

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Teknillinen tiedekunta

Ympäristötekniikan tiedekunta

BH10A0300 Ympäristötekniikan kandidaatintyö ja seminaari

LÄMPÖPUMPUT JA NIIDEN TALOUDELLISUUS JA YMPÄRISTÖYSTÄVÄLLISYYS ERILLISTEN PIENTALOJEN LÄMMITYKSESSÄ

Heat pumps and their economical and ecological benefits in heating small detached houses

Työn tarkastaja: Professori, Kauppatieteiden tohtori Lassi Linnanen

Työn ohjaaja: Laboratorioinsinööri, Tekniikan lisensiaatti Simo Hammo

Lappeenrannassa 10.12.2008

Juha Rautio

Korpisuonkatu 14 a 15

53850 Lappeenranta

p.044-0777058

SISÄLLYSLUETTELO

SYMBOLILUETTELO.....	2
1 JOHDANTO	3
2 LÄMPÖPUMPUT	4
2.1 Historia.....	4
2.2 Toimintaperiaate	5
2.3 On/Off- ja invertteri-malli.....	6
2.4 Kylmä-aine	6
2.5 Lämpökerroin	6
3 LÄMPÖPUMPPUTYYPIT	9
3.1 Ilma-ilma- ja ilma-vesilämpöpumppu.....	9
3.2 Poistoilmalämpöpumppu.....	11
3.3 Maalämpöpumppu	11
3.4 Lämpöpumppujen kustannuksista.....	13
3.4.1 Kotitalousvähennys	14
4 PIENTALOJEN LÄMMITYSMUODOT SUOMESSA.....	15
5 LÄMPÖPUMPPUJEN VAIKUTUKSET YLEISELLÄ TASOLLA	17
5.1 Vaikutukset sähkön tuotantoon	17
5.2 Vaikutukset CO ₂ -päästöihin	17
6 VAIKUTUKSET YKSILÖTASOLLA: CASE RAUTIO.....	19
6.1 Kustannukset ja säästöt	19
6.2 CO ₂ -päästövähennykset	27
7 YHTEENVETO	29
LÄHDELUETTELO.....	32

LIITTEET

Liite 1. Sähkönkäyttötiedot vuosilta 2003–2008

Liite 2. Talon pohjapiirros, ilmalämpöpumpun paikka

Liite 3. Sähkölasku

SYMBOLILUETTELO

COP	lämpökerroin	
E	vuosittainen energiankulutus	[J]
EF	päästökerroin sähkölle	[kgCO ₂ /kWh]
GWP	global warming potential	[kgCO ₂ /kgkylmäainetta]
m	massa	[kg, g]
n	käyttöikä	[a]
L	vuotomäärä	[%]
P	teho	[W]
Q	lämpömäärä	[J]
T	lämpötila	[K]
TEWI	Total Equivalent Warming Impact	
W	energiamäärä	[J]
Φ	lämpövirta	[W]
τ	apulaitteiden käyttö aika	[s]

Alaindeksit

a	apulaitteet
H	höyrystin
k	kompressori
L	lauhdutin
S	hyödyksi saatu

1 JOHDANTO

Lämpöpumppujen viime vuosien myynnin kasvusta huolimatta on vielä paljon erillisiä pientaloja, joihin voitaisiin asentaa lämpöpumppu. Lämpöpumppujen käytön lisääminen vähentäisi pientalojen lämmitysenergian tarvetta ja lämmityksen tuottamia hiilidioksidipäästöjä. Lämpöpumppujen laajemmalla käytöllä pientalojen lämmityksessä olisi positiivisia vaikutuksia niin yksilökohtaisella kuin kansallisella tasolla. Kansallisella tasolla niiden avulla pystyttäisiin vähentämään sähköntuotantoa ja sitä kautta kivihiilen ja turpeen käyttöä, jotka aiheuttavat paljon hiilidioksidipäästöjä. Yksilötasolla lämpöpumppu tuottaisi säästöjä pienentyneinä sähkölaskuina ja antaisi talolle paremman myyntiarvon, kun sen lämmittäminen olisi halpaa ja ympäristöystävällistä.

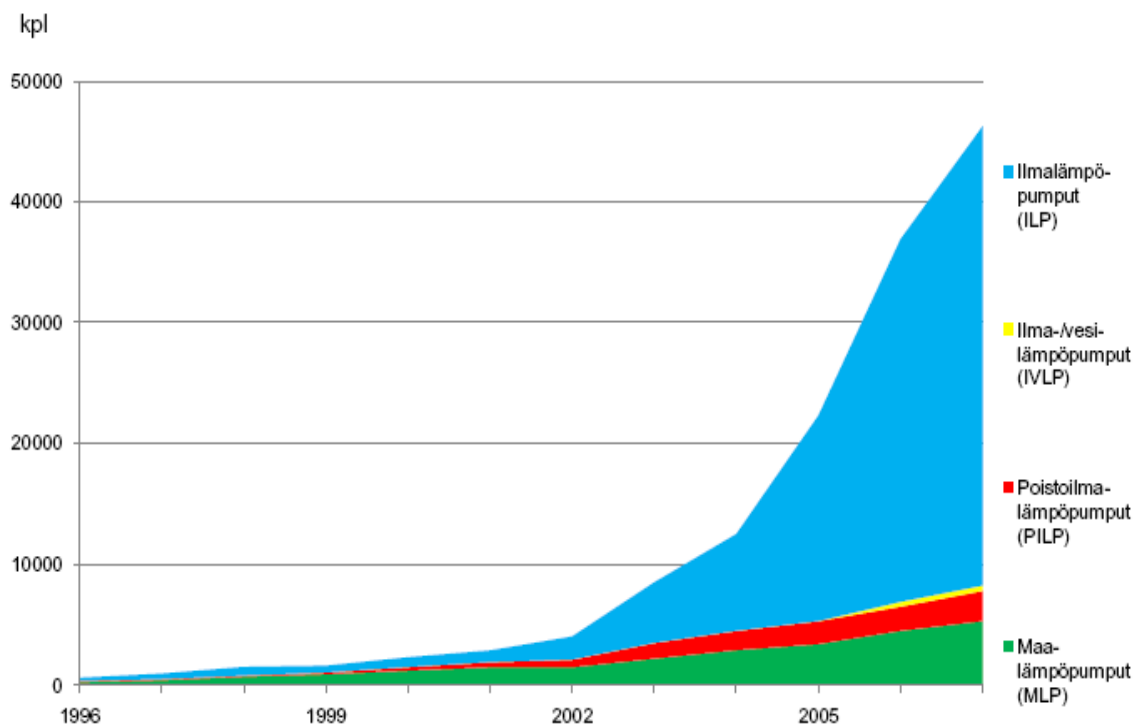
Ihmisten tietoisuus lämpöpumpuista ja niiden tuottamista eduista on kuitenkin vielä monin paikoin hataraa. Lämpöpumppujen kannattavuus epäilyttää monia. Tiedon puute rajoittaa selvästi lämpöpumppujen kasvua pientalojen lämmitysjärjestelmänä tai osana sitä.

Työni tavoitteena on parantaa kuluttajien tietoisuutta lämpöpumpuista ja laskennallisesti osoittaa Case Rautiossa ilma-ilmalämpöpumpun kannattavuus omakotitalossa suoran sähkölämmityksen rinnalla käytettynä. Olisi ollut mielenkiintoista tarkastella myös muilla lämpöpumpuilla saavutettavia säästöjä, mutta työn laajuuden huomioon ottaen pidättäydyin vain suoran sähkölämmityksen ja ilma-ilmalämpöpumpun tapauksessa. Valitsin Caseen suoräsähkölämmitteisen 136m² talon, koska se on hyvin tyypillinen pientalo Suomessa. Työn tavoitteena on myös tarkastella lämpöpumppujen ympäristöystävällisyyttä. Ympäristöystävällisyys rajattiin koskemaan lämpöpumpuilla saavutettavia CO₂ -päästövähennyksiä sekä uusiutuvan energian käytön lisäysmahdollisuuksia. Case Rautiossa arvioitiin ilma-ilmalämpöpumppujen avulla saavutettavia CO₂ -päästövähennys mahdollisuuksia Mikkelin tasolla.

2 LÄMPÖPUMPUT

2.1 Historia

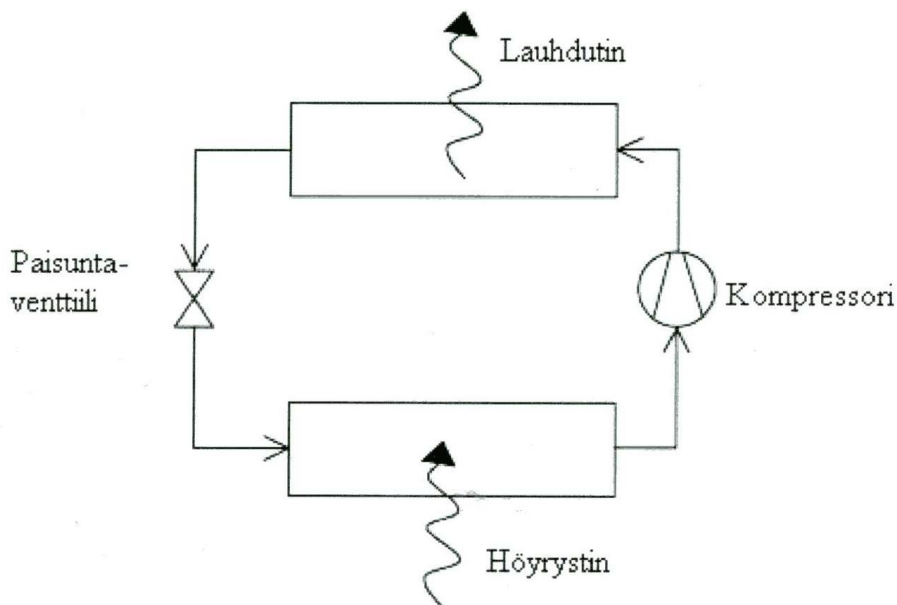
Lämpöpumpun periaate on hyvin vanha keksintö (1700-luku) ja lämpöpumppu on ollut jo kauan maailmalla viilennyskäytössä. Tunnetuin lämpöpumppusovellus on jääkaappi. Lämpöpumppua on käytetty enimmäkseen jäähdytykseen ja vasta viime vuosikymmeninä sitä on ruvettu käyttämään myös lämmitykseen. 1970–1980-lukujen energiakriisin seurauksena lämpöpumput yleistyivät Suomen pientalojen lämmitysjärjestelmissä, mutta innostus lämpöpumppuihin loppui epäonnistuneiden järjestelmäratkaisujen seurauksena varsin nopeasti. 1990-luvun lopulla lämpöpumput alkoivat nosta uudelleen päätään ja niiden menekki kasvaa vuosi vuodelta (kuva 1). Vuonna 2020 lämpöpumppuja odotetaan olevan Suomessa jo noin miljoona. (Pesonen, 2005, 11–12; Häkämies, 2008, 5.)



Kuva 1. Suomen lämpöpumppujen vuosien 1996–2007 myyntimäärät kappaleina. (Häkämies, 2008, 5.)

