympäristöstään tai kaasumaisesta nestemäiseksi luovuttaessaan lämpöä ympäristöönsä. Valtaosa lämpöpumpulaitoksista käyttää työaineena erilaisia kylmäaineita, joista ammoniakki ja freonit(klooratut hiilivedyt) ovat edelleenkin yleisimpiä. Ilmalämpöpumpuissa pyritään kuitenkin käyttämään nykyisin ympäristöystävällistä kylmäainetta. Kaupallistettujen freonien yleisimmät merkinnät ovat R12, R22 ja R502 (edellisten seos). Nykyisin synteettinen HFC 410A=R410A. R410A on kahden eri kaasun seos. Yläilmakehän otsonikerrosta tuhoavan vaikutuksen vuoksi klooria sisältävien freonien käytöstä pyritään pääsemään säättämällä niiden käyttöä rajoittavia lakeja. Suomeen ei ole saanut tuoda vuoden 1995 alusta lukien klooria sisältäviä kylmäaineita. Kylmäaineet ovat nesteytettyjä kaasuja, joita käytetään lämpöenergian siirtoon paikasta toiseen. Kylmäaineiden käyttö lämpöpumpuissa perustuu niiden kykyyn ottaa vastaan lämpöenergiaa ympäristöstä, jolloin ne muuttavat olomuotoa nestemäisestä kaasumaiseksi. Luovuttaessaan lämpöä ympäristöön kylmäaineiden olomuoto muuttuu kaasumaisesta nestemäiseksi. Näitä olomuodon muutoksia hyväksikäyttäen pystytään siirtämään suuriakin lämpömääriä pienellä kylmäaineen massavirralla. (14; 15)

9 HFC-kylmäaineet

HFC-kylmäaineet (Hydro-Fluoro-Carbon) ovat yleisiä kylmäaineita ilmalämpöpumpuissa. Ne ovat osittain halogenoituja hiilivetyjä, jotka sisältävät fluoria, hiiltä ja vetyä. Ne ovat otsonikerrokselle haitattomia yhdisteitä, mutta niillä on suuri ilmastoja lämmittävä vaikutus. Suosituimpia HFC-kylmäaineita ovat olleet R-134a, R-404A, R-407C ja R-410A. Näistä R-134a on puhdas aine, ja loput ovat erilaisia seoksia ja koostuvat yleensä komponenttien yhdisteistä. Tulevaisuudessa Hiilidioksidi (CO₂) tulee korvaamaan jossain vaiheessa nykyiset kylmäaineet myös ilmalämpöpumpuissa. Hiilidioksidi on käytännössä

vaaratonta luonnolle, sillä sitä on luonnossa itsestään suuria määriä. Oikealla kylmäainemäärällä on suuri vaikutus laitteen kestoikään. (6; 15)

10 Sähkönsyöttö ja asennus

Ilmalämpöpumpun turvallisuus on varmistettava pätevällä asennuksella. Ilmalämpöpumpun saa asentaa vain siihen oikeutettu kylmlaiteliike. Asennusta ei saa tehdä itse eikä sitä saa teettää epäpätevällä asennusliikkeellä. Ennen ilmalämpöpumpun asennusta on varmistettava, että asennusliikkeellä on vaadittu kylmlaiteliikkeen pätevyys. Kylmäalan töitä saa tehdä vain, mikäli asennusliike ja sen vastuuhenkilö sekä asentajat ovat Tukesin rekisterissä. Ilmalämpöpumpun asennuksessa tarvittavat sähkötyöt tulee teettää siihen oikeutetulla sähköurakoitsijalla. Kylmlaiteliikkeellä ei välttämättä ole sähköurakointioikeuksia, jolloin sähkötyöt on teetettävä pätevällä sähköurakoitsijalla. Ei-ammattilaisen tekemät sähkötyöt voivat johtaa hengenvaaraan.

