

Tarmo Pyykkönen

## **PIENTALON LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT JA -JÄRJESTELMÄN UUSIMINEN**

# **PIENTALON LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT JA -JÄRJESTELMÄN UUSIMINEN**

Tarmo Pyykkönen  
Opinnäytetyö  
Syksy 2014  
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma, Rakennustekniikka

---

Tekijä: Tarmo Pyykkönen  
Opinnäytetyön nimi: Pientalon lämmitysjärjestelmät ja -järjestelmän uusiminen  
Työn ohjaaja: Pekka Harju  
Työn valmistumislukukausi- ja vuosi: Syyslukukausi 2014 Sivumäärä: 49 + 5

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää eri lämmitysjärjestelmävaihtoehtoja vanhan lämmitysjärjestelmän korvaamiseksi. Lisäksi tavoitteena oli vertailla lämmitysjärjestelmien investointi- ja käyttökustannuksia sekä ominaisuuksia. Työssä oli myös tarkoitus käydä läpi esimerkkikohteeseen tehty lämmitysmuodonmuutos ja vertailla esimerkkikohteeseen asennettua lämmitysmuotoa vanhaan lämmitysmuotoon.

Opinnäytetyössä käsiteltiin lämmitysjärjestelmien eri osia eli lämmönjakoa, lämmön varastointia, säätö- ja ohjausjärjestelmiä ja lämmönkehityslaitteita. Työssä käytiin läpi useita eri lämmönkehitysjärjestelmiä. Koska esimerkkikohteessa vaihdettiin puulämmityksestä maalämpöön, käytiin työssä nämä lämmitysmuodot perusteellisemmin läpi.

Työ tehtiin hakemalla lämmitysjärjestelmistä tietoa kirjoista, lehdistä ja internetistä. Lisäksi eri lämmitysjärjestelmien ominaisuuksien ja kustannuksien vertailua tehtiin käyttämällä Motivan verkkosivuilta löytyvää pientalon lämmitystapojen vertailulaskuria. Kokemuksia esimerkkikohteeseen tehdystä lämmitysmuodon muutoksesta sekä vertailutietoa lämmitysjärjestelmästä kerättiin haastattelemalla talon asukkaita.

Työssä selvitettiin eri lämmitysjärjestelmien ominaisuuksia, investointikustannuksia ja käyttökustannuksia. Lisäksi selvitettiin arvioita, paljonko eri lämmitysjärjestelmien investointi- ja käyttökustannukset ovat nyt ja kahdenkymmenen vuoden kuluttua. Työssä laskettiin myös, paljonko esimerkkikohteen lämmityskustannukset ovat nyt maalämmöllä ja paljonko ne olivat ennen puulämmityksellä.

---

Asiasanat: lämmitysjärjestelmät, lämmönjakojärjestelmät, lämpöpumput, puulämmitys, maalämpö

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
1 JOHDANTO.....	6
2 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN UUSIMINEN.....	7
3 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ.....	9
3.1 Lämmönjakojärjestelmät.....	9
3.1.1 Vesikeskuslämmitys.....	9
3.1.2 Ilmakiertoinen lämmönjako.....	10
3.1.3 Huonekohtainen sähkölämmitys.....	10
3.2 Lämmönvarastointi.....	11
3.3 Sääto- ja ohjausjärjestelmät.....	12
3.4 Lämmönkehityslaitteet.....	12
4 LÄMMÖNKEHITYSLAITTEET.....	13
4.1 Puu- ja pellettilämmitys.....	13
4.1.1 Puulämpökattilat.....	14
4.1.2 Tulisijälämmitys.....	15
4.1.3 Hakelämmitys.....	16
4.1.4 Pellettilämmitys.....	17
4.2 Lämpöpumput.....	18
4.2.1 Ilmalämpöpumppu.....	18
4.2.2 Poistoilmalämpöpumppu.....	20
4.2.3 Ilma-vesilämpöpumppu.....	21
4.2.4 Maalämpöpumppu.....	21
4.3 Öljylämmitys.....	26
4.3.1 Öljylämmityksen mahdollisuudet.....	26
4.3.2 Öljylämmityksen osat ja toiminta.....	26
4.3.3 Öljylämmityksen huolto.....	27
4.4 Sähkölämmitys.....	27
4.4.1 Suorasähkölämmitys.....	28
4.4.2 Varaava sähkölämmitys.....	28
4.4.3 Sähkölämmitys lisälämpönä.....	28

4.4.4	Sähkölämmityksen ohjaus .....	29
4.5	Muut lämmitysjärjestelmät .....	29
4.5.1	Aurinkoenergia .....	29
4.5.2	Hybridilämmitys .....	30
4.5.3	Kaukolämpö .....	31
4.5.4	Maakaasulämmitys .....	31
5	LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN VERTAILU .....	33
5.1	Investointikustannukset .....	33
5.2	Käyttökustannukset .....	34
5.3	Ominaisuuksien vertailu .....	35
5.4	Lämmitystapojen vertailu laskurilla .....	36
5.4.1	Laskurin tarkoitus ja kohderyhmä .....	37
5.4.2	Vertailulaskurin lämmitystapojen vertailu .....	37
5.4.3	Lämmitystapojen vertailulaskurin tulokset .....	38
6	LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN UUSIMINEN ESIMERKKITALOON .....	42
6.1	Uusimisen tarve .....	42
6.2	Lämmitysjärjestelmän valinta .....	42
6.3	Lämmitysjärjestelmän asentaminen .....	43
6.4	Lämmitysjärjestelmän käyttö .....	44
6.5	Kustannukset esimerkkikohteessa .....	44
6.5.1	Investointikustannukset .....	44
6.5.2	Yhden vuoden käyttökustannukset .....	45
6.6	Kokemukset maalämmöstä .....	46
7	YHTEENVETO .....	47
	LÄHTEET .....	48
	LIITTEET .....	50

# 1 JOHDANTO

Suuriman ajan vuodesta jokainen Suomessa sijaitseva omakotitalo täytyy lämmitellä jotenkin. Lähes kaikissa taloissa lämmitysjärjestelmä lämmittelee myös lämpimän käyttöveden ympäri vuoden. Lämmitysmuotoja on valittavana useita erilaisia, myös eri lämmitysjärjestelmien yhdistelmät ovat mahdollisia. Lämmitysjärjestelmän valinta vaikuttaa paljon rakennuksen elinkaaren aikaisiin energiakustannuksiin ja energiankulutukseen.

Tässä työssä vertaillaan lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavia asioita ja ratkaisuja sekä lämmitysjärjestelmien investointi- ja käyttökustannuksia. Työssä kerrotaan, kuinka esimerkkitilanteessa muutettiin puulämmitys maalämmitykseksi. Lisäksi selvitetään kuinka paljon olivat kohteen lämmitysjärjestelmän käyttökustannukset ennen ja paljonko kustannukset ovat nyt. Koska esimerkkitilanteessa oli puulla toimiva lämmitysjärjestelmä, joka muutettiin maalämmöksi, perehdytään työssä perusteellisemmin näihin kahteen lämmitysmuotoon. Vähiten työssä käsitellään niitä lämmitysmuotoja, jotka ovat mahdottomia kohteen sijainnin takia tai muuten vaan epätodennäköisiä esimerkkitilanteeseen, kuten kaukolämpö ja maakaasu.

Työssä perehdytään eri lämmitysjärjestelmien ominaisuuksiin sekä niiden investointi- ja käyttökustannuksiin nyt ja tulevaisuudessa. Lisäksi vertaillaan esimerkkitilanteessa olevaa maalämpöä kohteen entiseen puulämmitykseen sekä lasketaan niiden käyttökustannukset haastattelemalla talon asukkaita. Vertailun tekemiseen käytetään Motivan verkkosivuilta löytyvää pientalon lämmitystapojen vertailulaskuria, joka tehdään esimerkkitilanteen tietojen ja työssä selviävien tietojen pohjalta. Liitteenä työssä on vertailulaskuri lähtötietoineen ja tuloksineen.