2.2 Toimintaperiaate

Lämpöpumpun toimintaperiaate on samanlainen kuin jääkaapilla, mutta prosessi on päinvastainen. Lämpöpumppu on laite, joka ottaa energiaa alhaisessa lämpötilassa olevasta lämmönlähteestä (maaperä, ilma, vesi) ja muuttaa sen kompressorin avulla haluttuun korkeampaan lämpötilaan. Lämpöpumpussa käytetään hyväksi kiertävän kylmäaineen höyrystymistä ja lauhtumista. Alla olevasta kuvassa 2 on esitetty lämpöpumpun prosessikaavio. Periaatteessa kaikki lämpöpumput koostuvat höyrystimestä, kompressorista, lauhtuttimesta ja paisunta-venttiilistä. Höyrystimessä alhaisessa paineessa oleva kylmä-aine ottaa ulkoilmaan, maaperään tai veteen sitoutunutta lämpöä itseensä, höyrystyy ja kiehuu (lämpötila noin $0\text{ }^{\circ}\text{C}$). Seuraavaksi kompressori imee höyrystyneen kylmäaineen höyrystimestä ja nostaa sen paineen korkealle puristamalla kylmäaineen pieneen tilaan. Samalla lämpötila kasvaa. Kompressorin jälkeen kuuma, noin sata-asteinen, korkeapaineinen kylmä-ainehöyry johdetaan lauhtuttimeen, jossa se luovuttaa sitomansa lämmön sisäilmaan tai lämmitysverkoston veteen. Paine tippuu samalla kun lämpötila laskee. Seuraavaksi jäähdetty nestemäinen kylmäaine siirtyy paineenalennusventtiiliin eli kapilaariputkeen. Tässä sen paine pudotetaan alhaiseksi ja lämpötila laskee noin $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$: seen. Kierto jatkuu edelleen höyrystimeen. Lämpöpumppu voidaan kääntää toimimaan myös toisinpäin, jolloin se toimii kuin jääkaappi viilentäen tässä tapauksessa huoneilmaa. (Motiva Oy, 2008a; Nissilä, 2007,10.)



Kuva 2. Lämpöpumppuprosessi. (Nissilä, 2007,10.)

2.3 On/Off- ja invertteri-malli

Lämpöpumput jakaantuvat kompressorin toiminnan mukaan On/off- ja invertteri-malleihin. On/Off-malleissa kompressori kytkeytyy päälle ja käy vakionopeudella, kunnes haluttu lämpötila on saavutettu. Tämän jälkeen kompressori pysähtyy ja käynnistyy taas uudelleen, kun sisälämpötila muuttuu riittävästi. Invertteri-mallissa kompressori kytkeytyy päälle ja käy aluksi nopeasti kunnes haluttu lämpötila on saavutettu. Sen jälkeen kompressori hidastaa pyörimisnopeutta ja käy verkalleen pitäen yllä säädettyä lämpötilaa. (Lämpöpumppukeskus, 2008a.)

On/off-mallin etuna on edullisempi hankintahinta ja tehokkaampi jäähdytys, kun taas invertteri-mallin etuna on nopeampi ja tasaisempi lämmitys. Laitteiden hyötysuhteissa ei ole silti suurtakaan eroa. (Lämpöpumppukeskus, 2008a.)

2.4 Kylmä-aine

Lämpöpumpuissa ja kylmlaitteissa käytetään nykyään kylmäaineena HFC-yhdisteitä eli fluorihilivetyjä. Yläilmakehän otsonikatoa aiheuttavista CFC-yhdisteistä eli freoneista on luovuttu. Nykyään käytössä olevat HFC-yhdisteet ovat myrkyttömiä, palamattomia ja biologisesti hajoavia. Ne eivät siis aiheuta otsonikatoa, mutta ovat kylläkin kasvihuonekaasuja kuten hiilidioksidi. Maalämpöpumpuissa kylmä-aineena käytetään R-407c:tä, jonka GWP-luku on 1530 kgCO₂/kg. Myös ilma-ilma- ja ilma-vesilämpöpumpuissa käytetään kylmä-aineena R-407c:tä. Poistoilmalämpöpumpuissa käytetään R-134a:ta, jonka GWP-luku 1300 kgCO₂ekv/MWh. (Motiva Oy, 2008a; Nissilä, 2007, 51, 55, 58, 60.)

2.5 Lämpökerroin

Lämpökerroin eli COP (Coefficient of Performance) kertoo lämpöpumpun hyötysuhteen eli kuinka paljon lämpöpumpulla saadaan tuotettua lämpöä suhteessa sähkömäärään, joka tarvitaan pyörittämään kompressoria ja muita apulaitteita. Esimerkiksi jos lämpöpumpun sisäyksikkö tuottaa talon lämmitykseen 3 kWh ja kompressori ja puhaltimet ottavat sähköverkosta

yhteensä 1 kWh, on lämpöpumpun lämpökerroin 3. Lämpöpumppu ottaa tuolloin ulkoyksiköllä ulkoilmasta 2 kWh. Lauhduttimessa hyödyksi saatava lämpö on höyrystimessä sitoutuneen lämmön ja kompressorin tekemän työn summa. Prosessin ideaalinen, Carnot-prosessin mukainen, lämpökerroin on lauhduttimen luovuttaman lämpövirran ja kompressorin vaatiman tehon suhde. (Hirvonen, 2008b; Nissilä, 2007, 11; Seppänen, 2001, 377, 378.)

$$COP_C = \frac{\Phi_L}{P} = \frac{\Phi_L}{\Phi_L - \Phi_H} \quad (1)$$

, missä COP_C on Carnot-prosessin mukainen lämpökerroin, Φ_L on lauhduttimen lämpövirta ja Φ_H on höyrystimen lämpövirta.

Koska lauhduttimen ja höyrystimen lämpövirrat ovat verrannollisia absoluuttisiin lauhtumis- ja höyrystymislämpötiloihin (T_L ja T_H), voidaan lämpökerroin ilmaista myös seuraavalla lausekkeella. (Nissilä, 2007, 11; Seppänen, 2001, 378.)

$$COP_C = \frac{T_L}{T_L - T_H} \quad (2)$$

Kuten edellisestä lämpökertoimen kaavasta nähdään, on sitä edullisempaa mitä matalampi lauhdutuslämpötila on ja mitä korkeampi on höyrystymislämpötila. Toisin sanoen lämpöä saadaan siirrettyä tehokkaimmin pienellä lauhdutus- ja höyrystymislämpötilojen välisellä erolla. Pieneen lämpötilaeroon päästään puolestaan suuren ja tehokkaan höyrystimen ja lauhduttimen lämmönsiirtopinnan avulla. Juuri tästä syystä lattialämmitys on yleisesti käytetty lämmönjakotapa uusissa maalämpöpumppusovelluksissa, sillä lämmönluovutuspiirin maksimilämpötilan ei tarvitse lattialämmityksessä olla niin korkea kuin patterilämmityksessä. (Nissilä, 2008, 14; Seppänen, 2001, 378, 379.)

Lämpöpumpun lämpökertoimen määrittelyssä tulee ottaa huomioon myös apulaitteiden tehot ja lämpövirrat. Apulaitteiden tehoon sisältyvät mm. lauhdutin ja höyrystinpiirien pumppujen ja puhaltimien tehot, kompressorin lämmitysvastusten teho, automatiikan teho jne.

Φ_S :ään eli hyödyksi saatuun lämpöön kuuluvat myös osa pumppausenergiasta ja kompressorien lämpöhäviöstä. (Nissilä, 2007, 11; Seppänen, 2001, 379.)

$$COP = \frac{\Phi_S}{P_k + P_a} \quad (3)$$

, missä Φ_S on hyödyksi saatu lämpö, P_k on kompressorin teho ja P_a on apulaitteiden käyttämä teho.

Lauhtumis- ja höyrystymislämpötilat vaihtelevat yleensä vuodenajan mukaan, minkä vuoksi lämpöpumpun taloudellisuutta arvioitaessa on käytettävä keskimääräistä lämpökerrointa \overline{COP} . (Nissilä, 2007, 11–12; Seppänen, 2001, 379.)

$$\overline{COP} = \frac{Q_S}{W_k + \tau P_a} \quad (4)$$

, missä Q_S on hyödyksi saatu lämpömäärä, W_k on vuotuinen kompressorin käyttämä energiamäärä τ on apulaitteiden käyttöaika ja P_a on apulaitteiden teho.

Vuoden keskimääräisestä lämpökertoimesta käytetään yleensä nimitystä SPF-kerroin eli seasonal performance factor. (Nissilä, 2007, 12.)

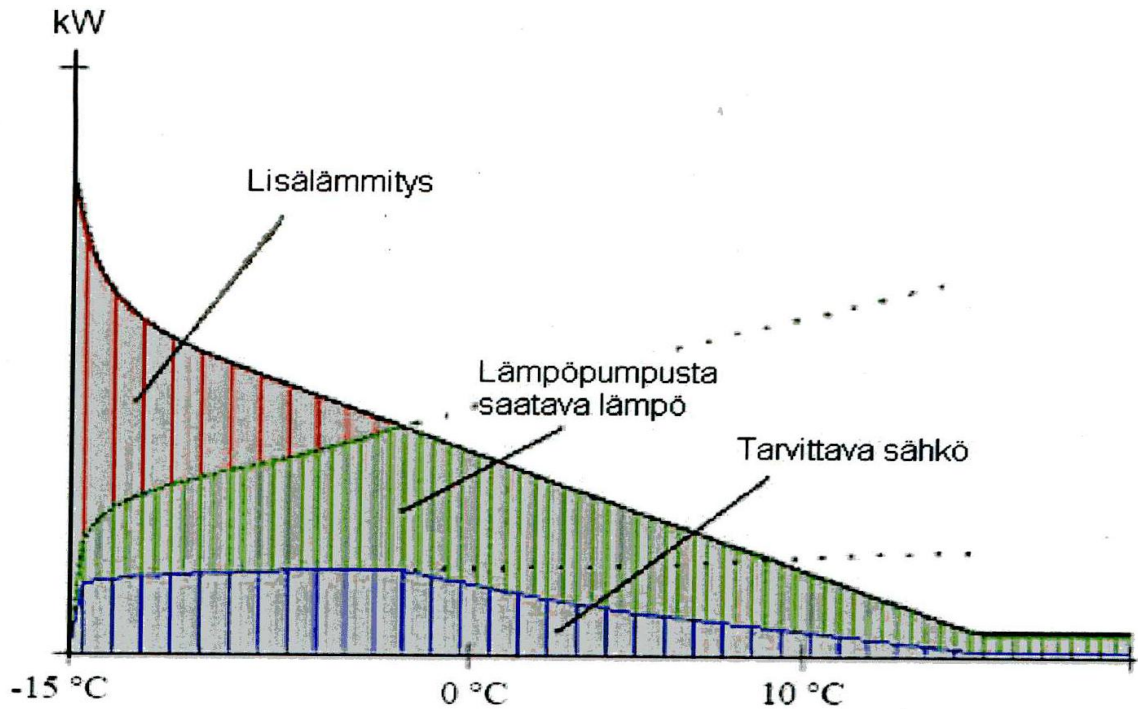
Tavallinen taso ilmalämpöpumpun vuotuiselle keskimääräiselle lämpökertoimelle vaihtelee normaaleissa käyttöolosuhteissa 2 ja 2,5 välillä. Hetkellisesti lämpökerroin voi ihanneolosuhteissa olla jopa 4. Maalämpöpumpun lämpökertoimen keskiarvo vuositasolla on tyypillisesti noin kolme. (Motiva Oy, 2008a; Motiva Oy, 2008b.)

3 LÄMPÖPUMPPUTYYPIT

Lämpöpumput voidaan jakaa eri ryhmiin sen perusteella, mitä lämmönlähdettä ne käyttävät ja miten ne luovuttavat lämpöä. Pääjako lämpöpumpuissa on ilmalämpöpumppuihin ja maalämpöpumppuihin. Ilmalämpöpumput voidaan jakaa edelleen kolmeen erilaiseen malliin, ilma-ilmalämpöpumppuun, ilma-vesilämpöpumppuun ja poistoilmalämpöpumppuun. Kaikki edellä mainitut tyypit poistoilmalämpöpumppua lukuun ottamatta hyödyntävät ilmaan sitoutunutta auringon lämpöenergiaa. Poistoilmalämpöpumppu käyttää lämmönlähteenään koneellisesti poistettavaa sisäilmaa. Maalämpöpumput voidaan jakaa kolmeen eri malliin, maaperää, kallioon porattua reikää tai vesistöä lämmönlähteenään hyödyntävään malliin. Maalämpöpumppu kerää maaperään, kallioon tai veteen sitoutunutta auringon lämpöä. Kaikki muut paitsi ilmalämpöpumppu luovuttavat lämpönsä vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Ilmalämpöpumppu luovuttaa lämpönsä suoraan huoneilmaan. (Motiva Oy, 2008a; Motiva Oy, 2008b; Nissilä, 2007, 12.)