Kylmlaiteliikkeen on annettava ilmalämpöpumpun asennuksesta todistus. Todistuksesta tulee käydä tarkasti ilmi, mitä asennus koskee. Todistuksessa tulee olla myös kylmlaiteliikkeen vastuuhenkilön allekirjoittama vakuutus siitä, että ilmalämpöpumpun asennus on tehty määräysten ja asennusohjeiden mukaisesti. Jos laite on asennettu laittomasti, vakuutusyhtiö voi kieltäytyä korvaamasta siitä aiheutunutta vahinkoa. Huonosti asennettu tai huonolaatuinen laite ei myöskään välttämättä tuo toivottuja säästöjä lämmityskustannuksiin. Ilmalämpöpumpun mukana on toimitettava käyttäjälle suomen- ja ruotsinkieliset käyttöohjeet. Käyttöohjeissa selvitetään ne ilmalämpöpumpun käyttöönottoon, käyttöön ja huoltoon liittyvät toimet, jotka käyttäjä saa tehdä itse. Esitetyt ilmalämpöpumpun saa myydä loppukäyttäjälle vain silloin, kun voidaan osoittaa, että laitteen asentaa pätevä asennusliike. Ilmalämpöpumpun onkin järkevintä ostaa valmiiksi asennettuna.

Asennusvaiheessa on huolehdittava käyttöönottotarkastuksesta ja käyttäjän opastuksesta. UILP:ssa sähkönsyöttökaapeli tulee laitteesta riippuen, joko sisä- tai ulkoyksikköön. Lisäksi tarvitaan ulko- ja sisäyksiköiden välinen ohjauskaapeli. Jännitetasona käytetään normaalia verkkojännitettä, eli 240V.

IILP:a ei tarvitse erikseen huomioida pientaloissa yleisen sähköjärjestelmän mitoituksessa, sillä omakotitalot mitoitetaan tavallisesti 3x25 A pääsulakkeilla. IILP:lla käytetään kompressorin moottorina yksivaihemootoria. Tällöin kompressorin moottorin sähkösyöttönä käytetään yksivaiheisia kaapeleita, kuten MMJ 3x1,5S. Sulakkeeksi riittää 10 A, koska moottorit ovat suurimmilta tehoiltaan pieniä. Lämpöpumppujen kompressorien moottoreissa on melko suuret käynnistysvirrat, mutta niiden vaikutukset pystytään minimoimaan erilaisilla käynnistysmenetelmillä. Kompressoria pyörittävänä moottorina käytetään tasavirtamootoria. Tämä moottorityyppi on käyttöominaisuuksiltaan sopiva ja se toimii lisälaitteiden kanssa erinomaisesti, ja sitä on helppo säätää. (8; 16; 17)

11 Sähkösyöttö vanhoissa rakennuksissa

Ilmalämpöpumppuja asennetaan usein myös vanhoihin rakennuksiin. Niiden asennuksissa tulisi ottaa huomioon seuraavat asiat. Markkinoilla olevat ilmalämpöpumput ovat suojausluokan I (suojamaadoitettuja) laitteita ja liitetään asennukseen joko kiinteästi (ryhmäjohdolla jossa on suojajohdin) tai pistotulpalla (suojakoskettimella varustettuun pistorasiaan). Ilmalämpöpumpun sisä- ja ulkoyksikkö onkin aina suojamaadoitettava riippumatta asennusympäristöstä. Vanhoissa rakennuksissa sisäyksikkö sijoitetaan usein tilaan, joiden tilaluokitus vastaa ns. vaarattomia käyttöolosuhteita. Näissä tiloissa tehdyissä vanhoissa asennuksissa pistorasioina on käytetty ilman suojajohdinta olevia 0-luokan laitteiden liittämiseen tarkoitettuja pistorasioita. 0-luokan maadoittamattomia pistorasioita ei ole enää vuoden 1997 jälkeen asennettu uudisrakennuksiin. Nollattujen pistorasioiden, joiden syötössä on käytetty nollajohdinta myös suojamaadoittamiseen, asentaminen on ollut siis kiellettyä jo lähes 20 vuotta. Kun niitä aikoinaan asennettiin, oli periaatteena, että nollauksen sai tehdä vain päättyvässä asennuksessa eli johtoa ei saanut enää jatkaa (ketjuttaa) eteenpäin. Samat vaatimukset ovat edelleen voimassa silloin, kun tällaisiin vanhoihin asennuksiin tehdään muutoksia tai korjauksia. Normaalisti pistorasiasta ei asennusta voi jatkaa, vaan pitää olla erityinen pistorasia, jossa on riittävästi kiinteitä liittimiä. Asennusta jatkettaessa pitää aina käyttää erillisiä nolla- ja suojajohtimia. (17)