## 2 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN UUSIMINEN

Lämmitysjärjestelmät eivät ole ikuisia, jossakin vaiheessa ne vaativat uusimisen (1, s.143). Uusiin voivat vaikuttaa myös muut syyt, kuten energiakustannusten pienentäminen ja ympäristöasiat, jotka ovat usein syynä lämmitysjärjestelmän uusimiseen (2, s. 5). Energian kallistuessa monet remontoijat joutuvat miettimään, mikä olisi heille oikea ratkaisu. Tulevaa hintakehitystä on vaikea ennakoida ja kuitenkin se tulisi ottaa huomioon kustannussuunnitelmaa tehtäessä. Maksoi energia mitä tahansa, täytyy taloa lämmittää. Nykyaikaiselta lämmitysjärjestelmältä vaaditaan paitsi alhaista energiakulutusta ja edullisia käyttökustannuksia, myös helppohoitoisuutta, huolettomuutta sekä mahdollisuutta hyödyntää muita energialähteitä. (1, s. 142.)

Kun pientalon lämmitysjärjestelmää valitaan, päätetään kahdesta asiasta: lämmitysenergian tuotantotavasta ja lämmönjakojärjestelmästä. Käytetyimpiä lämmöntuotantotapoja ovat sähkö, kaukolämpö, maalämpö, puu ja öljy. Lämmön siirtoon ja luovutukseen käytetään joko kiertovesijärjestelmää, ilmakiertoa tai lämpö tuotetaan huonetilassa sähkövastuksilla tai tulisijalla. (1, s. 142.) Lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavat monet tekijät. Yhtä ja ainoa oikeaa lämmitysmuotoa ei ole. Kaikissa markkinoilla olevissa lämmitysjärjestelmissä on hyviä ja huonoja puolia. (2, s. 4.)

Valinnassa kiinnitetään huomiota huolettomuuteen, asumismukavuuteen sekä taloudellisuuteen, jota puntaroidaan käyttö- ja investointikustannuksia vertaamalla. Myös ympäristöystävällisyydellä, terveellisyydellä ja omilla aiemmilla asumiskokemuksilla on vaikutusta valintaan. Jossain tapauksessa lämmönlähteen vaihtamisen helppouskin vaikuttaa valintaan, jos esimerkiksi elämäntilanne, lämmityspolttoaineen saatavuus tai hintasuhteet muuttuvat. (1, s. 142.)

Rakennuksen koolla on iso merkitys lämmitysjärjestelmän valintaan. Sillä, mitä suurempi tai huonommin eristetty talo, sitä enemmän se tarvitsee lämmitysenergiaa. Silloin kannattaa sijoittaa lämmitysjärjestelmään, joka käyttää mahdollisimman edullista lämmitysenergiaa. Pienessä ja hyvin eristetyssä talossa lämmitysenergiaa kuluu vähemmän, jolloin energian hinnalla ei ole niin suurta merkitystä. (2, s. 4.)

Jos talossa on hyväkuntoinen vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä, on eri lämmitysjärjestelmävaihtoehtoja useita. Jos varsinainen lämmityslaitte on hyvässä kunnossa, ei sitä kannata välttämättä purkaa pois, vaan sen rinnalle voidaan mahdollisesti asentaa toinen lämmöntuottoalaite.

Rinnalle asennettavaksi laitteeksi sopii esimerkiksi ilma-vesilämpöpumppu tai aurinkokerääjä. Jos talossa on huonekohtainen sähkölämmitys, tilanne on hieman erilainen. Vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä on mahdollista asentaa, mutta se maksaa paljon. (2, s. 5.)

Rakennuksen sijainti voi joskus rajoittaa lämmitysjärjestelmän valintaa. Maaperän laatu ja tontin koko vaikuttavat siihen, voidaanko maalämpöpumpun tarvitsema vaakaputkisto asentaa. Pora-kaivo puolestaan edellyttää, että peruskallio on riittävän lähellä maanpintaa. Kaukolämmön ja maakaasun voi valita vain olemassa olevien jakeluverkkojen läheisyydessä. (2, s. 4.)

Rakentajat käyttävät yleensä paljon aikaa lämmitysjärjestelmän valintaan. Rakentajan tulisi myös miettiä ennen sitä, olisiko mahdollista paremmalla eristyksellä ja tiiveydellä vähentää talon energiantarvetta. Energianhinta eri muodoissaan tulee todennäköisesti nousemaan rakennuksen elinkaaren aikana. Rakennuksen lämmitystarpeen pienentämiseksi tähtäävät investoinnit tulevat aina kannattavammaksi, kun takaisinmaksuajat lyhenevät. (3.)



## **3 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ**

Pientalon lämmitysjärjestelmä voidaan jakaa lämmönkehityslaitteisiin, lämmönvarastointiin, lämmönjakojärjestelmään sekä säätö- ja ohjauslaitteisiin. Jako auttaa hahmottamaan lämmitysjärjestelmää kokonaisuutena, jossa eri osakokonaisuudet voivat jossain tapauksissa yhdistyä. Esimerkiksi sähkölämmityksessä huoneen lämmityslaitteet toimivat sekä lämmönjakolaitteina, lämmönkehityslaitteina ja myös osittain varaajina. Useimmiten kannattaa asentuttaa koko lämmitysjärjestelmä kerrallaan, eikä hankkia osakokonaisuuksia erikseen. (2, s. 8.)

### **3.1 Lämmönjakojärjestelmät**

Lämmönjakojärjestelmään kuuluvat siirtoputkistot ja siirtokanavat sekä huoneilojen ja tuloilman lämmityslaitteet. Lämmönjakojärjestelmän tarkoituksena on siirtää tuotettu lämpö ja huolehtia sen jakamisesta tasaisesti talon eri huoneisiin ja käyttökohteisiin. Yleisimpiä lämmönjakotapoja ovat vesikiertoinen lattia- ja patterilämmitys, huonekohtainen sähkölämmitys sekä ilmalämmitys. Järjestelmä voi olla myös näiden yhdistelmä. (2, s. 10.)

Lämmönjaon perusratkaisuja ovat vesikiertoinen patteri- tai lattialämmitys, ilmankiertoon tai ilmanvaihtoon perustuvat järjestelmät. Huonekohtaiset sähkölämmityslaitteet, kuten sähköpatterit tai lämmityskaapelit, toimivat myös lämmönkehityslaitteina. Yhä useammassa uusissa pientaloissa on lattia- tai ilmanvaihtolämmityksen kaltainen matalalämpötilainen lämmönjakojärjestelmä. Se tehostaa lämmönjaon tasaisuutta ja asumisviihtyvyyttä. (2, s. 9.)

#### **3.1.1 Vesikeskuslämmitys**

Vesikeskuslämmitys toimii siten, että lämmönkehityslaitteessa lämmitetään vesi, jota kierrätetään pattereissa tai lattialämmityspotkissa. Ne luovuttavat sitten lämpöä huonetilaan. Lämmitysverkoston vettä kierrätetään kiertovesipumpulla. (2, s. 10.)

Lämmönjakotapana voi olla patterilämmitys, lattialämmitys tai näiden yhdistelmä. Käytettäessä yhdistelmäratkaisua tarvitaan molemmille osajärjestelmille omat kiertoveden lämpötilan säätöpii-

rit, koska patterilämmitys vaatii kiertovedeltä korkeamman lämpötilan kuin lattialämmitys. Erityisesti talon kosteisiin tiloihin kannattaa valita lattialämmitys. (2, s. 10.)

Vesikeskuslämmityksen lämmönlähde voidaan valita vapaasti, joten lämmöntuotannossa on mahdollista käyttää rinnakkain useampia lämmönlähteitä. Lisälämmönlähteiden liittäminen ja energiamuodon vaihtaminen onnistuvat helposti. (2, s. 10.)