3.1 Ilma-ilma- ja ilma-vesilämpöpumppu

Ilma-ilmalämpöpumppu on maailman yleisin lämpöpumpputyyppi. Se on yksinkertainen ja yksinkertaisuutensa ansiosta halpa muihin lämpöpumppuihin verrattuna. Sen ainoana haittapuolena on se, että sen hyötysuhde laskee sitä mukaa kun ilmanlämpötilakin laskee. Kuvasta 3 nähdään tyypillisen ilmalämpöpumpun käyttäytyminen ulkoilmalämpötilan laskiessa. Yleisesti ottaen alle -15–(-20) celsius asteen lämpötilassa ilma-ilma lämpöpumpulla ei pystytä tuottamaan juurikaan lämpöä ulkoilmasta. Tämä tarkoittaa sitä, ettei ilma-ilmalämpöpumppu riitä Suomen oloissa yksinään talon päälämmitysjärjestelmäksi, vaan sen rinnalla täytyy olla aina täystehomitoitettu päälämmitysjärjestelmä. Suora sähkölämmitys on parhaiten toimiva ratkaisu ilma-ilmalämpöpumpun rinnalla. Ilma-ilmalämpöpumpun huomattavana etuna on sen kyky suodattaa huoneilmaa helpottaen näin allergisten elämää. Ilma-ilmalämpöpumppu poistaa sisäilmasta myös kosteutta ja ehkäisee siten kosteusvaurioiden syntyä. (Motiva Oy, 2008a; Nissilä, 2007, 12.)



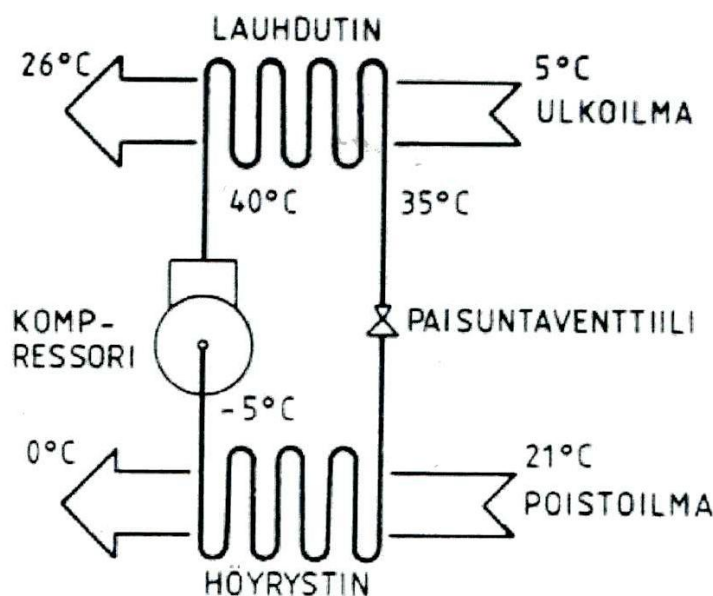
Kuva 3. Ilmalämpöpumpun tyypillinen käyttäytyminen. (Nissilä, 2007, 12.)

Ilma-vesilämpöpumppu ottaa kuten ilma-ilmalämpöpumppukin ulkoilmasta energiaa, mutta siirtää sen huoneilman sijasta vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Ilma-vesilämpöpumpulla voidaan lämmittää myös lämmin käyttövesi ja se soveltuu näin ollen talon päälämmitysjärjestelmäksi. Ilma-vesilämpöpumppu ei pysty tuottamaan ulkoilmasta lämpöä, kuten ei ilma-ilmalämpöpumppukaan, kun lämpötila laskee alle -15– (-20) celsius asteen. Järjestelmään sisältyy kuitenkin sähkövastukset, joilla se pystyy tyydyttämään talon lämmöntarpeen myös kovilla pakkasilla. (Motiva Oy, 2008a; Nissilä, 2008, 12.)

Sekä ilma-ilma- että ilma-vesilämpöpumpulla yhden lisäongelman muodostaa ulkoyksikön höyrystimeen kertyvä huurre. Huurteen kertyminen on voimakkainta nollan asteen tienoilla. Koska huurre haittaa lämmön siirtymistä ja ilman virtausta on se ajoittain sulatettava erillisillä vastuksilla tai kääntämällä prosessi hetkeksi vastakkaiseksi. Sulattamiseen menevä hukkalämpö laskee tietysti hyötysuhdetta. Lisäksi ulkoyksikön sulatusvesien poisjohtamisesta on huolehdittava, jotta talvella muodostuva jääpaasi ei kasvaisi kiinni ulkoyksikköön ja tukkisi sulatusveden poistoa eikä pihalle muodostuisi jääpeitettä. Ilma-ilmalämpöpumpulla on huolehdittava myös sisäyksikköön tiivistyvästä vedestä, joka on johdettava viemäriin tai ulos. (Motiva Oy, 2008a; Nissilä, 2007, 12.)

3.2 Poistoilmalämpöpumppu

Poistoilmalämpöpumppu ottaa talteen lämpöä talosta koneellisesti poistettavasta ilmasta ja siirtää sen vesikiertoiseen lämmönjakojärjestelmään ja lämmittää myös lämpimän käyttöveden. Järjestelmän toimivuuden kannalta ilmanvaihdon suuruus täytyy olla noin 0,5 kertaa rakennuksen ilmatilavuus tunnissa. Rakennuksen sisäilman lämpötila pysyy läpi vuoden likipitään samana, joten myös poistoilmalämpöpumpun suorituskyky säilyy. Se pystyy siis tuottamaan aina jonkin verran lämpöä ulkolämpötilasta riippumatta. Järjestelmään kuuluu usein sähkövastukset, joilla poistoilmalämpöpumppu pystyy tuottamaan tarvittavan määrän lämpöä myös kovilla pakkasilla. Ilman sähkövastuksia se tarvitsee rinnalleen jonkun täyteenomitoitetun pöälämmitysjärjestelmän. Alla olevasta kuvasta 4 käy ilmi poistoilmalämpöpumpun toimintaperiaate. Kuten ilma-ilmalämpöpumpukin suodattaa poistoilmalämpöpumppu ilmaa ja poistaa siitä kosteutta. (Motiva Oy, 2008a; Nissilä, 2008, 13.)

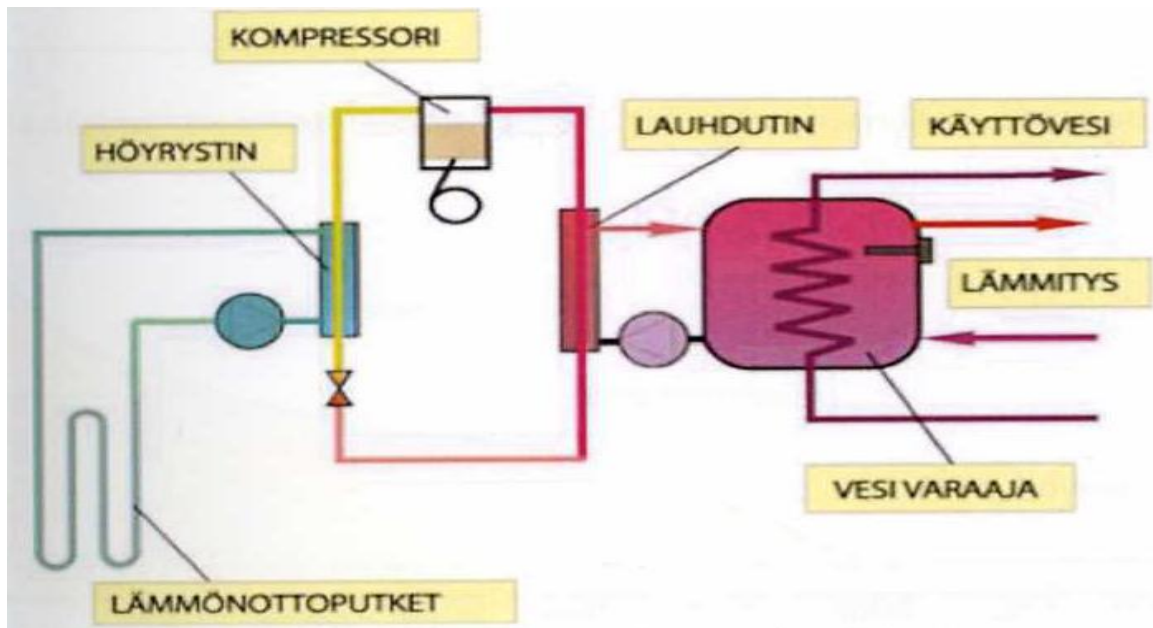


Kuva 4. Poistoilmalämpöpumppujärjestelmän kaavio. (Seppänen, 2001, 381.)

3.3 Maalämpöpumppu

Vaikka määrällisesti ilmalämpöpumppu ja poistoilmalämpöpumppu ovat yleistyneet viime vuosien aikana voimakkaasti, on maalämpöpumppu Suomen tavallisin lämpöpumpputyyppe, kun tarkastellaan sen tuottamaa energiaa. Maalämpöpumppu hyödyntää lämmönlähteenään

joko maaperää, kallioon porattua reikää tai vesistöä. Maaperästä saatu lämpö kerätään noin metrin syvyydestä vaakasuuntaisella putkistolla. Tarvittava putkimäärä ja maa-alueen pinta-ala riippuvat lämmitystehosta ja maaperän laadusta sekä ilmastosta. Tämä tekniikka oli aiemmin yleisin lämmönkeruumuoto, mutta koska maaperän laatu- ja käyttörajoitukset ovat tiukentuneet viime vuosina, on kallioon porattu reikä eli ns. lämpökaivo yleistynyt huomattavasti. Porakaivon syvyyteen vaikuttavat valittu pumppumalli, talon koko, aikaisempi energiankulutus sekä haluttu lämpötila. Lämpöporakaivo porataan yleensä n. 80–200 metrin syvyyteen. Vesistö on myös hyvä lämmönlähde ja siitä voidaan ottaa yhtä paljon energiaa kuin hyvästä porakaivosta. Lämmönkeruuputkisto tosin vaatii sen, että ranta on vähintään 2 metriä syvä jo lähellä rantaviivaa. Putket upotetaan painoilla pohjaan tai pohjamutaan. Maalämpöpumppujärjestelmän eräs toimintaperiaate on esitetty kuvassa 5. Maalämpöpumppu koostuu kolmesta lämpöpiiristä, lämmönottopiiristä, lämmönsiirtopiiristä sekä lämmönlouvutuspiiristä. Lämpöä vedestä, kalliosta tai maasta siirtävänä liuksena käytetään jäätymätöntä vesiglykoliseosta. Liuos luovuttaa höyrystimessä lämpönsä kylmä-aineelle ja kylmä-aine edelleen lauhduttimessa lämmönlouvutuspiirissä kiertävälle vedelle. Maaperässä, vedessä tai porakaivossa tapahtuvat lämmönmuutokset ovat niin pieniä, että maalämpö pystyy toimimaan koko vuoden hyvällä hyötysuhteella. Tämä tarkoittaa sitä, että maalämpöpumppua voidaan käyttää päälämmitysmuotona ilman, että siinä välttämättä tarvitsee olla erillisiä sähkövastuksia. (Motiva Oy 2008b; Nissilä, 2007, 14; Seppänen, 2001, 385; Kuikkaniemi, 2008, 20.)



Kuva 5. Maalämpöpumpun kytkentä esimerkki. (Nissilä, 2007, 14.)

3.4 Lämpöpumppujen kustannuksista

Lämpöpumppujen kustannukset jakaantuvat asennukseen ja itse laitteen hintaan. Lisäksi jossain vaiheessa eteen tuleva kompressoriremontti lisää lämpöpumppujen kustannuksia. Motiva Oy:n¹ internet -sivustojen mukaan invertteri-mallinen ilmalämpöpumppu, jossa on yksi sisäyksikkö maksaa asennettuna noin 2600 €. Porakaivosta lämpönsä ottavan maalämpöpumpun lämmönkeruuputkiston asennus ja porakaivon poraaminen maksavat noin 3750 € ja itse maalämpöpumppu asennettuna noin 9000 €. Poistoilmalämpöpumppu asennettuna maksaa noin 6000 € (Motiva Oy, 2008c.)