Jos ilmalämpöpumpun liitäntä tehdään sisäyksikön kautta pistotulppaliitännäisenä, liitäntää varten tulee siis asentaa suojakoskettimella varustettu pistorasia. Pistorasiaa ei tarvitse varustaa vikavirtasuojalla. Sähköturvallisuusmääräysten mukaan samassa tilassa olevan suojakoskettimella varustetun pistorasian ja ilman suojajohdinta olevan 0-luokan laitteiden liittämiseen tarkoitettun pistorasian välinen etäisyys tulee olla vähintään 4 metriä. Ellei etäisyysvaatimusta voida toteuttaa, johtaa se usein siihen, että tilan kaikki 0-luokan laitteiden liittämiseen tarkoitettut ilman suojajohdinta olevat pistorasiat, on vaihdettava suojakoskettimella varustettuihin pistorasioihin tai ne joudutaan poistamaan käytöstä. Standardista SFS 6000-8-802 löytyy lisätietoja muutosten toteuttamisesta tällaisissa tilanteissa. Vanhojen sähköturvallisuusvaatimusten mukaan suojamaadoitetun lämmityspatterin sai asentaa vaarattomiin käyttöolosuhteisiin. Jos ilmalämpöpumpun liitäntä sähköverkkoon tehdään kiinteästi sisäyksikköön, voidaan asennus rinnastaa sähkölämmityspatterin asennukseen. Tällöin sisäyksikön sijoitustilassa olevien vanhojen asennusten muutoksia ei tarvitse tehdä. (Noudatetaan vanhojen sähköturvallisuusmääräysten 9 § 1 D kohdan vaatimuksia, jotka on esitetty myös standardin SFS 6000-8-802 liitteessä 802 B.)

Tehtäessä ilmalämpöpumpun sähköliitäntä ulkoyksikön kautta pistotulppaliitännäisenä, liitäntää varten tulee ulos asentaa 30 mA:n vikavirtasuojalla varustettu suojakoskettimellinen pistorasia. Jos sähkölaiteeseen tulee eristysvika ja maadoitukseen vuotaa yli 30 milliampeerin virta, katkaisee vikavirtasuoja sähkönsyötön välittömästi. Jos ilmalämpöpumppu liitetään ulkoyksikön kautta kiinteästi, ei vikavirtasuojasta vaadita. Nykyisin vaaditaan ulos asennettavat pistorasiat aina suojattavaksi vikavirtasuojalla. (18)

12 Lämpöpumpun testaus

Ennen kuin mikään kylmäkoneisto otetaan käyttötarkoituksensa mukaiseen käyttöön, tulee koko koneisto ja putkisto testata. Kokeiden tulokset täytyy tallentaa. (6)

12.1 Ilmalämpöpumppujen tiiveyskoe

On aina suositeltavaa suorittaa tiiveyskoe, mutta esim. typpikaasulla suoritettavaa painekoetta asennetuille sisä- ja ulkoyksikön välisille putkille ei vaadita ilmalämpöpumppujen asennuksen työn laadun tarkastamiseksi. Tiiveyden voi varmistaa suorittamalla vuototarkastus kylmäainevuodon etsintälaitteella. (6)

12.2 Putkiston tyhjiöinti

Tyhjiöinti tulee aina suorittaa erittäin huolellisesti, jotta kaikki ilma ja kosteus poistuu putkistosta. Tyhjiöinti suoritetaan tyhjiöpumpulla. Ilman suhteellisen suuri kosteus hidastaa tyhjiöintiä. Nopeimmin tyhjiöinnin suorittaa kuivassa säässä. Kun tyhjiöinti on suoritettu, putkisto täytetään kylmäaineella ja paineistetaan. Tyhjiöinnillä on suuri vaikutus laitteen kestoikään. (6)

13 Lämpöpumpun huolto

Lämpöpumppua tulee huoltaa säännöllisesti. Lämpöpumpun sisäyksikön ilmansuodattimet tulee puhdistaa sisäilman pölyisyydestä riippuen noin kahden viikon välein, jotta paine-ero suodattimessa ei kasva pienentäen ilmavirtaa lauhduttimen läpi ja laskien pumpun hyötysuhdetta. Ulkoyksikkö taas on jatkuvasti altis vuodenaikojen muutoksille ja säälle. Silloin tällöin kannattaa tarkistaa, miltä ulkoyksikkö näyttää ja poistaa roskat sen ympäriltä. Talviseen aikaan kannattaa esimerkiksi pitää huoli siitä, ettei laite haudaudu lumeen. Ilmalämpöpumpun omistaja pystyy itse pitämään huolen näistä asioista. Suodattimet voidaan puhdistaa imuroimalla tai pesemällä ne vedessä. Kun suodatin pestään vedellä, se tulee kuivattaa huolellisesti ennen takaisin asentamista. Pumpun allergiasuodattimet tulee puhdistaa kahdesti vuodessa, ja ne on uusittava rikkoutuessaan tai kolmen vuoden välein. Kun suodattimet

pidetään puhtaana, pysyy pumpun teho korkeana, huoneilman laatu paranee ja ilmalämpöpumpun käyttöikä pitenee. Lämpöpumppuvalmistajien käyttöohjeissa on neuvottu oikeaoppinen suodattimien ja lämmönvaihtimen puhdistus. (14)