### **3.1.2 Ilmakiertoinen lämmönjako**

Ilmanvaihtolämmityksessä lämmönjakoon käytetään normaalia lämmöntalteenotolla varustettua tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmää. Ilmanvaihtokoneessa voi olla lämmöntalteenottolaitteen lisäksi myös lämpöpumppu. Tuloilmavirrat mitoitetaan ilmanvaihdon tarpeen mukaan. Huoneisiin puhallettava tuloilma lämmitetään ensin keskitetysti ilmanvaihtokoneessa sisä- ja ulkoilman lämpötilan mukaan 15 - 40 celsiusasteeseen. Lämmitykseen voidaan käyttää mitä tahansa lämmönlähdettä. (2, s. 10.)

Tuloilman päätelaitteen sisältämä lämmityselementti hienosäätää sisäilman lämpötilan huonekohtaisesti. Vedottomuus kannattaa varmistaa jo rakennusvaiheessa pienentämällä rakennuksen vaipan lämpöhäviötä, eikä lisäämällä lämmitystehoa. Ilmanvaihtolämmityksellä paikalliset yllämmöt ja tulisijan lämpö voidaan jakaa tasaisesti koko taloon. (2, s. 10.)

Ilma jaetaan huoneisiin pääsääntöisesti yläjakoisesti eli seinään tai kattoon sijoitetuista päätelaitteista. Olohuone ja makuuhuoneet lämmitetään ilmanvaihdon tuloilmalla. Muut tilat lämmitetään esimerkiksi lattialämmityksellä. Ilmakiertoisessa lattialämmityksessä lämmitetty ilma kiertää talon perustuksessa suljetussa kanavaverkossa. Tällaisessa ratkaisussa yleensä koko talon perustus suunnitellaan kokonaisuutena. (2, s. 10.)

### **3.1.3 Huonekohtainen sähkölämmitys**

Lämmönjako- ja lämmönkehitysjärjestelmät yhdistyvät suorassa sähkölämmityksessä. Varaavasti toteutetussa lattialämmityksessä lämpöenergia varataan esimerkiksi lattian betonilaattaan. (2, s. 11.)

Huonekohtaisessa sähkölämmityksessä yhdistetään yleensä useita lämmönjakotapoja, esimerkiksi lattia-, katto-, patteri-, ja ikkunalämmitystä. Eri huonetiloihin voidaan valita sopivin sähkölämmitystapa. Sähkölämmitystä ohjataan laite- tai huonekohtaisilla termostaateilla, mutta saatavilla on myös keskitettyjä säätöjärjestelmiä. (2, s. 11.)

Sähkölämmitteisen talon käyttövesi lämmitetään erillisessä käyttövesivaraajassa yleensä yösähköllä, joka on edullisempaa. Esimerkiksi nelihenkiselle perheelle sopii 300 - 500 litran lämminvesivaraaja. (2, s. 11.)

Pientalon rakentajalla ja remontoijalla on useita eri vaihtoehtoja talon lämmitysjärjestelmäksi (2, s. 4). Lämmönjakotapa vaikuttaa olennaisesti siihen, millaisia lämmitysratkaisuja kannattaa ensisijaisesti miettiä. Mikäli talossa on olemassa vesikiertoinen keskuslämmitys, on lämmitykseen laaja vaihtoehtojen kirjo. Jos keskuslämmitystä ei ole, sen perustaminen vanhaan rakennukseen vaatii enemmän työtä ja nostaa saneerauskustannuksia. (4, s. 2.)

Lämmitysjärjestelmän tehtävänä on pitää asuintilat aina lämpimänä ja viihtyisinä. Pientalo kuluttaa energiaa pelkästään veden lämmitykseen noin 10 000 - 20 000 kilowattituntia vuodessa. Tavallisen pientalon tilojen lämmitys kuluttaa vuodessa 100 - 120 kilowattituntia kuutiometri. (2, s. 6.)

### **3.2 Lämmönvarastointi**

Muutamissa lämmitysjärjestelmissä osa lämmöstä varastoidaan ennen sen varsinaista käyttöä. Erityisesti puu- tai pellettilämmitystä käytettäessä lämmönvarastointi varaajaan lisää käyttömukavuutta. Myös aurinkokeräimien keräämää lämpöä varastoidaan varaajaan. (2, s. 8.)

Useimmiten lämpöä varastoidaan joko vesivaraajaan, talon rakenteisiin, tulisijan seinämiin tai muuhun varaajaan, joka kykenee hyvin säilyttämään lämpöä. Varastoitua lämpöä hyödynnetään tehokkaimmin silloin, kun tarvitaan suuria lämmitystehoja nopeasti. Varaajaan varastoitu lämpöenergia tuotetaan ja varastoidaan sinne pitkän ajan kuluessa. (2, s. 8.)

### **3.3 Säätö- ja ohjausjärjestelmät**

Lämmitystarve talossa vaihtelee ulkoilman lämpötilavaihteluiden vuoksi. Myös lämpökuormat eli sähkölaitteista ja ihmisistä syntyvä lämpö sekä tulisijojen lämpö ja auringosta sisään tuleva lämpö vähentävät lämmitystarvetta. (2, s. 9.)

Lämmitysjärjestelmien lämmitysverkostoon menevän veden lämpötilaa säädetään ulkolämpötilan mukaan. Mitä kylmempää ulkona on, sitä lämpimämpää vettä kierrätetään lämmitysverkostossa. Lisäksi huonetiloissa on yleensä huoneilmanlämpötilaa mittaavia termostaatteja, jotka katkaisevat lämmityksen niissä huoneissa joissa lämpötila nousee liian korkeaksi. (2, s. 9.)

Huonekohtaisessa sähkölämmityksessä säätiminä toimivat sähköpattereiden omat termostaatit tai erilliset huone-, lattia- tai yhdistelmätermostaatit. Huonetermostaatti säätelee lämmitystä huoneilman lämpötilan mukaan. Lattia- ja yhdistelmätermostaateilla säädetään lattialämmitystä. (2, s. 9.)

### **3.4 Lämmönkehityslaitteet**

Lämmönkehityslaitteiden tarkoituksena on kehittää lämpöä talon lämmittämiseen, ulkopuolisesta energialähteestä. Lämmönkehityslaitteet ja niiden toimintaa tarkastellaan tarkemmin seuraavassa osiossa.

## 4 LÄMMÖNKEHITYSLAITTEET

Ulkopuolisesta lähteestä tuleva energia muutetaan lämmönkehityslaitteessa pientalossa hyödynnettäväksi lämmöksi. Esimerkiksi lämmityskattilat, kaukolämmönvaihtimet, sähkölämmityslaitteet ja lämpöpumput ovat lämmönkehityslaitteita, joita käytetään pientaloissa. (2, s. 8.)

Lämmönkehityslaitteen käyttämän energiamuodon mukaan pientalon lämmitysjärjestelmä vaatii liitännän ulkopuolisiin energiaverkkoihin, kuten kaukolämpöön, sähkö- tai maakaasuverkkoon. Puu-, pelletti- ja öljylämmitys tarvitsevat polttoainevaraston ja maalämpö lämmönkeruupiirin eli maahan tai vesistöön asennetun putkiston tai porakaivon. (2, s. 8.)

### 4.1 Puu- ja pellettilämmitys

Puukattiloissa käytetään polttoaineena pilkettä, halkoja, haketta ja puupellettiä. Lämmönjakojärjestelmänä yleensä on vesikiertoinen patteri- tai lattialämmitysverkko. Puulämmitysjärjestelmässä on yleensä varaaja, johon kattilan kehittämä lämpö varastoidaan. Parhaimmillaan yksi lämmityskerta ja pesällinen polttoainetta riittää jopa vuorokaudeksi. (5, s. 252.)