Motiva Oy:n internet-sivustoilla voi vertailla huoneistoalaltaan noin 130 m² suuruisten omakotitalojen lämmityskustannuksia eri lämmitysvaihtoehdoilla. Lämmitysjärjestelmien vertailupalvelua ovat olleet kehittämässä ja rahoittamassa kauppa- ja teollisuusministeriö, ympäristöministeriö, Adato Energia Oy, SULPU ry, Öljyalan Palvelukeskus Oy, Suomen Kaukolämpö ry, SKY (nyk. Energiateollisuus ry), STEK (Sähtöturvallisuuden edistämiskeskus ry) ja Aurinkoteknillinen yhdistys ry. Motiva OY on koonnut kunkin toimialan toi-

¹ Motiva Oy on Suomen valtion omistuksessa oleva osakeyhtiö, jonka tehtävänä on edistää energian ja materiaalin käytön tehostamista ja uusiutuvan energian käytön lisäämistä. Se tuottaa palveluita julkiselle hallinnolle, yrityksille ja yhteisöille sekä kuluttajille.

mittamat järjestelmäkohtaiset kuvaukset sekä kustannustiedot ja pitää niitä yllä. (Motiva Oy, 2008c.)

3.4.1 Kotitalousvähennys

Lämpöpumpun ostajan on mahdollista hakea kotitalousvähennystä verotuksessa lämpöpumpun asennuksen hinnasta. Ilma-ilma- ja vesi-ilmalämpöpumpulla sekä poistoilmalämpöpumpulla sen suuruus on 60 % asennuksen hinnasta. Maalämpöpumpuille haettava kotitalousvähennys jakaantuu konetyön osuudelle ja miestyön osuudelle. Miestyöstä on saatavissa 60 % vähennys ja konetyön osuudesta 25 €/henkilö/työtunti. Omavastuu on 100 € ja se huomioidaan vähennyksen suuruutta laskiessa (Verovirasto, 2008.)

4 PIENTALOJEN LÄMMITYSMUODOT SUOMESSA

Tilastokeskuksesta (Aalto, 2008) saatujen tietojen perusteella (taulukko 1) nähdään, että erillisten pientalojen suosituimmat lämmitysmuodot ovat sähkö 425 300 kpl, puu 297 900 kpl, kevyt polttoöljy 234 800 kpl ja kaukolämpö 42 400 kpl. Taulukon 1 mukaan Suomessa on siis 1 054 900 erillistä pientaloa joista 40 % lämpiää sähköllä, 28 % puulla ja 22 % öljyllä tarjoten näin ollen ison potentiaalin lämpöpumppuratkaisuille. Suuri osa öljylämmitysjärjestelmistä alkaa olla sen ikäisiä, että niiden uusiminen on ajankohtaista ja tällöin nousee todennäköisesti esiin mahdollisuus vaihtaa öljylämmitysjärjestelmä johonkin muuhun energiamuotoon. (Nissilä, 2007, 86.)

Taulukko 1. Vuoden 2006 rakennusten määrä rakennustyypeittäin käytetyn lämmitysenergian mukaan. (Aalto, 2008.)

1000 kpl											
Talotyyppi	Kauko- tai alue lämpö	Kevyt poltto öljy	Raskas poltto öljy	Sähkö	Kaasu	Kivihiili, koksi tms.	Puu	Turve	Maa lämpö tms.	Ei läm mitystä	Yht.
Kaikki rakennuk.	156,0	325,8	17,9	659,7	10,9	0,0	693,8	5,2	35,9	344,0	2249,2
Asuinrakennukset	122,3	253,2	0,2	451,7	4,3	0,0	298,4	2,9	33,8	15,4	1182,1
Erilliset pientalot	42,4	234,8	0,0	425,3	3,3	0,0	297,9	2,8	33,6	14,8	1054,9
Kytkeytyt pientalot	33,1	13,4	0,0	24,1	0,6	0,0	0,3	0,0	0,1	0,4	72,2
Asuinkerrostalot	46,8	5,0	0,1	2,3	0,3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	55,0
Vapaa-ajan as. rakenn.	0,0	13,3	0,0	105,6	4,5	0,0	321,3	0,0	0,6	46,6	492,0

Tilastokeskuksesta (Aalto, 2008) saadusta taulukosta 2 nähdään vuoden 2006 eri lämmitysenergianlähteiden osuus TJ:na ja GWh:na rakennustyypeittäin. Yksi GWh on 3,6TJ. Erillisten pientalojen lämmitykseen käytetään puuta 35 580 TJ, sähköä 25 416 TJ, kevyttä poltto-öljyä 21 760 TJ ja kaukolämmitystä 4 932 TJ. Puun käytön paljous selittyy sillä, että sitä käytetään niin monessa talossa lisälämmönlähteenä.

Taulukko 2. Rakennusten lämmityksen energianlähteet rakennustyypeittäin vuodelta 2006. (Aalto, 2008.)

	Puun pienkäyttö Småskalig träanvändning Small scale combustion of wood	Turve Torv Peat	Hiili Kol Coal	Raskas polttoöljy Tung brännolja Heavy fuel oil	Kevyt polttoöljy Lätt brännolja Light fuel oil	Maa- kaasu ²⁾ Natur- gas ²⁾ Natural gas ²⁾	Lämpöpump trns. Jordvärme-c luftvärmepun o.dyl. Heat pumps	Polttoaineet yhteensä Bränslen total Fuels total	Kauko- lämmitys Fjärr- vämning District heating	Sähkö- lämmitys ³⁾ Elvämning ³⁾ Electric heating ³⁾
	TJ							GWh		GWh
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2006										
Asuinrakennukset ¹⁾	41240	470	13	230	27920	1450	8470	79793	16980	8650
• Erilliset pientalot	35580	430	-	-	21780	340	8380	66490	1370	7060
• Kytetyt pientalot	120	10	-	-	3710	550	60	4450	2490	1080
• Asuinkerrostalot	40	30	-	230	2320	530	20	3170	13120	150
• Vapaa-ajan asuinrakenn.	5500	-	13	-	130	30	10	5683	-	360
Palvelurakennukset	2780	80	-	3420	10000	1210	120	17610	11440	1640
Teollisuusrakennukset	2000	410	-	8150	6140	1600	20	18320	3050	2700
Maatalousrakennukset	5060	550	-	1110	4520	90	20	11350	130	770
Yhteensä	51080	1510	13	12910	48580	4350	8630	127073	31600	13760

5 LÄMPÖPUMPPUJEN VAIKUTUKSET YLEISELLÄ TASOLLA

5.1 Vaikutukset sähkön tuotantoon

EU:n Suomelle asettamien tavoitteiden mukaan Suomen on lisättävä uusiutuvan energian käyttöä 2005 vuoden 28,5 % tasosta 38 %:iin. Tämä merkitsee uusiutuvan energian käyttöön noin 30 TWh lisäystä vuodessa. Lämpöpumppujen avulla uusiutuvan energian käytön määrää voidaan lisätä 5–10 TWh/a. Tänä vuonna lämpöpumppuja asennetaan 50 000 kpl lisää ja vuoteen 2020 mennessä Suomessa on jo nykyisillä asennusmäärillä 800 000 lämpöpumppua. Kun nykyiset 150 000 lämpöpumppua hyödyntävät 1–2 TWh/v voitaisiin näillä 800 000 lämpöpumpulla saavuttaa tuo 5–10TWh/a. (Hirvonen, 2008a, 3.)

Lämpöpumpuilla voidaan vähentää sähkönkulutusta ja korvata öljylämmitystä. Tällä tavoin se lisää myös jonkin verran energiaomavaraisuutta. Sähköntuotantolaitosten kannalta lämpöpumppu ei ole kuitenkaan aina hyvä ratkaisu. Osa lämpöpumpuista ei voi tuottaa tarpeeksi tai ollenkaan lämpöä kovimpina pakkaskausina, mikä tarkoittaa sitä, että osa tuotantolaitoksista joutuu varautumaan yhä suurempaan huipputehon tuotantoon, vaikka suurimman osan vuodesta ne toimivat huomattavasti pienemmällä teholla. Lämpöpumppujen suuremman luokan käyttö muokkasi siis sähköntuotantorakennetta siten, että perustehoalueen ja huipputehoalueen suhteellinen sähkönkulutus tulisi kasvamaan, kun välitehoalueen sähkönkulutus puolestaan pienenesi. Tämä tarkoittaisi sitä, että hyppäys perustehoalueelta huipputehoalueelle muuttuisi sähköntuotannossa jyrkemmäksi. Tästä syystä tuotantolaitosten kannalta tulisi suosia tehokkaita lämpöpumppuja, jotka voisivat tuottaa koko rakennuksen lämmöntarpeen kylminä aikoina. (Nissilä, 2007, 84–85.)

5.2 Vaikutukset CO₂ -päästöihin

Suomen reilun miljoonan omakotitalon lämmittäminen aiheuttaa keskimäärin 7–8 miljoonan tonnin hiilidioksidipäästöt vuodessa, mikä tarkoittaa reilua 10 % Suomen koko kasvihuonepäästöistä. Täten omakotitalojen lämmitykseen tulisi kiinnittää huomiota, kun kasvihuone-

päästöjä pyritään alentamaan. Lämpöpumput antavat hyvän mahdollisuuden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen. (Motiva, 2008c.)

Lämpöpumppujen vaikutusta CO₂-päästöihin voidaan tarkastella tutkimalla niiden käytön aiheuttamia CO₂-päästöjä ja vertaamalla niitä muiden lämmitysmuotojen päästöihin. Vaikka lämpöpumppu ei itsessään synnytä CO₂-päästöjä tuottaessaan lämpöä, se käyttää sähköä, jonka tuottamiseen tarvitaan sähköntuotantolaitoksia. Näin ollen lämpöpumpun aiheuttamat epäsuorat päästöt riippuvat merkittävästi sähköntuotannon tehokkuudesta sekä sen rakenteesta, eli siitä miten sähkö kulloinkin tuotetaan. Toisella paikkakunnalla voidaan käyttää enemmän kivihiiltä sähköntuottamiseen ja toisella taas voi olla luonnostaan ympäristöystävällisemmät energiantuotantomuodot. Eri paikkakunnilla voidaan siis saavuttaa erilaisia CO₂-päästövähennyksiä sähköntuotantorakenteesta riippuen. Lisäksi lämpöpumpun tehokkuus vaikuttaa sen sähkönkulutukseen ja sitä kautta sen epäsuoriin CO₂-päästöihin. (Nissilä, 2007, 48.)

Lämpöpumppujen suorat päästöt riippuvat siitä, miten paljon kylmäainetta vuotaa ympäristöön käytön aikana tai poistettaessa lämpöpumppu käytöstä. Käytetty kylmäaine vaikuttaa puolestaan vuotojen haitallisuuteen ympäristölle. (Nissilä, 2007, 48.)

TEWI- laskentamalli (Total Equivalent Warming Impact) on vakiintunut tapa arvioida lämpöpumpun tuottamia päästöjä. Sillä saadaan selville koko lämpöpumpun elinkaaren aikana syntyneet päästöt ekvivalenttisenä hiilidioksidimääränä. (Nissilä, 2007, 48.)

$$TEWI = (n \cdot L \cdot m \cdot GWP) + (n \cdot E_{\text{vuosittainen}} \cdot EF) + (L_{\text{purku}} \cdot m \cdot GWP) \quad (5)$$

, missä n on laitteiston käyttöikä [a], L on vuosittainen vuotomäärä [%], m on kylmäaineen määrä [kg], GWP on ns. global warming potential [kgCO₂/kg kylmäainetta], $E_{\text{vuosittainen}}$ on vuosittainen energiankulutus, EF on lämpöpumpun käyttämän energian(sähkö) päästökerroin [kgCO₂/kWh] ja L_{purku} on purun aikana tapahtuva kylmäaineen vuoto ympäristöön [%].

Sähköntuotantotavat vaihtelevat laitoksesta riippuen, joten parhaan arvion paikallisista päästöistä saa käyttämällä oman sähköntuottajan antamia arvoja. (Nissilä, 2007, 85.)