14 Takaisinmaksuaika

Ilmalämpöpumpun takaisinmaksuaikaan vaikuttaa eniten hankintahinta. Takaisinmaksuajan pitäisi olla noin 4 vuotta, jotta investointi olisi kannattava. Ilma-lämpöpumpun investointi on kohtalaisen suuri kertakustannuksena ja aina ei voi tietää kuinka kauan kestää ennen kuin laite maksaa itsensä takaisin. Tietenkin kalliimpi laite maksaa itsensä hitaammin takaisin kuin halpa, mutta toisaalta käyttömukavuutta haettaessa kalliimpi laite olla parempi ja ehkä kuluttajaystävällisempi. Käytettävä lämmitysmuoto on myös tärkeässä asemassa ilmalämpöpumpun takaisinmaksuajassa. Esimerkiksi sähköllä lämmitettäessä on säästö huomattavasti suurempi kuin kaukolämmöllä. Myöskin sähkösojimus vaikuttaa ilmalämpöpumpun takaisinmaksuaikaan. Ilmalämpöpumpun hankinta kustannuksia helpotetaan verotuksessa kotitalousvähennyksellä.

Kotitalousvähennyksen enimmäismäärä vuonna 2016 on 2 400 euroa vuodessa. Summa voi koostua pelkästään kotitalous-, remontti- tai tietotekniikkatöistä tai näistä kaikista. Vähennykseen liittyy vuotuinen 100 euron omavastuuosuus. Maksimivähennyksen eli 2 400 euron vähennyksen saat, jos vuonna 2016 yritykseltä ostamissasi palveluissa työn osuus on yhteensä noin 5 555 euroa.

$$[(5\,555 \times 45\%) - 100] = 2\,399,75].$$

Vähennys on henkilökohtainen, joten pariskunta voi vuonna 2016 saada yhteensä 4 800 euron vähennykset. Puolisolle vähennys myönnetään siten, kun he ovat sitä pyytäneet. Jos 2400 euron raja ei ylity, vähennys kannattaa pyytää vain toiselle puolisolalle. Näin omavastuu tulee vähennetyksi vain kertaalleen. Alla on laskettu, kuinka suuren vähennyksen voi saada, mikäli ilmalämpöpumpun asennus maksaa 600 euroa.

$$\text{Asennus} = 600 \text{ €} * 0,6 = 360 \text{ €}$$

$$\text{Omavastuu} = -100 \text{ €}$$

$$(360 \text{ €} - 100 \text{ €} = 260 \text{ €})$$

Ilmalämpöpumpun hankinta- ja sähkönhinta sekä kulutetun energianmäärät vaikuttavat siis suoraan ilmalämpöpumpun takaisinmaksuaikaan. Mikäli ilmalämpöpumpun hankintahinta on alhainen ja sähkön kulutus sekä sähkön hinta ovat korkeat, sitä nopeammin ilmalämpöpumppu maksaa itsensä takaisin. Ilmalämpöpumpun hankinta on siis kannattavaa, mikäli lämmityksenä on suora sähkölämmitys. Ilmalämpöpumpun hankintahinnassa 500 € suurempi hinta ei välttämättä tunnu kovin suurelta, mutta se vaikuttaa ratkaisevasti takaisinmaksuaikaan. Mikäli 1500 € ilmalämpöpumpun vaihtaa 2000 € maksavaan laitteeseen, pitenee takaisinmaksuaika melkein vuodella, kun sähkön hinta ja saavutettu energian säästö pysyvät samoina.