Puupolttoaineet ovat kotimaista bioenergiaa, joka ei lisää laskennallisesti kasvihuonekaasu- eikä rikkipäästöjä. Hiukkaspäästöjen minimoitsemiseksi on tärkeää huolehtia polttimen oikeista säädöistä ja polttimen, palopesän sekä kattilan puhdistuksesta. Lisäksi käytettävän polttoaineen tulee olla riittävän kuivaa. (2, s. 14.)

Puulämmitys vaatii asukkailta enemmän työtä kuin muut lämmitysjärjestelmät. Pientalossa puupolttoaineen tarve on noin 20 pinokuutiometriä. Puulämmitystä hankittaessa tulee miettiä etukäteen, mistä polttoainetta hankitaan ja missä sitä säilytetään. Puuta voidaan toki hankkia useammassa erässä vuoden mittaan. Pilkettä ja haketta voidaan säilyttää lämmittämättömässä varastossa. (5, s. 252.)

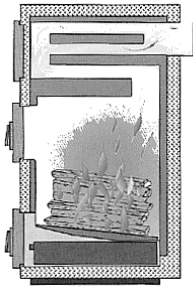
Puulämmitteinen kiertovesijärjestelmä on suosittu erityisesti maaseudulla, missä polttopuuta on saatavilla helposti. Tämä onkin yleisin syy puulla lämmittämiseen, koska omasta metsästä kaadetuille puille, hakkuujätteille tai muulle "roskapuulle" ei tarvitse laskea hintaa. Puiden kanssa tou-

huava voi myös laskea siitä saatavan hyötyliikunnan edukseen. Puulämmitys toimii myös usein rinnakkaislämmityksenä, joka toteutetaan takan tai muun tulisijan avulla. (1, s. 162.)

#### 4.1.1 Puulämpökattilat

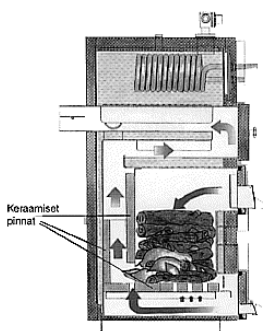
Kattilat jaetaan kolmeen pääryhmään ala-, yläpalo- ja käänteispolttokattilat (1, s. 162). Pilkettä voidaan polttaa kaikissa kattilatyypeissä, mutta haketta vain ruuvisyöttölaitteella varustetussa ja alapalokattilassa (5, s. 252).

Yläpalokattilassa polttoainetta lisätään säännöllisesti pienissä erissä (kuva 1). Yläpalokattila vaatii käytännössä rinnalleen varaajan. (2, s. 15.)



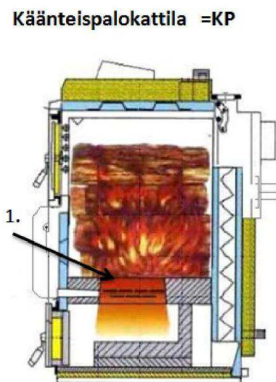
KUVA 1. Yläpalokattila (6)

Alapalokattilassa palaminen on tasaisempaa ja polttoainetta tarvitsee lisätä harvemmin (kuva 2) (2, s. 15).



KUVA 2. Alapalokattila (6)

Käänteispalokattilassa puun palaminen on puhtainta, ensin puu kaasuuntuu ja puukaasu johdetaan jälkipolttotilaan, jossa se palaa korkeassa lämpötilassa puhtaasti (kuva 3) (2, s. 15).



KUVA 3. Käänteispalokattila (7)

Hyvän puukattilan hyötysuhde nimellisteholla on yli 80 prosenttia. Tuhka poistetaan ja kattila nuohotaan valmistajan ohjeiden mukaisesti. Huonolaatuinen polttoaine ja osateholla lämmittäminen kuitenkin lisäävät nuohoustarvetta. Tuhkan määrää tulee tarkkailla, ettei arina vaurioidu kuumuudesta. (2, s. 15.)

#### 4.1.2 Tulisijalämmitys

Tulisija hankitaan yli 90 prosenttiin uusista taloista, mutta vain harvoin sitä käytetään talon ainoana lämmönlähteenä. Omakotirakentajista kolmannes hankkii tulisijan jatkuvaa lämmityskäyttöä ajatellen, mutta lopulta se on varalämmittimenä, jota käytetään silloin tällöin lämmitys- tai tunnelmatarkoituksessa. (1, s. 162.)

Tulisijoilla voidaan tuottaa merkittävä osa talon lämmitystarpeesta ja samalla vähentää ostoenergian tarvetta (2, s. 30). Mikäli tulisijan avulla halutaan saavuttaa isoja säästöjä lämmityskustannuksissa, pitää sitä lämmittää lämmityskauden aikana lähes päivittäin. Sähkökatkosten aikana tulisija on oiva varajärjestelmä, sillä oli lämmitysjärjestelmä mikä tahansa, ainakin lämmönsiirto pysähtyy sähkön puutteen vuoksi välittömästi. (1, s. 162.)

Tulisijoja on erityyppisiä: varaavia takkoja ja kevytrakenteisia kamiinoita. Kevyet tulisijat luovuttavat usein lämpöenergian nopeasti ja suurella teholla. Varaavissa tulisijoissa lämpö puolestaan

varastoidaan tulisijan massiivisiin rakenteisiin, josta sitä vapautuu huonetiloihin tasaisesti ja pitkään. Tulisijojen hyötysuhteet ja palamisen puhtaus ovat kehittyneet kovasti. Varaavan tulisijan hyötysuhde on jopa 80 - 85 prosenttia. (2, s. 30.)

Tulisijalla hyvään lämmittämiseen riittää parin pesällisen tehokas ja tasainen polttaminen, johon kuluu aikaa noin 1,5 - 1 tuntia. Polttopuita varataan kerralla poltettavaksi 1 - 3 sylillistä. Puita kannattaa tuoda sisälle lämpimään muutaman päivän tarpeen verran, koska kuivan puun lämpöarvo on suurempi ja päästöt vähäisemmät. Päästöjä syntyy myös poltettaessa puita liian pienellä tai suurella ilmamäärällä. (2, s. 31.)

Palamisesta syntyvä tuhka pitää poistaa säännöllisesti, jotta palamisilma pääsee esteettä tulisijaan. Vakituksessa käytössä oleva tulisija ja savupiippu pitää nuohota vähintään kerran vuodessa. Nuohous pidentää tulisijan käyttöikä ja parantaa lämmönluovutusta. (2, s. 31.)

Tulisijan tuottamaa lämpöä voidaan hyödyntää käyttöveden tai tilojen lämmityksessä. Takkaan asennetulla lämmönvaihtimella on mahdollista siirtää osa takan tuottamasta lämmöstä esimerkiksi lämpimään käyttöveteen. Loppuosa lämmöstä varautuu tulisijan rakenteisiin. (2, s. 31.)

Tulisija voi toimia myös talon päälämmitysjärjestelmänä, kun siihen liitetään järjestelmä, joka ottaa savukaasusta lämmön talteen. Lämpö siirretään piipunrakenteen osana olevaan vesivarajaan, josta lämpöä jaetaan talon eri osiin vesikiertoisella lämmönjakojärjestelmällä. (2, s. 30.)

#### **4.1.3 Hakelämmitys**

Haketta käytetään yleensä omakotikokoluokkaa suuremmissa kohteissa, kuten maatilojen lämpökeskuksissa, suuremmissa kiinteistöissä ja aluelämpölaitoksissa. Hakelämmitys varastotiloineen on kallis ja vaatii suhteellisen paljon työtä, kun otetaan huomioon myös polttoaineen keruu. Hakelämmitys valitaankin pääasiassa silloin, kun polttoaine hankitaan omasta metsästä. (1, s. 162.)