6 VAIKUTUKSET YKSILÖTASOLLA: CASE RAUTIO

6.1 Kustannukset ja säästöt

Seuraavassa casessa käsitellään todellista tilannetta, jossa Mikkelissä sijaitsevaan yksikerroksiseen 136 m²:n omakotitaloon suunnitellaan ilma-ilmalämpöpumpun hankkimista. Talo on rakennettu vuonna 1990 ja siinä on suora sähkölämmitys. Taloa lämmitetään myös leivinuunilla. Leivinuunin sekä puulla lämpiävän kiukaan lämmitykseen kuluu puuta noin 6m³ vuodessa. Pesuhuoneessa, saunassa ja kodinhoitohuoneessa on lisäksi lattialämmitys. Myös erillisessä autotallissa on lattialämmitys, jota ei ole kuitenkaan käytetty enää vuosituhannen vaihteen jälkeen. Talon ilmanvaihtolaitteena on liesituulettimesta säädettävä poistoilmakoje, mutta tuloilmakojetta ei ole, eikä myöskään poistoilman lämmön talteenottoa. Lämminvesivaraaja lämpenee yösähköllä. Vettä kuluu vuodessa noin 200m³/a. Talossa asuu tällä hetkellä vakituisesti kolme henkilöä, mutta kesäisin ja monina viikonloppuina henkilöluku on viisi. Vuotta aiemmin vakituinen henkilöluku oli neljä ja kolme vuotta aiemmin se oli viisi.

Periaatteessa taloon voisi olla hyvä asentaa poistoilmalämpöpumppu, koska talossa on lattialämmitys pesutiloissa ja kodinhoitohuoneessa sekä koneellinen ilmanpoisto. Talossa ei kuitenkaan ole tuloilmakojetta eikä tuloilmakanavia huoneisiin, joten asennus olisi hankalaa ja investointi niin kallis, ettei se olisi kannattava vaihtoehto. Lisäksi taloon täytyisi asentaa vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä, mikä olisi kallis ja vaativa projekti. Tästä syystä myöskään ilma-vesilämpöpumppu eikä maalämpöpumppu tule kysymykseen.

Ilma-ilmalämpöpumpun sijoitus talossa vaikuttaa merkittävästi lämmön leviämiseen ja sitä kautta saavutettaviin säästöihin lämmitysenergiassa. Paras ratkaisu olisi sijoittaa ilma-ilmalämpöpumpun sisäyksikkö johonkin keskeiselle avaralle paikalle taloon, mistä lämpö leviäisi myös perimmäisiin huoneisiin. Etenkin taloissa, joissa on leivinuuni tai varaava takka ilma-ilmalämpöpumppu olisi hyvä sijoittaa sen lähetyville levittämään puhaltimillaan uunin tai takan tuottamaa lämpöä kaikkialle rakennukseen. Monissa taloissa, kuten Casen talossa ulkonäköseikat estävät kuitenkin parhaat ratkaisut ja joudutaan tyytymään vähän huonompaan ratkaisuun. Casen tapauksessa paras sijoituspaikka olisi keittiössä tai olohuo-

neessa (ks. liite 2). Myös ulkoyksikön ja sisäyksikön välisten putkivetojen kanssa voi tulla ongelmia sijoituspaikkaa etsiessä, sillä ne eivät saisi olla lämpöhukan takia pitkiä, eikä niiden asentaminen ole aina yksiselitteisen selvää. Casen talossa yksi hyvä sisäyksikön sijoituspaikka olisi tuulikaapin sisäoven yläpuolella. Tässä olisi kuitenkin ulkoyksikön sijoittaminen ongelmana. Kuistin katon tukipilarit ovat tiellä ja ulkoyksikkö jouduttaisiin sijoittamaan kuistille, jolloin kuistin käytettävyys heikentyisi merkittävästi.

Lopulta asiantuntijan kanssa päädyttiin ratkaisuun, missä ilma-ilmalämpöpumpun sisäyksikkö tulisi sijoitettavaksi vaatehuoneen oven yläpuolelle ja ulkoyksikkö vaatehuoneen ulkoseinän ulkopuolelle. Käytännössä tämä tarkoittaisi sitä, että saunan vieressä olevassa makuuhuoneessa voitaisiin tarvita vielä lämpöpumpun lämmön lisäksi patterilämmitystä, joten laskennallinen säästö on vähän suurempi, kuin mihin käytännössä tultaisiin pääsemään. (Pajatsalo, 2008a.)

Casen tavoitteena oli tarkastella talon lämmitysenergian käyttökustannuksia ja sitä millaisia säästöjä ilma-ilmalämpöpumpulla voitaisiin saada aikaan. Tarkastelussa on mukana viisi eri vuotta. Talon sähkömittarista kuukausittain luetut sähkönkulutuslukemat on merkitty liitteessä 1 olevaan taulukkoon. Lukema puuttui muutaman kuukauden kohdalta, ja näiltä osin se on arvioitu muiden vuosien vastaavan ajankohdan sähkönkäytön perusteella. Lisäksi vuonna 2006 oli mittarivika, joten sen vuoden lukemat eivät ole mukana. Talossa on käytössä kaksi-aikatariffi. Korkeampi tariffi on voimassa marraskuun alusta maaliskuun loppuun kello seitsemästä kello kahteenkymmeneen kahteen saakka, muuna aikana on voimassa matalampi tariffi.

Taulukkoon 3 on eritelty liitteessä 1 olevat sähkönkulutustiedot kuukausittaisiksi sähkönkulutuksiksi vähentämällä seuraavasta mittarilukemasta aina edeltävä mittarilukema. Tämän lisäksi alareunassa on vuosien kokonaissähkönkulutukset.

Taulukko 3. Sähkönkulutus vuosittain ja kuukausittain

	2003		2004		2005		2007		2008	
	kWh matala tariffi	kWh korkea tariffi	kWh matala Tariffi	kWh korkea tariffi	kWh matala tariffi	kWh korkea tariffi	kWh matala tariffi	kWh korkea tariffi	kWh matala tariffi	kWh korkea tariffi
	TA	1 713	2 270	971	1 567	948	1 548	1 027	1 363	915
HE	1 339	1 561	1 002	1 480	1 056	1 647	1 101	1 474	791	980
MA	1 347	1 311	900	1 091	1 081	1 427	920	949	873	1 087
HU	2 282	0	1 652	0	2 006	0	1 596	0	1 561	0
TO	1 300	0	1 244	0	1 291	0	1 325	0	1 296	0
KE	1 143	0	1 129	0	942	0	940	0	861	0
HE	771	0	885	0	650	0	855	0	898	0
EL	1 141	0	887	0	944	0	1 010	0	1 007	0
SY	1 110	0	1 216	0	1 193	0	1 356	0	1 376	0
LO	1 874	0	1 629	0	1 818	0	1 744	0	1 618	0
MA	752	1 275	872	1 337	800	1 361	793	1 193	800	1 280
JO	849	1 415	879	1 588	929	1 458	905	1 209	880	1 400
Yht.	15 621	7 832	13 266	7 063	13 658	7 441	13 572	6 188	12 876	5 982
Yhteensä		23 453		20 329		21 099		19 760		18 858

Viiden vuoden tietojen perusteella on laskettu keskiarvovuosi kuukausittain ja tariffeittain taulukkoon 4.

Taulukko 4. Sähkönkulutuksen viiden vuoden keskiarvot.

Sähkön kulutukset:		
	kWh matala tariffi	kWh korkea tariffi
TA	1 115	1 597
HE	1 058	1 428
MA	1 024	1 173
HU	1 819	0
TO	1 291	0
KE	1 003	0
HE	812	0
EL	998	0
SY	1 250	0
LO	1 737	0
MA	803	1 289
JO	888	1 414
Yht.	13 799	6 901
Yhteensä		20 700

Taloussähköä arvioidaan menevän kuukaudessa noin 850 kWh. Arvio on tehty heinäkuun sähkön käytön (812 kWh) perusteella, jolloin talon lämmitykseen ei mene kuin pesutilojen lattialämmityksen kuluttama sähkö. Heinäkuussa oleillaan aika paljon myös mökillä, joten

talvella lämpimään veteen menee todellisuudessa hieman enemmän sähköä, kuin heinäkuussa. Taloussähkö pitää siis sisällään lämminvesivaraajan ja pesutilojen lattialämmityksen, joka on päällä myös kesällä. Koska ilmalämpöpumpun säästö kohdistuu vain lämmitysenergiaan, taloussähkön osuus on karsittu säästön kohteena olevasta energiamäärästä pois. Koska lämminvesivaraaja toimii yösähköllä, on oletettu, että taloussähkön käyttö jakaantuu tasan yöajan tariffin ja päiväajan tariffin välillä.

Alapuolelle (taulukko 5) on laskettu, mistä energiamäärästä säästö voidaan saada aikaan eli kuukausittaiset ja tariffikohtaiset sähkökulutukset, joista on vähennetty taloussähkö. Lisäksi viereen on laskettu vastaavien sähkömäärien hinnat paikallisilla sähkötariffeilla (taulukko 6). Kyseiset sähkötariffit ovat nähtävissä myös liitteenä olevasta sähkölaskusta, liite 3.

Taulukko 5. Kuukausikulutukset vähennettynä taloussähkön osuudella sekä niiden hinnat.

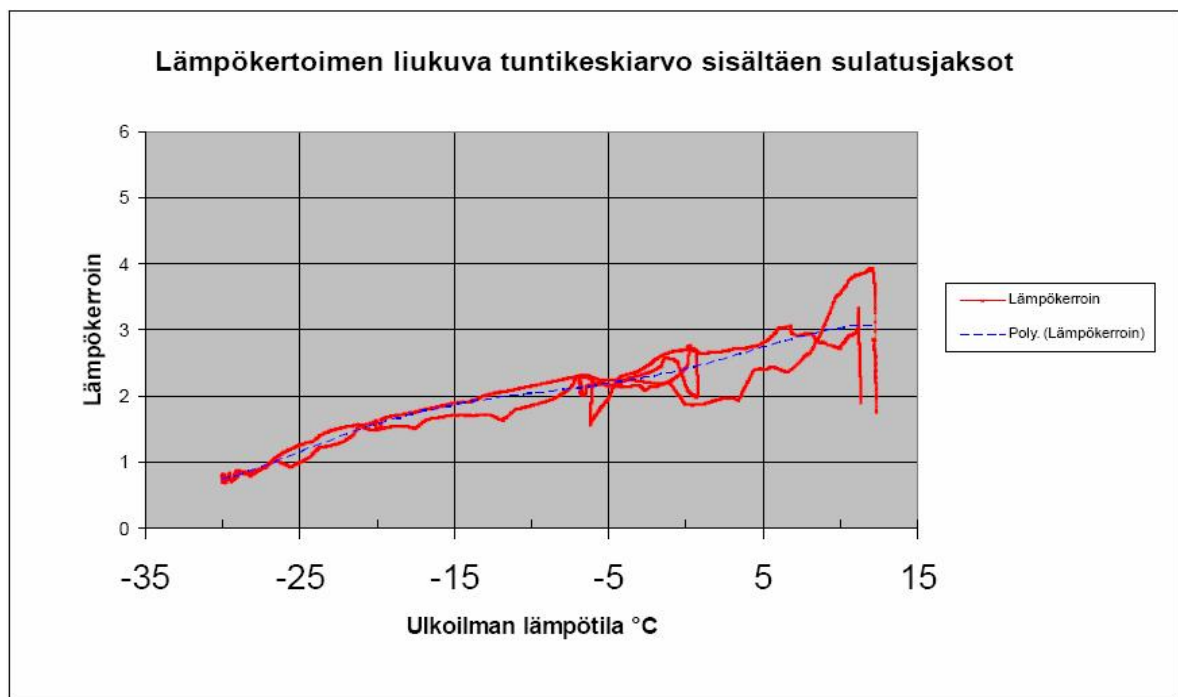
	Sähkön kulutukset:		Hinta:	
	kWh matala tariffi	kWh korkea tariffi	€ matala tariffi	€ korkea tariffi
TA	690	1 172	39	117
HE	633	1 003	36	100
MA	599	748	34	75
HU	969	0	55	0
TO	441	0	25	0
KE	153	0	9	0
HE	0	0	0	0
EL	148	0	8	0
SY	400	0	23	0
LO	887	0	51	0
MA	378	864	22	86
JO	463	989	27	99
Yht.	5 762	4 776	330	477
Yhteensä		10 538		807

Taulukko 6. Sähkötariffit Mikkelissä vuonna 2008.