Käyttömukavuutta haettaessa kannattaa kuitenkin panostaa laadukkaisiin ja vähän kalliimpiin ilmalämpöpumppuihin, sillä ne saattavat olla paremmin talviolosuhteisiin sopivia kuin halvat mallit. Kiinteistön lämmöneristys vaikuttaa lämmitystarpeeseen, joka taas vaikuttaa kulutettuun sähköntarpeeseen sähkölämmitteisissä kiinteistöissä. Mikäli asuinkiinteistön lämmöneristys on huono, lämpö pääsee karkaamaan rakenteista ja aiheuttaa lisälämmitystarvetta. Huonosti lämmöneristetty kiinteistö ei tuota niin suuria säästöjä kuin hyvin eristetty kiinteistö, vaikkakin ilmalämpöpumpun asentaminen tuottaa saman säästönkiinteistön lämmöneristyksestä huolimatta.

Kaukolämmöllä lämmitettäessä ilmalämpöpumpun hankintaa kannattaa miettiä, mikäli aikoo käyttää sitä ilman puhdistamiseen ja viilentämiseen kesäisin. Tässäkin tapauksessa ilmalämpöpumpun käyttöaika jäädytyksessä jää usein melko lyhyeksi pitkän lämmityskauden takia. Monikerroksisissa kiinteistöissä ilmalämpöpumppuja on suositeltavaa asentaa joka kerrokseen. Tällöin saadaan säädettyä ilman lämpötila sopivaksi ja tarkemmin kuin yhdellä ilmalämpöpumpulla olisi toteutettavissa. Ilmalämpöpumpun asennuksessa kannattaa myös huomioida muiden kiinteistössä olevien lämmönlähteiden sijainti, jotta myös näiden tuottama lämpö saadaan kierrätettyä taloon riittävän

hyvin. On suositeltavaa hankkia ilmalämpöpumppu, jonka toimivuus on testattu pohjoismaisissa oloissa luotettavasti. (5; 19)

15 Takaisinmaksuarvion laskelma

Oletetaan, että omakotitalon lämmitykseen kuluu vuodessa 15 000 kWh. Ilmalämpöpumpun asennuksen jälkeen lämmitys jakautuisi puoliksi suoran sähkön ja ilmalämpöpumpun välillä. Sähkön hinnaksi otin Imatran Seudun Sähkön hinnan. Suoran sähkön hinta ISS Oy:n kanta-asiakkaille on 7,36 snt/kWh. Arvioitu vuosikustannus on siis 1156 Eur/vuosi. (20)

Tämän arvion perusteena käytin Panasonic HE12PKE - ilmalämpöpumpun säästöodotuksia ja hankintakustannuksia. Sen oletetaan säästävän 50 % talon lämmityskustannuksista.

Laitteiston hankintakustannukset:

Laitteisto Panasonic HE12PKE 1750 €

Asennus 649 €

Kustannukset yhteensä 2399 €

Kotitalousvähennys -290 €

Kustannukset kotitalousvähennyksen

jälkeen 2109 €

Energiankustannukset pienenevät 7500 kWh (50 %)

Sähkön hinta (€/kWh) 0,0736 €/kWh

Säästöt (€/vuosi) 552 €/vuosi

Takaisinmaksuaika 2109 €/552 €/vuosi=3,82 a

Takaisinmaksuaika voi olla nopeampikin, jos sähkön hinta edelleen nousee.