Hakelämmityksessä puusta pilkottu hake syötetään kattilaan esimerkiksi ruuvisyöttölaitteella eli stokerilla. Syöttö tapahtuu automaattisesti säätölaitteiden ohjauksella. Hake vaatii oman kattilajärjestelmän ja hakevaraston. Kattilahuoneessa olevan varaston suurin sallittu koko on 0,5 kuutio-



metriä. (1, s. 162.) Erillisessä tilassa oleva silo voi olla tilavuudeltaan 2 kuutiometriä (2, s. 15). Tuhkan poiston ja puhdistuksen lisäksi huoltotoimenpiteitä vaativat poltin ja syöttäjä (1, s. 162).

#### 4.1.4 Pellettilämmitys

Pelletti on tiiviiseen muotoon, noin kynän paksuisiksi tapeiksi, puristettua puumassaa, jota voidaan käyttää pellettikattiloissa ja erityisissä pellettitakoissa. Pelletti on ympäristöystävällinen ja uusiutuva energialähde. Sitä saadaan puusepän- ja sahateollisuuden sivutuotteena saatavasta kutterinpurusta, sahajauhosta ja hiontapölystä. (Kuva 4.) (1, s. 162.)



*KUVA 4. Puupellettejä (8)*

Pellettejä käytettäessä polttoaineen syöttö voidaan automatisoida, jolloin lämmittäminen on helpompaa kuin perinteisellä klapilämmityksellä. Kun kattila toimii automaattisesti, täytyy vain huolehtia tuhkan poistosta ja tulipesän puhtaudesta säännöllisesti. Markkinoilta löytyy myös monen tehoisia automaattisia pellettitakkoja. Tulisijoissa pellettiä voidaan polttaa myös erilaisissa polttokoreissa. (1, s. 162.)

Pellettilämmityslaitteisto koostuu pellettipoltimesta ja siihen kytketystä kattilasta sekä järjestelmää ohjaavasta automatiikasta. Lämmönjako tapahtuu useimmiten vesikiertoisesti. Pellettilämmityksen voi mainiosti asentaa vanhaan taloon, jossa on vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä. (2, s. 15.)

Pellettitakat sopivat hyvin esimerkiksi sähkölämmityksen rinnalle. Pellettitakan lämmitystehoa voidaan säätää. Pellettitakka tarvitsee hormiliitännän lisäksi sähköliitännämahdollisuuden. Pellettitakat toimivat termostaatin ohjaamina lämmitystarpeen mukaan. Markkinoilla on järjestelmiä, joilla pellettitakan lämpö voidaan ohjata ilmaputkia pitkin takan lähellä oleviin huoneisiin. (2, s. 30.)

Pelletit voidaan varastoida erilliseen tilaan sijoitettuun pellettisiiloon, kattilahuoneeseen sijoitettuun pienempään pellettisäiliöön tai maanalaiseen pellettisäiliöön. Omakotitalo vaatii noin 8 kuutiometrin pellettivaraston, johon mahtuu pelletit vuoden tarpeeseen. (2, s. 15.)

Pelletin syötössä varastosta polttimelle käytetään yleisimmin ruuvisyöttölaitetta tai ilmanpaineella toimivaa kuljetinta. Maanalaista säiliötä käytettäessä käytetään aina ilmanpaineella toimivaa järjestelmää. Automaatiikka ohjaa kuljetinta lämmitystarpeen mukaan. (2, s. 15.)

## **4.2 Lämpöpumput**

Lämpöpumppuja on neljän tyyppisiä: ilmalämpöpumppu, ilma-vesilämpöpumppu, poistoilmalämpöpumppu ja maalämpöpumppu. Lämmön keräys- ja luovuttamistapa vaihtelevat eri lämpöpumpputyypeissä. Yleisimmin käytetty lämpöpumppu ilmalämpöpumppu kerää lämmön suoraan ulkoilmasta ja luovuttaa sen rakennuksen sisäilmaan. Ilmavesilämpöpumppu kerää myös lämmön suoraan ulkoilmasta, mutta luovuttaa lämmön vesivaraajaan. Poistoilmalämpöpumppu ottaa lämmön talteen rakennuksen poistoilmasta ja luovuttaa sen joko tuloilmaan tai vesivaraajaan. Tehokkain lämpöpumpputyyppi on maalämpöpumppu, joka kerää lämmön maasta tai vedestä ja luovuttaa sen rakennuksen vesikiertoiseen lämmitykseen. (9, s. 53.)

Lämpöpumput ovat kehittyneet tehokkaiksi ja luotettaviksi ja niiden suosio on kasvanut voimakkaasti (2, s. 16). Lämpöpumppujen tehokkuutta kuvaa lämpökerroin CAP. Tämä arvo kertoo, kuinka paljon lämmitysenergiaa verrattuna kulutettuun sähköön. Esimerkiksi jos CAP on kolme, yhdellä kilowattitunnilla sähköä saadaan 3 kilowattituntia lämpöä. (1, s. 154.)

### **4.2.1 Ilmalämpöpumppu**

Talon ulkopuolella oleva ilmalämpöpumpun ulkoyksikkö on nykyään tuttu näky omakotitaloissa. Ilmalämpöpumppu koostuu kahdesta yksiköstä: sisäyksiköstä ja ulkoyksiköstä. Ilmalämpöpumput ovat huokeimpia ja yksinkertaisimpia lämpöpumppuja ja ne ovat yleistyneet nopeasti pientalojen lisälämmittiminä (9, s. 53). Laitteiden hinnat ovat laskeneet ja laitetta voidaan käyttää talvella lämmöntuottamiseen ja kesällä viilentämiseen. Ilmalämpöpumppu toimii lämmityslaitteena periaatteessa kuin käänteinen jääkaappi. Kompressorin avulla laite siirtää ulkoilmasta lämpöä sisätiloihin. (1, s. 154.)

Ilmalämpöpumpun voi helposti asentaa vanhaankin rakennukseen. Tällöin ilmalämpöpumppu voi täydentää olemassa olevaa lämmitysjärjestelmää ja vähentää energiankulutusta (9, s. 55). Parhaimmillaan ilmalämpöpumppu on -10 - +10 celsiusasteen lämpötiloissa. Mitä kylmempi ulkoilma, sitä huonompi hyötysuhde laitteessa on. Ilmalämpöpumpun lämmityskyky loppuu kokonaan pakkasen kiristyessä riittävästi, eikä se siksi sovellu Suomen olosuhteissa ainoaksi lämmönlähteeksi lämmitettävään rakennukseen. (1, s. 154.)

Ilmalämpöpumpun lämmöntuotantokyky on ristiriidassa rakennuksen lämmöntarpeen kanssa. Leudolla säällä pumppu kykenisi tuottamaan runsaasti lämpöä, mutta sitä ei tarvita paljoa. Kun pakkasella lämmölle olisi enemmän tarvetta, silloin ilmalämpöpumppu saa sitä ulkoilmasta vähemmän irti. (9, s. 56.) Ilmalämpöpumppu antaa noin 50 prosenttia vähemmän tehoa -20 celsiusasteen pakkasella, kuin +7 celsiusasteen lämpötilassa. Laadukkaan uudehkon ilmalämpöpumpun lämpökerroin -20 celsiusasteen pakkasella on usein noin 1,5 - 2,0 (2, s. 18). Kuitenkin oikein sijoitettu ja mitoitettu ilmalämpöpumppu voi säästää jopa 40 prosenttia lämmityssähkön kulutuksesta (1, s. 154).

Kesällä ilmalämpöpumpun toiminnan voi muuttaa päinvastaiseksi, jolloin laite toimii sisätilojen jäähdyttimenä. Täytyy muistaa, että viilennyskäytössä pumpulla tarvitaan tehoa noin kaksinkertainen määrä lämmityskäyttöön verrattuna. Viilennysominaisuus siis syö lämmityksessä saavutettua säästöä. (1, s. 154.)