	Energia snt/kWh	Siirto snt/kWh	Sähkövero snt/kWh	Yhteensä snt/kWh
Matala tariffi (muu aika)	3,7	0,94	1,08	5,72
Korkea tariffi (talvipäivä)	5,43	3,48	1,08	9,99

Nykyään kun ilmalämpöpumpumarkkinat käyvät kuumimmillaan ja uusia malleja tuodaan jatkuvasti markkinoille on hyvin hankala sanoa, mikä laite olisi paras ominaisuuksiltaan. Eri laitteiden väliset erot muuttuvat nopeasti. Tästä syystä tässä tapauksessa panostettiin laitteen

toimittajan kokemukseen ja luotettavuuteen. SunOptimia on Mikkelissä jo kymmenen vuotta toiminut alan firma. SunOptimin ilmalämpöpumppu myyjän, Antti Pajatsalon mukaan Toshiba RAS-10DKVP-ND +RAS-10SAVP-ND, (lämmitysteho 3,2 kW) olisi hyvä ja riittävä vaihtoehto tämänkokoisen talon lisälämmityslaitteeksi. Hänen mukaansa myös suurempi pumppu voisi tulla kysymykseen. TM:n rakennusmaailman 6/06 ilma-ilmalämpöpumpputestin mukaan lämpöpumppujen ylimitoittaminen ei ole kuitenkaan kannattavaa, vaan päinvastoin lievällä alimitoittamisella voisi saada aikaan enemmän säästöjä. Tästä syystä valittiin tarkasteluun kyseinen pienempi laite. Ilma-ilmalämpöpumpun lämpökertoimet on saatu käyttäen VTT:n kyseiselle laitteelle tekemien tutkimusten tuloksia, kuva 6. (Nyman & Punakallio, 2007, liite 2; Pajatsalo, 2008a; Lindel & Huttula, 2006, 34.)

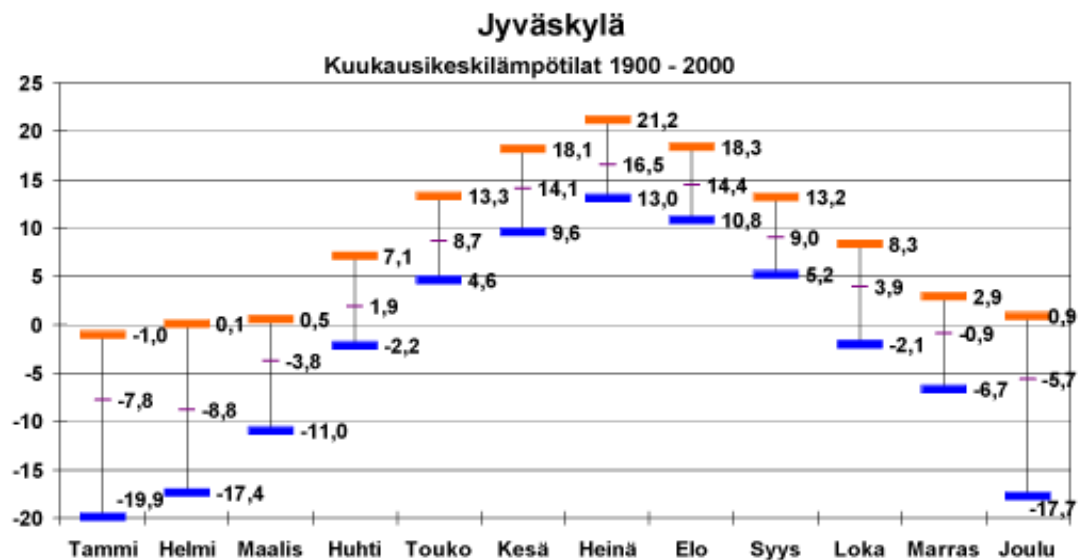


Kuva 6. Toshibaan lämpökertoimet eri lämpötiloille. (Nyman & Punakallio, 2007).

Yleensä laitetoimittajat ilmoittavat laitteillaan vain lämpökertoimen huippuarvon, mikä ei anna todellista kuvaa laitteista. Luotettavamman kuvan antavat testit, joissa on tehty ulkoilmalämpötilasta riippuvat COP käyrät. Näissäkin on kuitenkin eroja, koska testiolosuhteet eri maissa saattavat olla erilaisia. Kuten tässäkin VTT:n testissä myös muissa virallisissa testeissä lämpökertoimen mittaus lopetetaan +7- (+12) celsiusasteen tienoille, koska testeissä ajatellaan, että tämän jälkeen lämmitysenergiaa ei enää tarvita. Tässä tarkastelussa on lähdetty kuitenkin siitä, että Casen talossa tarvitaan lämmitysenergiaa joka kuukautena, paitsi

heinäkuussa. Ilmalämpöpumpun lämpökerroin paranee ja pumpun lämpöteho kasvaa, kun ulkoilman lämpötila nousee. On siis perusteltua olettaa, että ilmalämpöpumpun lämpökerroin pysyy vähintään kolmen tienoilla myös lämpötilan noustessa yli +12 °C.

Ilma-ilmalämpöpumpusta saatavaa hyötyä on arvioitu kuukausien keskimääräisiä ulkoilma-
lämpötiloja hyväksi käyttäen. Keskilämpötilat on katsottu Ilmatieteen laitoksen ilmastotilas-
toista ja ne on otettu Jyväskylän kohdalta, kuva 7, koska Mikkelin arvoja ei ollut käytettä-
vissä. Mikkelin ja Jyväskylän ilmasto on lähellä toisiaan, joten isoa virhettä ei tällä oletuk-
sella varmastikaan tehdä. (Ilmatieteenlaitos, 2008.)



Kuva 7. Jyväskylän kuukausikeskilämpötilat sadan vuoden ajalta. (Ilmatieteenlaitos, 2008).

Taulukkoon 7 on otettu Jyväskylän kuukauden keskilämpötiloja vastaavat ilmalämpöpum-
pun lämpökertoimet, jotka on luettu kuvasta 6 polynomisovitteen käyrältä. Lämpökertoimi-
en avulla on määritetty kuukausittain saavutettavissa oleva energian säästö tariffeittain. Tä-
män jälkeen on laskettu säästöt euroina käyttäen Mikkeliissä voimassa olevia tariffeja.

Taulukko 7. Kesilämpötiloja vastaavat lämpökertoimet.

	Lämpö-tila	COP
TA	-7,8	2,15
HE	-8,8	2,10
MA	-3,8	2,25
HU	1,9	2,60
TO	8,7	3,00
KE	14,1	3,10
HE	16,5	3,10
EL	14,4	3,10
SY	9,0	3,00
LO	3,9	2,70
MA	-0,9	2,40
JO	-5,7	2,20

Sähkön säästämähdollisuus on laskettu edellä esitetyillä lämpökertoimilla. Laskuihin on käytetty alla olevaa kaava 5 ja tulokset on esitetty alapuolella olevassa taulukossa 8.

$$\text{Sähkön säästämähdollisuus} = \frac{\text{sähköntarve}}{\text{COP}} * (\text{COP} - 1) \quad (6)$$

Taulukko 8. Sähkön säästämähdollisuudet kWh:na.

Säästö mahdollisuudet		
	Matala	Korkea
	Tariffi	tariffi
	kWh	kWh
TA	369	627
HE	331	526
MA	333	416
HU	597	0
TO	294	0
KE	104	0
HE	0	0
EL	100	0
SY	267	0
LO	558	0
MA	221	504
JO	253	539
Yhteensä	3 426	2 611
	Yhteensä	6 038

Jakamalla lämmitykseen tarvittava sähkömäärä, tarvittavan lämmityssähkön ja säästön erotuksella eli kompressorin ja apulaitteiden työllä (ks. kaava 3) saadaan lämpöpumpun vuosilämpökertoimeksi noin 2,3. Motivan tekemän lämpöä ilmassa esitteen mukaan ilmalämpöpumpun vuotuinen keskimääräinen lämpökerroin vaihtelee normaaleissa käyttöolosuhteissa

2 ja 2,5 välillä. Tulos vaikuttaa siis luotettavalta ja riittävän hyvältä. Alapuolella (taulukko 9) on laskettu lämmityssähkön säästön suuruus euroina. (Motiva Oy, 2008a.)

Taulukko 9. Sähkön säästö euroina.

	Matala tariffi e	Korkea tariffi e
TA	21,10	62,60
HE	18,96	52,51
MA	19,04	41,51
HU	34,12	0,00
TO	16,82	0,00
KE	5,93	0,00
HE	0,00	0,00
EL	5,73	0,00
SY	15,26	0,00
LO	31,93	0,00
MA	12,63	50,36
JO	14,46	53,89
Yht.	195,98	260,88
Koko vuosi		456,86

Tämän laskelman mukaan ilma-ilmalämpöpumpulla saavutettaisiin vuosittain n. 457 euron suuruiset säästöt. Eli asentamalla kyseinen ilma-ilmalämpöpumppu kohteeseen voitaisiin lämmityskustannuksista saavuttaa 56,6 % suuruinen säästö, kun lämpöpumpun vuosilämpökerroin on noin 2,3 luokkaa. Motivan lämpöä ilmassa esitteen mukaan ilma-ilmalämpöpumpulla voidaan säästää noin 30–40 prosenttia koko asunnon lämmitysenergiasta lämpöpumpun mitoituksesta ja sisäyksikön sijoittelusta riippuen. Tämä viittaisi siihen, että laskut olisivat hieman liian optimistisia ja patterilämmityksen osuus tulisi olemaan todellisuudessa suurempi. Tällaisessa kuukauden keskilämpötiloihin perustuvassa tarkastelussa jää piiloon pakkaspäivät, joita kovana pakkastalvena voi olla 20. Näinä päivinä ilma-ilmalämpöpumpun teho ei riitä kattamaan lämmitystarvetta. Tosin viime talvena ei ollut yhtään pakkaspäivää ja ilma-ilmalämpöpumppu olisi toiminut koko vuoden ajan. Näyttää siltä, että tulevaisuudessakin voidaan odottaa yhtä lauhoja talvia kuin viime talvet ovat olleet, eikä tässä tarkastelussa siten tehdä siinäkään suurta virhettä. Lisäksi Motivan pientalojen lämmitysjärjestelmien vertailupalvelun mukaan casea vastaavassa talossa ilma-ilmalämpöpumpulla voitaisiin säästää lämmitysenergiakuluissa 487 € vuodessa. Casen talossa säästö oli 457 € vuodessa. Tällä perusteella tulos vaikuttaa luotettavalta. (Motiva Oy, 2008a; Motiva Oy, 2008c.)

Toshiba RAS-10DKVP-ND +RAS-10SAVP-ND ilma-ilmalämpöpumpun hinta on noin 4 metrin putkivedolla ja seinätelineellä 1940 €(sisältää alv:n 22 %). Asennustyön osuus hinnasta on 600€ ja se oikeuttaa kotitalousvähennykseen, jonka suuruus on 60 % asennustyön hinnasta miinus 100€n suuruinen omavastuu. Eli tässä tapauksessa saisi 260 euroa takaisin asennuksen osuudesta kotitalousvähennyksen muodossa. Näin ollen ilma-ilmalämpöpumpun omakustannus osuus putoaa 1680 euroon. Siispä viiden prosentin vuosi korolla investointi tulisi maksettua takaisin vähän alle neljässä vuodessa. SULPU:n puheenjohtajan Jussi Hirvosen mukaan ilma-ilmalämpöpumpuille saadaan yleensä alle viiden vuoden taloudellinen takaisinmaksuaika. Tässäkin suhteessa laskut tuntuvat realistisilta ja hyviltä. Lämpöpumpukeskuksen mukaan hyvän hyötysuhteen ilma-ilmalämpöpumppu säästää itsensä takaisin keskimäärin 3-4 vuodessa säästettyinä lämmityskuluina. Sähkön hinnan noustessa takaisin maksuaika nopeutuu. (Pajatsalo, 2008b; Hirvonen, 2008; Lämpöpumppukeskus, 2008b.)