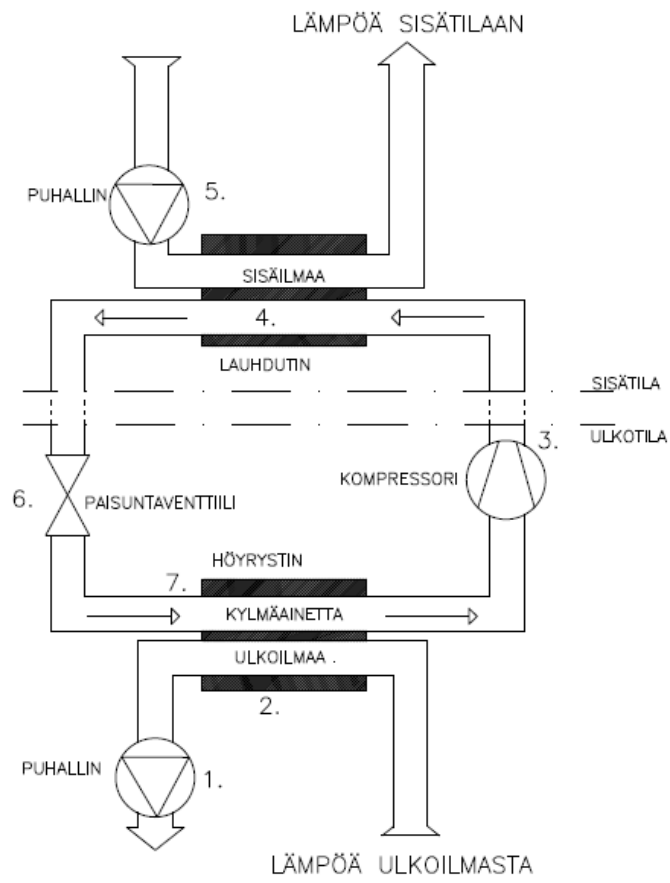
16 Ilmalämpöpumppujen määrä Suomessa

Ilmalämpöpumppujen määrä Suomessa on kasvanut viime vuosina räjähdysmäisesti. Vuoden 2006 lopulla niitä oli Suomessa noin 95 000 ja vuoden 2012 lopulla jo yli 400 000. Suomalaiset sijoittivat vuonna 2012 lämpöpumppuihin 400 miljoonaa euroa. Vuosi 2008 on ollut kappalemäärältään paras, silloin myytiin ilmalämpöpumppuja lähes 70 000 kappaletta. Vuonna 2020 Suomessa tulee olemaan miljoona lämpöpumppua. (9)

17 Opinnäytetyön onnistuminen

Opinnäytetyö oli aiheena haastava ja erittäin mielenkiintoinen. Työskentelyni oli itsenäistä alusta loppuun. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua ilmalämpöpumppuun. Työni alkoi melko verkkaisesti, koska minulla on ongelmia terveyteni kanssa. Pari ensimmäistä kuukautta menikin pohtiessa työn laajuutta ja siihen sisältyviä asioita. Kaiken kaikkiaan työ sujui mielestäni hyvin. Lopun kiireen olisi toki voinut välttää, jos olisin pystynyt antamaan opinnäytetyölle enemmän aikaa heti alussa. Mielestäni tämä oli kuitenkin erittäin opettavainen ja kokemusrikas projekti. Mielekkäintä työssä oli pohtia asiaa myös sähköistyksen kautta, koska olen aikaisemmalta ammatiltani sähköasentaja. Loppupäätelmänä tulin tulokseen, että yksittäisten kuluttajien avuksi tarvitaan ehdottomasti puolueettomia lämpöpumppuneuvoja. Kannattaa myös suhtautua kriittisesti myyntimiesten puheisiin ja lupauksiin pumpun toiminnasta.

Kuvat:



Kuva 4. Lämpöpumpun toimintaperiaate

Lähteet

1. Teknillinen termodynamiikka 2012.
2. 14 Perttula Jarmo. 2000. Energiatekniikka. Porvoo: WSOY
3. IEA Heat Pump Centre 2012b
4. Motiva Oy 2012a, 4, Lämpöä ilmassa.
5. Perälä, Rae. 2009. Lämpöpumput. Suomalainen käsikirja aikamme lämmitysjärjestelmästä. Helsinki: Alfamer Oy.
6. Happonen Taito, Ilmalämpöpumpun toiminta ja asennus. University of eastern Finland
7. Ilmalämpöpumppu.fi. Tietoa. Lämpöpumppu info. Verkkodokumentti. Luettavissa: http://www.ilmalampopumppu.fi/img/tietoa_kuva2.jpg
8. IVT 2009
9. Sulpu. Suomen lämpöpumppuyhdistys ry
10. VTT
11. KOMISSION ASETUS (EU) N:o 206/2012.
KOMISSION ASETUS (EU) N:o 206/2012. 2012. Huoneilmastointilaitteet ja huonetuulettimet.
Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:072:0007:0027:FI:PDF>
12. RefGroup
13. Kylmäkone, 2007.
14. Hirvelä Aulis, Jokela Matti, Kaappola Esko, Kianta Jani. 2011. Kylmätekniiikan perusteet. Helsinki: Opetushallitus
15. Tekes. 2007. Hiilidioksidi uusi kylmäaine. WWW – dokumentti. Saatavissa: [http://www.tekes.fi/ajankohtaista/uutisia/uutis_tiedot.asp?id=3186&paluu=.](http://www.tekes.fi/ajankohtaista/uutisia/uutis_tiedot.asp?id=3186&paluu=)
16. Stek
17. Tukes, SFS 6002 (2005) Sähkötyöturvallisuus
18. STUL
19. Verohallinto
20. www.issoy.fi