Laitteen asentaminen ei vaadi paljoa työtä. Ulkoyksikkö asennetaan ulkoseinälle telineelle, joka on hyvin tuettu. Tärinän johtumista rakenteisiin voidaan ehkäistä käyttämällä kumipuskureita. Sisäyksikkö on paras sijoittaa paikkaan, josta lämpö jakautuu tasaisesti mahdollisimman suurelle alueelle. Markkinoilla on myös malleja, joissa yhteen ulkoyksikköön voidaan liittää useampia sisäyksiköitä. (1, s. 154.)

Ilmalämpöpumppu toimii myös tehokkaana sisäilman suodattimena, mikä lisää asumismukavuutta. Laitteen varjopuolena voidaan pitää sitä, että lämmin tai kylmä ilma puhaltuu yhdestä pisteestä, jolloin sisäyksikön lähellä ilmavirta voi tuntua epämuksavalta. Lisäksi karkeat suodattimet täytyy pestä ja puhdistaa sekä hienosuodattimet täytyy aika ajoin uusia. (1, s. 154.)

## 4.2.2 Poistoilmalämpöpumppu

Nykyiset rakennusmääräykset vaativat, että asuintilojen ilman tulee vaihtua riittävän tehokkaasti. Rakennuksen sisäilman on vaihdettava kokonaan vähintään kerran kahdessa tunnissa ja tämän vaatimuksen voi täyttää vain koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä. Rakennuksesta poistoilman mukana poistuva lämpöenergia menee hukkaan ja kasvattaa energian kulutusta ellei tätä lämpöä oteta talteen. Nykyiset rakentamismääräykset edellyttävät, että uusissa rakennuksissa vähintään 30 prosenttia poistoilman lämmöstä otetaan talteen. Useimmiten tämä vaatimus toteutetaan ilmanvaihtokoneeseen liitetyllä yksinkertaisella kennolämmönvaihtimella. Poistoilmalämpöpumppu ottaa poistoilmasta lämmön paljon tarkemmin talteen ja tällä lämpöenergialla se tuottaa lämmintä käyttövettä ja lämmitteää rakennusta. (9, s. 77.) Poistoilmalämpöpumpulla hoidetaan sekä rakennuksen ilmanvaihto että lämmitys (1, s. 154).

Kennoilla toteutettuun lämmön talteenottoon verrattuna etuina ovat lämpöenergian monipuolisemmat hyödyntämismahdollisuudet eli laite voi lämmitteää tuloilman sijasta tai sen lisäksi myös lämmintä käyttövettä, jolloin siitä on hyötyä myös kesällä. Poistoilmalämpöpumppu voidaan kytkeä toimimaan toisinpäin, eli jäähdyttämään sisäilmaa, jolloin käyttövesi lämpiää ulkoilmasta vapautuvasta lämmöstä ja jäähdytys on huomattavasti taloudellisempaa kuin ilmalämpöpumpulla. (1, s. 154.)

Laitteen lämpökerroin on 1,5 - 2,2 ja sillä voidaan hoitaa lähes koko rakennuksen lämmittämiseen tarvittava energiatarve aina -20 celsiusasteeseen saakka. Suoraan sähkölämmitykseen verrattuna poistoilmalämpöpumppu säästää noin 40 prosenttia ostettavasta energiasta. Vanhaan rakennukseen asennettava poistoilmalämpöpumppu vaatii myös talon ilmanvaihtoremontin, johon kuuluu ehdottomasti rakenteiden tiiveyden varmistaminen. (1, s. 154.)

Poistoilmalämpöpumppu soveltuu hyvin pienehköihin omakotitaloihin sekä matalaenergiataloihin (2, s. 19). Järjestelmä on edullisempi asentaa kuin maa- tai ilma-vesilämpöpumppu, mutta käytössä se vie hiukan enemmän sähköä. Poistoilmalämpöpumppu on asukkaiden kannalta helppo-hoitoinen. Huoltoon kuuluvat puhdistukset ja suodattimien vaihdot valmistajan ohjeiden mukaisesti noin kerran vuodessa. (1, s. 154.) Nämä poistoilmalämpöpumppeihin liitetyt tehokkaat ilman-suodattimet parantavat sisäilmanlaatua poistamalla tuloilmasta pölyä ja muita epäpuhtauksia (9, s. 78).

### 4.2.3 Ilma-vesilämpöpumppu

Ilma-vesilämpöpumppu on uusin lämpöpumpputekniikkaa hyödyntävä lämmitysratkaisu. Laite koostuu ilmalämpöpumpun ulkoyksikön tapaisesta ulkoyksiköstä ja kaappimallisesta sisäyksiköstä, jossa sijaitsee lämminvesivaraaja, mihin ulkoa kerätty lämpö varastoidaan. (1, s. 155.) Ilma-vesilämpöpumppu voidaan asentaa päälämmityslaitteeksi jopa 200 neliömetrin taloihin (9, s. 73). Laite on helppo ratkaisu lisälämmönlähteeksi esimerkiksi öljylämmityksen rinnalle. Sen toimintaperiaate on sama kuin ilmalämpöpumpun. Nimensä mukaisesti ilma-vesilämpöpumppu sitoo ulkoilmasta saadun lämmön veteen. Veden lämmön vastaanottokyky on huomattavasti parempi kuin ilman, joten ilma-vesilämpöpumpun teho on ilmalämpöpumppua parempi. Lisäksi lämpö saadaan koko taloon esimerkiksi lattialämmityksen kautta ilman vedontunnetta. (1, s. 155.)

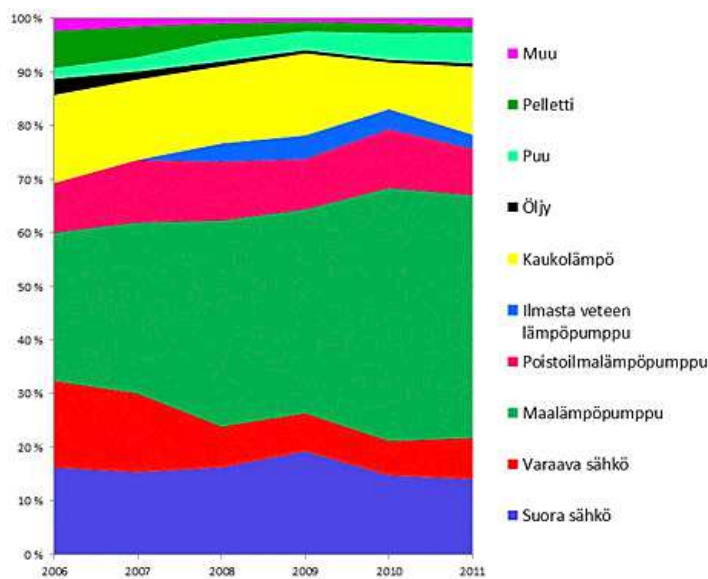
Ilma-vesilämpöpumppu toimii aina noin -20 celsiusasteeseen asti. Sen jälkeen tarvitaan lisälämpöä tulisijoista tai annetaan laitteen sähköisen lämpövastuksen hoitaa lisälämmitys. Vastuksen käyttö alentaa hyötysuhdetta. Ilma-vesilämpöpumppu on asennettavissa muun lämmitysjärjestelmän kanssa yhteensopivaksi. Tällöin puuttuva lämpö voidaan tuottaa esimerkiksi öljyllä. Laitteen hyötysuhde on noin 2,0 ja se säästää 40 - 65 prosenttia ostoenergiasta suoraan sähkölämmitykseen verrattuna. (1, s. 155.)