6.2 CO₂ -päästövähennykset

Kustannuslaskelmien lisäksi case Raution tavoitteena oli selvittää millaisia vähennyksiä CO₂ -päästöjen suhteen ilma-ilmalämpöpumpulla voitaisiin saada aikaan. Talon sähkö tulee paikalliselta energiayhtiöltä, Etelä Savon energialta eli ESE:ltä. Yhtiö tuottaa sähköä, lämpöä ja höyryä voimalaitoksessa, kiinteissä lämpökeskuksissa sekä pieneltä osin myös siirrettävissä lämpökeskuksissa. ESE tuottaa 90 % sähköstä yhdessä kaukolämmön kanssa. Polttoaineena se käyttää mekaanisen puunjalostusteollisuuden sivutuotteita, turvetta, metsähaketta ja öljyä. Vuoden 2007 ympäristöraportin mukaan uusiutuvilla energianlähteillä tuotetaan 61 % ja öljyllä ja turpeella 39 % sähköstä. Öljyä käytetään ainoastaan kaukolämmön erillisverkossa sekä kantaverkossa huippu- ja varapolttoaineena. Öljyn osuus on häviävän pieni verrattuna turpeeseen. Eli ilmalämpöpumpulla voitaisiin vaikuttaa lähinnä turpeen käyttöön. Turpeen hiilidioksidin päästökerroin on 377 g/kWh. Näin ollen ilmalämpöpumpulla saataisiin seuraavan kaavan mukaan 887,7 kg suuruiset hiilidioksidi päästöjen vähennykset. (Etelä-Savon Energia Oy, 2008, 9, 11.)

$$\text{päästövähennykset} = 0,39 * \text{ilmalämpöpumpulla tuotettu lämpö} * 377 \text{ g/kWh} \quad (7)$$

ESE:n verkkoyhtiön alueella Mikkelissä on sähkölämmitettäviä erillisiä pientaloja yhteensä noin 2600 kpl. Yhteensä Mikkelissä on Mikkelin vesilaitoksen asiakastietojärjestelmän mukaan noin 5900 erillistä pientaloa. Jos kaikkiin 2600:aan pientaloon asennettaisiin vastaavanlainen ilma-ilmalämpöpumppu voitaisiin saada aikaan 2308 tonnin suuruiset hiilidioksidin päästövähennykset. ESE:n turpeen käytöstä aiheutuvat hiilidioksidipäästöt ovat vuoden 2007 ympäristöraportin mukaan 204034 t/a. Tästä nähdään, ettei saavutettavat vähennykset 1,1% ole kovin merkittäviä. Tämä on hyvin karkea arvio, eikä anna varmastikaan oikeaa kuvaa saavutettavista hyödyistä. Tärkein seikka, mikä vaikuttaa saavutettaviin CO₂ vähennyksiin, on miten sähköä paikkakunnalla tuotetaan. ESE tuottaa jo tällä hetkellä erittäin puhdasta sähköä, joten päästövähennykset eivät sen takia ole kovin suuret. Toisaalta laskussa ei ole myöskään huomioitu sitä, että kylmä-aineiden vuodot ilmalämpöpumpun elinkaaren aikana tulevat myös lisäämään CO₂ -päästöjä. (Etelä-Savon Energia Oy, 2008, 17; Hänninen, 2008; Tapaninen, 2008.)

7 YHTEENVETO

Suomessa on vuoden 2006 tilastokeskuksen tietojen mukaan 1 054 900 erillistä pientaloa. Niiden lämmittäminen tuottaa 7–8 miljoonaa tonnia hiilidioksidipäästöjä vuodessa, mikä on 10 % Suomen koko kasvihuonepäästöistä. Erillisistä pientaloista 40 % lämpiää sähköllä, 28 % puulla ja 22 % öljyllä tarjoten näin suuren potentiaalın lämpöpumppuratkaisuille. Ikään-tyvät öljylämmitysjärjestelmät alkavat olla kohta uusimisen edessä ja silloin varmasti nou-see esiin mahdollisuus vaihtaa lämmitysjärjestelmä johonkin ympäristöystävällisempään vaihtoehtoon, kuten maalämpöpumppuun. Myös kallistuvat sähköhinnat ajanevat kuluttajia lämpöpumppuostoksille. EU:n Suomelle asettamien tavoitteiden mukaan Suomen tulisi lisä-tä uusiutuvan energian käyttöä vuoden 2005 28,5 % tasosta 38 %:een vuoteen 2020 men-nessä. Tämä tarkoittaisi 30 TWh/a lisäystä uusiutuvan energian vuotuisen käyttöön vuoteen 2020 mennessä ja tästä tavoitteesta olisi mahdollista saavuttaa lämpöpumpuilla noin 5–10 TWh/a jo nykyisillä lämpöpumppujen asennusmäärillä. (Aalto, 2008; Hirvonen, 2008a, 3; Motiva, 2008c.)

Lämpöpumppu toimii samalla periaatteella kuin jääkaappi, mutta prosessi on vain päinvas-tainen. Lämpöpumppu ottaa lämmönlähteestä (ulkoilma, poistoilma, vesi, maa tai porakaivo) lämpöä ja siirtää sen vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään tai suoraan huoneilmaan. Pääja-ko lämpöpumpuissa on maalämpöpumppuihin ja ilmalämpöpumppuihin. Maalämpöpumput jakaantuvat edelleen vesistöä, porakaivoa tai maaperää lämmönlähteenään käyttävään mal-liin. Niistä suosituin on nykyään porakaivoa hyödyntävä maalämpöpumppu. Ilmalämpö-pumput jakaantuvat ilma-ilma- ja ilma-vesilämpöpumppuihin sekä poistoilmalämpöpump-puihin. Näistä yleisin on ilma-ilmalämpöpumppu. (Motiva Oy, 2008a; Motiva Oy, 2008b; Nissilä, 2007, 12.)

Työn perusteella voi sanoa, että jos kyseessä on suorasähkölämmitteinen omakotitalo, on kannattavinta hankkia siihen ilma-ilmalämpöpumppu. Jos taas talossa on öljylämmitysjär-jestelmä tai jollakin muulla lämmönlähteellä lämpiävä vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä, tulevat kysymykseen maalämpöpumpputyypit sekä ilma-vesilämpöpumput. Poistoilmaläm-pöpumppua voidaan puolestaan harkita silloin, kun talossa on koneellisesti hoidettu ilman-vaihto sekä tarvittavat poisto- ja tuloilmakanavat. Entisen päälämmitystavan lisäksi lämpö-

pumpun hankintaan vaikuttavat talon koko ja kerrosten lukumäärä sekä talon lämmöntarve. Ne sanelevat sen, miten iso lämpöpumppu tarvitaan. Saavutettaviin säästöihin puolestaan vaikuttavat lämpöpumpun oikeanlainen mitoitus ja käyttö, sijoitus talossa, paikkakunnan ulkolämpötilat sekä se käytetäänkö lämpöpumppua myös jäähdytykseen.

Casen laskujen perusteella ilma-ilmalämpöpumppu tulisi kannattavaksi suorasähkölämmitteisessä yksikerroksisessa, huoneistoalaltaan 136m² talossa. Ilma-ilmalämpöpumpulla saavutettavat säästöt olisivat noin 457 €/a verrattuna suoraan sähkölämmitykseen. Viiden prosentin vuosikorolla lämpöpumppu maksaisi itsensä takaisin vähän alle neljässä vuodessa. Laskut perustuivat talon sähkönkäyttötietoihin, Jyväskylän kuukauden keskilämpötiloihin sekä kyseiselle ilma-ilmalämpöpumpulle tehtyihin lämpökertoimen testituloksiin. Tulokset vastasivat kirjallisuudesta saatuja arvoja ja tuntuivat luotettavilta. Ilma-ilmalämpöpumpun asentaminen on siis järkevä ja kannattava sijoitus kyseiseen kohteeseen sekä vastaavanlaisiin suorasähkölämmitteisiin taloihin. Virhettä laskuihin aiheuttanee se, että laskuissa käytettiin keskilämpötiloja, jolloin pakkaspäivät jäivät piiloon. Lisäksi ilma-ilmalämpöpumppu jouduttaisiin sijoittamaan rakennuksen lounaan puoleiseen päätyyn, joten sen tuottama lämpö ei välttämättä leviäisi riittävästi vastakkaisessa päädyssä oleviin huoneisiin. Todellisuudessa saavutettavat säästöt olisivat siis todennäköisesti pienemmät ja patterilämmityksen osuus suurempi. Toisaalta lauhat talvet näyttävät jatkuvan, joten ilma-ilmalämpöpumpun voinee olettaa pystyvän toimimaan jatkossa koko vuoden moitteetta, eikä pakkaspäivien puuttuminen tee täten niin suurta virhettä tuloksiin. Lämpöpumpun paikka puolestaan katsottiin yhdessä alanasantuntijan kanssa, joten voidaan olettaa, että ilma-ilmalämpöpumppu toimisi kyseisellä paikalla riittävän hyvin. Laskuissa oletettiin lisäksi, ettei lämpöpumppu käytetä kesäisin jäähdytykseen, mikä olisi omalta osaltaan laskenut saavutettavia säästöjä. Oletus on perusteltu, koska talo on hieman varjossa eikä talon asukkaat ole kuumimpina-kaan kesinä kärsineet asunnon kuumuudesta.

Casen tapauksessa ilma-ilmalämpöpumpulla saavutettaisiin noin 888 kg suuruiset CO₂ - päästöjen vähennykset. Jos kaikki ESE:n Mikkelin alueella olevat sähkölämmitteiset talot eli 2600 erillistä pientaloa asentaisivat samanlaisen ilma-ilmalämpöpumpun, olisi vähennykset yhteensä 2308 tonnin luokkaa, mikä ei olisi kuin 1,1 prosenttia ESE:n turpeen käytön kokonaispäästöistä. Tulokseen vaikuttaa oleellisesti se, että ESE tuottaa jo hyvin puhdasta sähköä. Toisaalta laskennassa ei ole myöskään huomioitu kylmä-aineen vuotoja ilma-

ilmalämpöpumpun elinkaaren aikana, mikä lisäisi lämpöpumppujen hiilidioksidipäästöjä. Lisäksi laskuissa on käytetty sitä karkeaa oletusta, että kaikki 2600 taloa olisivat samantyyppisiä taloja kuin casen talo. Tämä oletuskin voi vääristää tulosta kumpaankin suuntaan. (Tapaninen, 2008.)

Tämän työn tavoitteena oli antaa yleiskuva lämpöpumpuista ja perustella niiden käytön kannattavuutta sekä valtakunnallisella että yksilöllisellä tasolla. EU:n Suomelle asettamien tavoitteiden mukaan Suomen on lisättävä uusiutuvan energian käyttöä ja vähennettävä hiilidioksidipäästöjä. Rakennusten lämmittäminen lämpöpumpuilla tarjoaa mahdollisuuden tehdä molempia samaan aikaan ja vielä niin, että se hyödyttää ihmisiä sekä kansallisella että yksilöllisellä tasolla.

LÄHDELUETTELO

Aalto, Kirsi-Marja. 2008. Tilastokeskus. [sähköpostiviesti]. 5.11.2008.

Etelä-Savon Energia Oy. 2008. Ympäristöraportti 2007. [verkkojulkaisu]. 18 s. [viitattu 6.11.2008]. Saatavissa: <http://www.es.fi/ymparistoraportti.pdf>.

Hirvonen, Jussi. 2008a. Kivikausi ei loppunut kivien loppumiseen. Lämpöpumppu uutiset, 2008: 2. 3 s. Pääkirjoitus. [verkkolehti]. [viitattu 29.10.2008]. Saatavissa: http://www.ivt.fi/images/images_fi/pdf/IVTLPU5.pdf.