Maalämpöön verrattuna ilma-vesilämpöpumppu on helpommin asennettavissa ja edullisempi, mutta hyötysuhteeltaan heikompi (9, s. 73). Ilma-vesilämpöpumppu on asennettavissa myös semmoisiin kohteisiin, joihin maalämpöpumpun asentaminen ei ole mahdollista maaperän laadun vuoksi. (2, s. 18.) Haittoina ovat höyrystimen puhallinääni ja mahdollinen höyrystinpatterin tarvitsema jään sulatus (1, s. 155). Ilma-vesilämpöpumppu ei sovellu kesäaikana sisätilojen jäähdyttämiseen. Sillä voidaan hyvin tuottaa lämmintä käyttövetä kesäaikanakin, koska kesäaikana lämpimästä ulkoilmasta lämmön kerääminen onnistuu erittäin hyvin. (9, s. 73.)

### 4.2.4 Maalämpöpumppu

Maalämpöpumpun tuottama lämpö on auringon tuottamaa uusiutuvaa energiaa, joka on varastoituneena maahan. Maalämmityksessä lämpöenergiaa kerätään maaperästä pitkien keräysputkistojen avulla, joista keskusyksikön lämpöpumpulla saadaan energia hyödynnetyksi lämmitysjärjestelmässä. (1, s. 148.)

Asukkaiden kannalta maalämpöpumpun hyväpuoli on sen helppokäyttöisyys, sillä maalämpöpumppu vaatii vain vähän tarkastus- ja huoltotoimia. Maalämpöpumput ovatkin kasvattaneet suosiotaan nykyisistä lämmitysjärjestelmistä eniten. Maalämpö valitaan lähes 50 prosenttiin uusista omakotitaloista ja suureen osaan saneerauskohteistakin (kuva 5) (10). Öljylämmityksiä ja sähkölämmitysvaraajia vaihdetaan kiihtyvällä tuhansien kappaleiden vuosivauhdilla maalämpöön. Myös suorasähkölämmitteisten talojen muuttaminen vesikiertoiseksi ja maalämmöllä lämpiäviksi on yleistä. (11.)



KUVA 5. Lämmitysjärjestelmien markkinaosuus uusissa pientaloissa (3)

Maalämpöpumpun lämpö leviää huonetiloihin tehokkaimmin lattian kautta ja uuteen taloon kannattaakin sen vuoksi upottaa lattialämmitysputkisto betonilattiaan. Lämpö tulee silloin huonetilaan koko lattiapinnan alalta ja haaleakin lattia riittää pitämään huoneen lämpimänä. Kiertoveden lämpötilaksi riittää usein runsas 30 celsiusastetta. Alhainen lämpötila varmistaa, että maalämpöpumppu tuottaa lämmön erittäin tehokkaasti. Lämmön voi jakaa patteriverkostollakin, mutta silloin kiertoveden on oltava lämpimämpää ja lämpöpumpun tehokkuus kärsii hieman. (9, s. 39.)

Lämpöä riittää maassa kovillakin pakkasilla, sillä syvällä maassa lämpötila ei laske juuri lainkaan. Maalämpöön voi sen vuoksi luottaa rakennuksen ainoanakin lämmitysjärjestelmänä, eikä vara-  
lämmitysjärjestelmää välttämättä tarvitse. (9, s. 39.)

## Suunnittelu

Edellytyksenä hyvin toimivalle maalämmölle ovat huolellinen suunnittelu sekä oikein mitoitettu lämmönkeruupiiri. Maalämpö kannattaakin hankkia kokonaispakettina ja asennettuna. Maalämpö voidaan mitoittaa osatehoiseksi tai täysitehoiseksi. Osateholle mitoitettu maalämpöyksikkö käyttää sähkövastuksia talven kylmimpinä aikoina. (1, s. 148.) Osatehomitoituksen etuina ovat yleensä hieman nopeampi investoinnin takaisinmaksuaika ja pidempi kompressorin kestoikä, haittapuolena ainakin suurempi huipputehon tarve sähköverkosta (10). Puuttuva lisälämpö voidaan ja kannattaa tuottaa tulisijalla tai sähkövastuksilla. Laitteisto voidaan mitoittaa myös täysitehoiseksi, jolloin maalämpö kattaa koko vuoden lämmön tarpeen. Tämä ei aina kuitenkaan ole aina taloudellisesti järkevin ratkaisu. (1, s. 148.) Täysitehomitoituksen etuina ovat pienempi sulakekoko ja energian kulutukseltaan taloudellisempi mitoitustapa (10).

Lämpöä voidaan myös kerätä talteen varaajaan. Laitteissa on yleensä mukana noin 300 litran varaaja, mutta esimerkiksi kohteissa, joissa käyttöveden kulutus on suuri, voidaan asentaa lisävaraaja tasaamaan käyttö- ja lämmitys vedenmäärää. (1, s. 148.)

## Lämmönkeruuputkisto

Maaperään asennettavan lämmönkeruuputkiston mitoitus on tärkeää. Ylimoitettu putkipituus kuluttaa käytössä enemmän sähköenergiaa suurentuneena pumppauskuluina ja lisäksi investointikustannus on hieman suurempi. Alimitoitettu lämmönkeruuputki saattaa johtaa lämmönlähteen hiipumiseen ja sen myötä alhaisempaan lämmöntuottokykyyn. (11.)

Keräysputkisto voidaan upottaa vallitsevien maasto-olosuhteiden mukaan porakaivoon, maahan tai vesistöön, joista kaksi ensin mainittua tapaa ovat yleisemmin käytettyjä. Vesistöön asennus, jos tontilla on mahdollista, on kuitenkin paras ratkaisu sen suuren käytettävissä olevan varausmassan ja asennuskustannusten edullisuuden vuoksi. (1, s. 148.)

Porakaivo sopii myös ahtaille tonteille, joissa kallionpinta on maanpinnassa tai lähellä sitä. Porakaivon keskimääräinen syvyys on 150 - 200 metriä. Tarvittaessa lämmitysjärjestelmään voidaan liittää useampia porakaivoja. Porakaivo ei vie paljoa tilaa tontilla. Porakalusto mahtuu ahtaallekin

tontille. Lopputuloksena tontilla näkyy vain pintavesiltä suojattu huoltokaivo, jonka voi vaikka halutessaan naamioida istutuksilla. (1, s. 148.)

Vaaka putkisto kaivetaan 1,0 - 1,5 metrin syvyyteen eli etelässä matalammalle ja pohjoisessa hieman syvemmälle. Paras maalaji on kostea savi. Kivisessä maassa on vaarana putkiston rikkoutuminen ja huonompi lämmönkeruukapasiteetti. Vaakaputkisto on porakaivoa edullisempi, mutta vaatii suuremman tilan. Yhdessä keruuputkistossa on enintään 400 metriä putkea. Tavallisimmin omakotitaloon asennetaan kaksi keruuputkistoa, jolloin kaivuuala on noin 500 - 600 neliömetriä. (1, s. 148.)

Vesistöön asennettava putkisto on edullisin. Vesistöstä saadaan lämpöä yhtä paljon kuin hyvästä porakaivosta, mutta huomattavasti edullisemmin. Tämä kuitenkin edellyttää, että vesistö on riittävän lähellä ja vähintään kaksi metriä syvä. Putkistot asennetaan betonipainoilla esimerkiksi järven pohjaan. Mahdollinen pohjan liettyminen voi alentaa keruuputkiston hyötysuhdetta. (1, s. 148.)

## **Taloudellisuus**

Maalämpöpumpun investointikustannukset ovat melko suuret, mutta käyttökustannukset ovat edulliset (10). Vaikka itse lämpö ei juuri maksa, täysin ilmaista maalämpö ei kuitenkaan ole, sillä pumppu tarvitsee toimiakseen sähköä. Toisaalta lämpöpumpun hyötysuhde alentaa käytön edullisuutta. Maalämpöpumppujen hyötysuhde on useimmiten noin 1:3 - 1:3,5 eli yhdellä kilowattitunnilla ostosähköä maalämmitys antaa 3 - 3,5 kilowattituntia lämmitysenergiaa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että se kattaa 2/3 osaa talon koko lämmitysenergiatarpeesta. (1, s. 148.)