Hirvonen, Jussi. 2008b. Puheenjohtaja. Suomen lämpöpumppuyhdistys ry. [sähköpostiviesti]. 15.9.2008.

Häkämies, Olli. 2008. Lämpöpumpuilla hiilidioksidipäästöjä vastaan. Lämpöpumppu uutiset, 2008: 2. 5 s. [verkkolehti]. [viitattu 29.10.2008]. Saatavissa: http://www.ivt.fi/images/images_fi/pdf/IVTLPU5.pdf.

Hänninen, Helena. 2008. Toimistos sihteeri. Mikkelin Vesilaitos. [Puhelinhaastattelu]. 11.11.2008.

Ilmatieteenlaitos. 2008. Ilmastotilastot. [internet -sivusto]. [viitattu 29.10.2008]. Saatavissa: http://www.ilmatieteenlaitos.fi/saa/tilastot_4.html#5.

Kuikkaniemi, Kaisa. 2008. Pumppaa lämpö omasta pihasta. Länsisavo. [sanomalehti]. 20 s. 11.10.2008.

Lämpöpumppukeskus. 2008a. On/Off- ja invertteri –malli. [internet -sivusto]. [viitattu 5.11.2008]. Saatavissa: http://www.lampopumppukeskus.fi/index.php?node_id=8196.

Lämpöpumppukeskus. 2008b. Sähkölämmitys ja ilmalämpöpumppu. [internet -sivusto]. [viitattu 5.11.2008]. Saatavissa:

http://www.lampopumppukeskus.fi/index.php?node_id=8204.

Motiva Oy. 2008a. Lämpöä ilmassa. [Vihko]. Helsinki.

Motiva Oy. 2008b. Lämpöä omasta maasta. [Vihko]. Helsinki.

Motiva Oy. 2008c. Pientalon Lämmitysjärjestelmät. [internet –sivusto]. [viitattu 6.11.2008]. Saatavissa: <http://www.motiva.fi/fi/kuluttajat/pientalonlammitysjarjestelmat/>.

Nissilä, Olli. 2007. Lämpöpumppujen käytön vaikutus sähköntuotantoon ja CO₂-päästöihin. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, Teknillisen fysiikan ja matematiikan osasto. Espoo. 90 s.

Nyman, Mikko; Punakallio, Eero. 2007. Ilmalämpöpumpun Toshiba RAS-10SKVP-ND + RAS-10SAVP-ND toimintakoe matalissa ulkoilman lämpötiloissa ja sulatusjaksot sisältävä lämpökerroin. Testausseloste nro. VTT-S-10993-07. Erikoistutkija; Palvelupäällikkö. VTT. 2 s.

Pajatsalo, Antti. 2008a. Myyjä. SunOptimi. Mikkeli. [Myyntitilanne]. 31.10.2008.

Pajatsalo, Antti. 2008b. Myyjä SunOptimi. [Sähköpostiviesti]. 31.10.2008.

Pesonen, Anssi. 2005. Lämpöpumpun käyttö rakennusten lämmityksessä ja jäähdytyksessä, kolme esimerkkirakennusta. Raportti 180. Tampereen teknillinen yliopisto, Energia- ja prosessitekniikan laitos. Tampere. 97 s. ISBN 952-15-1358-6, ISSN 1459-3440.

Seppänen, Olli. 2001. Rakennusten lämmitys. 2 päivitetty painos. Jyväskylä: Suomen LVI-liitto ry. 444 s. ISBN 951-98811-0-7.

Tapaninen, Jorma. 2008. Osastopäällikkö. Etelä-Savon Energia Oy. [sähköpostiviesti]. 10.11.2008.

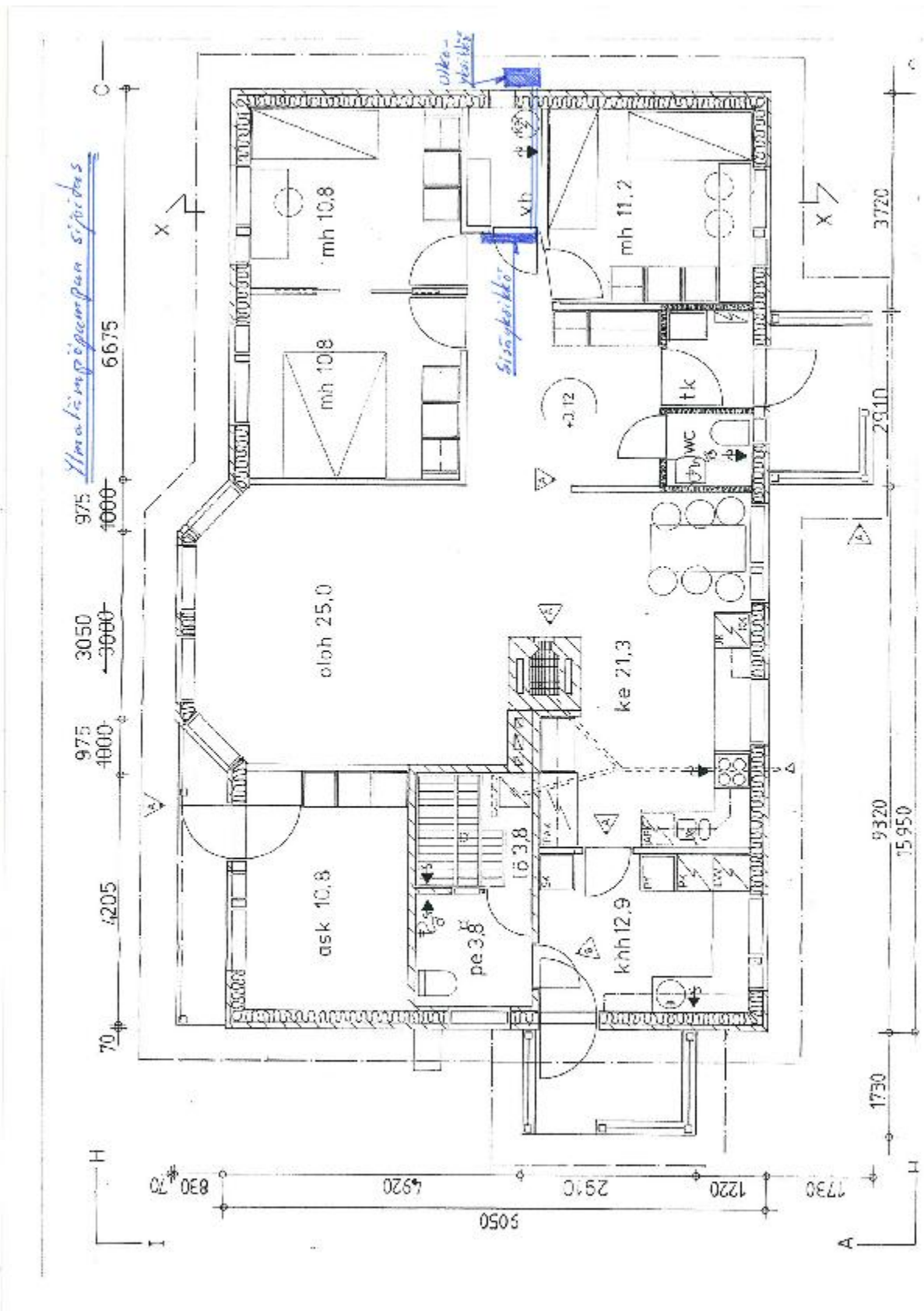
Lindell, Markku; Huttula, Juho. 2006. Teema ilmalämpöpumput. TM -rakennusmaailma, 2006: 6. 34 s.

Verovirasto. 2008. [yleinen puhelinneuvonta: puhelinkeskustelu]. 28.10.2008.

Sähkölukemat vuosilta 2003-2008.

	2003		2004		2005		2007		2008	
	kWh matala tariffi	kWh korkea tariffi	kWh matala tariffi	kWh korkea tariffi	kWh matala tariffi	kWh korkea tariffi	kWh matala tariffi	kWh korkea tariffi	kWh matala tariffi	kWh korkea tariffi
1.1.	192 672	91 816	208 293	99 648	221 559	106 711	10 763	3 631	24 335	9 819
1.2.	194 385	94 086	209 264	101 215	222 507	108 259	11 790	4 994	25 250	11 054
1.3.	195 724	95 647	210 266	102 695	223 563	109 906	12 891	6 468	26 041	12 034
1.4.	197 071	96 958	211 166	103 786	224 644	111 333	13 811	7 417	26 914	13 121
1.5.	199 353	96 958	212 818	103 786	226 650	111 333	15 407	7 417	28 475	13 121
1.6.	200 653	96 958	214 062	103 786	227 941	111 333	16 732	7 417	29 771	13 121
1.7.	201 796	96 958	215 191	103 786	228 883	111 333	17 672	7 417	30 632	13 121
1.8.	202 567	96 958	216 076	103 786	229 533	111 333	18 527	7 417	31 530	13 121
1.9.	203 708	96 958	216 963	103 786	230 477	111 333	19 537	7 417	32 537	13 121
1.10.	204 818	96 958	218 179	103 786	231 670	111 333	20 893	7 417	33 913	13 121
1.11.	206 692	96 958	219 808	103 786	233 488	111 333	22 637	7 417	35 531	13 121
1.12.	207 444	98 233	220 680	105 123	234 288	112 694	23 430	8 610	36 331	14 401
1.1.	208 293	99 648	221 559	106 711	235 217	114 152	24 335	9 819	37 211	15 801

Talon pohjapiirros, ilmalämpöpumpun sijoituspaikka.



Sähkölasku.


Etelä-Savon Energia Oy

 Vuorikatu 19
 50100 MIKKELI


M153

ERITTELYSIVU 2(2)

24.10.2008



Hannu Rautio Honkajoenkaari 6 50100 MIKKELI	3657-1143	Laskun numero	152662
		Asiakasnumero	10928
		Toimituskohde	70756 Honkajoenkaari 6 50100 MIKKELI
		Sulakekoko	3X25

Vuosiarvio sähkökäytöstänne	Arvioitu mittarinlukema	Mittarinumero	Kerroin
Energia päivä 6375 kWh	Energia päivä 13792	36448	1
Energia yö 13398 kWh	Energia yö 35751		1

Etelä-Savon Energia Oy

Sähköenergia, arvioidut maksut 01.09.2008-31.10.2008

Sähkönmyynti, kaksiaikäsähkö, ohjattu

Energia muu aika, arvioitu	01.09.2008-31.10.2008	2545 kWh	3,70 snt/kWh	94,16
Energia talvipäivä, arvioitu	01.09.2008-31.10.2008	0 kWh	5,43 snt/kWh	0,00

Sähköenergia arvioidut maksut yhteensä

94,16

ESE-Verkko Oy

Sähkösiiro, arvioidut maksut 01.09.2008-31.10.2008

Sähköverkko, kaksiaikäsähkö, ohjattu

Perusmaksu, arvioitu	01.09.2008-31.10.2008		140,00 e/v	23,34
Energia muu aika, arvioitu	01.09.2008-31.10.2008	2545 kWh	0,94 snt/kWh	23,93
Energia talvipäivä, arvioitu	01.09.2008-31.10.2008	0 kWh	3,48 snt/kWh	0,00
Sähkövero, yö, arvioitu	01.09.2008-31.10.2008	2545 kWh	1,07726 snt/kWh	27,41
Sähkövero, päivä, arvioitu	01.09.2008-31.10.2008	0 kWh	1,07726 snt/kWh	0,00

Sähkösiiro arvioidut maksut yhteensä

74,68

Etelä-Savon Energia Oy:n vuonna 2007 hankkiman ja myymän sähkön tuotanto jakaantui eri energialähteiden kesken seuraavasti:
 Fossiiliset energialähteet ja turve 39,3 %
 Uusiutuvat energialähteet 60,7 %

Lisätietoa energialähteiden päästöistä löytyy osoitteesta www.eso.fi => ESE ja ympäristö

NORPPASÄHKÖ Myymämme Norppasähkö on 100 %:sti puulla tuotettua sähköä.

TUULINORPPASÄHKÖ Myymämme Tuulinorppasähkö on 100 %:sti tuulivoimalla tuotettua sähköä.