Suuremmissa taloissa, joissa energiantarve on suurempi, ovat myös investointikustannukset suuremmat. Myös vastaavasti saneerauskohteissa investointikustannukset ovat suurempia kuin uudistalojen kohdalla. Maalämpöinvestointi uuteen 150 neliömetrin taloon on noin 12 000 - 16 000 euroa. Lämmitysmuotoa vaihdettaessa vanhaan 150 neliömetrin taloon investointi on noin 15 000 - 22 000 euroa. (10.)

Kustannussyistä maalämpöjärjestelmiä ei yleensä mitoiteta huippupakkasten mukaan vaan ne varustetaan sähkövastuksilla, jotka tukevat järjestelmää kaikkein suurimpien kulutuspiikkien aika-

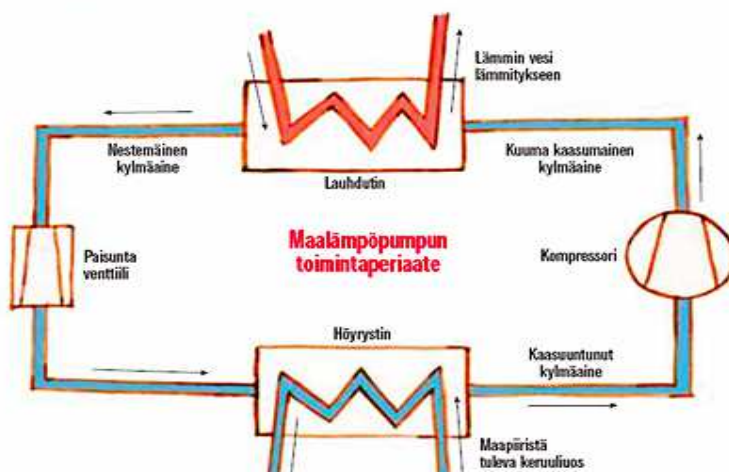


na. Tästä syystä järjestelmän vuosihyötysuhteena käytetään laskelmissa hieman edellä mainittua pienempää lukua tavallisesti 1:2,7. (1, s. 148.)

## Maalämpöpumpun käyttö ja toiminta

Asukkaiden kannalta maalämpöpumppu on helppokäyttöinen, sillä se vaatii vain vähän huolto- ja tarkastustoimia (11). Jos lämpöpumpulle on asennettu oma sähköenergiamittari, voidaan seurata kuinka paljon sähköä kuluu tilojen lämmitykseen ja lämpimän käyttöveden valmistukseen. Loppuosa sähköenergiasta kuluu valaistukseen ja kodin sähkölaitteisiin. (2, s. 17.)

Keräysputkistossa kiertää jäätymätön neste, joka lämpenee muutaman asteen matkansa aikana maassa olevassa putkistossa. Keruupiirin nesteestä saatava lämpö höyrystää lämpöpumpussa kiertävän kylmäaineen. Höyrystyneen kylmäaineen painetta nostetaan kompressorilla, jolloin myös sen lämpötila nousee. Kylmäaine lauhtuu lämpöpumpun lauhduttimessa jälleen nesteeksi, jolloin se luovuttaa lämpöä lämmönjakoverkkoon, lämpimään käyttöveteen ja mahdolliseen varaajaan. (Kuva 6.) (10.) Lämpöpumpun kompressorin käyttöikä on tyypillisesti 15 - 20 vuotta. Jos kompressorin rikkoutuu, sen tilalle voidaan vaihtaa uusi eikä koko lämpöpumppua tarvitse vaihtaa. (2, s. 17.)



KUVA 6. Maalämpöpumpun toimintaperiaate (12)

### 4.3 Öljylämmitys

Öljylämmitys on varteenotettava vaihtoehto vesikiertoisen lämmityksen lämmönlähteeksi. Erityisesti silloin, kun korjausinvestointi halutaan pitää kohtuullisena ja myös tulevaisuudessa tapahtuvasta lämmitysenergian vaihdosta toivotaan helppoa. Öljylämmitys on helppo ja huoleton lämmitysjärjestelmä. (1, s. 158.)

Öljyn maailmanmarkkinoilla ja huoltoasemien tolmissa tapahtuvat hinnanmuutokset ylittävät helpposti uutiskynnykset. Öljylämmityksen hyvät ominaisuudet ovat viimeaikoina jääneet liikenteen näkökulman huomioivan uutisoinnin alle. (1, s. 158.) Uusien öljylämmitysjärjestelmien hyötysuhteet ovat hyviä ja polttoaine palaa puhtaasti. Öljylämmitysjärjestelmään voidaan liittää myös uusia energiaa, kuten aurinkolämpöä ja puulla tuotettua lämpöä. (2, s. 24.)

#### 4.3.1 Öljylämmityksen mahdollisuudet

Kun mietitään energialähteen vaihtoa, ei olemassa olevaa ja toimivaa öljylämmitystä kannata poistaa. Öljylämmitys on erinomainen yhdistelmä hybridilämmityksessä. Sen nopea lämmöntalteenotto soveltuu paikkaamaan energiavajetta ja automatiikka on helppo yhdistää öljykattilan toimintaan. Näistä tunnetuin yhdistelmä on aurinkoöljy. (1, s. 158.)

#### 4.3.2 Öljylämmityksen osat ja toiminta

Öljylämmitysjärjestelmään kuuluvat lämpökattila, öljypoltin, öljysäiliö, savuhormi ja säätölaitteet. Nopean lämmitystehonsa vuoksi varaajaa ei tarvita lainkaan. Varaaja tulee tarpeeseen, kun käytetään rinnakkaisjärjestelmää, kuten yhdistelmäkattiloita, ilmavesilämpöpumppua tai aurinkokeräimiä. Öljylämmitys sopii parhaiten vesikiertoiseen lattia- ja patterilämmityksiin. (1, s. 158.)

Öljylämmitysratkaisu vaatii aina paloturvallisen tilan sekä tilaa öljysäiliölle. Säiliö voidaan kuitenkin sijoittaa myös talon ulkopuolelle. Kaikki nämä tulee huomioida, kun remonttia suunnitellaan. (1, s. 158.) Sisälle asennettava öljysäiliö on tyypillisesti 1 500 - 3 000 litraa. Samaan tilaan öljylämmityskattilan kanssa tuleva säiliö saa olla enintään 3 000 litraa. (2, s. 24.)

Öljylämmityksen etuihin voidaan laskea lämpimän käyttöveden riittävyys, sillä erityisesti suurissa perheissä lämmintä vettä kuluu yllättävän paljon. Kulutushuippujen aikaan öljypoltin lämmittää uutta käyttövettä jo muutamassa kymmenessä minuutissa, kun taas sähkövastuksiin perustuvissa järjestelmissä saattaa kestää useita tunteja. (1, s. 158.)

Nykyaikaisella laitteistolla toteutettuna öljylämmitys on käyttökustannuksiltaan kilpailukykyinen, sillä keskivertotalon lämmittämiseen tarvitaan vain noin 2 500 - 3 000 litraa polttoöljyä vuodessa. Matalaenergiataloissa pitkän aikavälin säästö on noin 18 prosenttia. Öljykattilan hyötysuhde on suuri, kun polttoöljyn sisältämästä energiasta saadaan sidottua lämmön tuottoon jopa 95 prosenttia. (1, s. 158.)

### **4.3.3 Öljylämmityksen huolto**

Uusissa öljykattiloissa huolto tulee eteen, kun on öljyä kulutettu noin 5 000 litraa. Keskimääräinen omakotitalojen öljynkulutus on noin 2 500 - 3 000 litraa vuodessa, joten huoltoväli on noin kaksi vuotta. Lisäksi maanalaisen öljysäiliön tarkistus tulee tehdä 10 vuoden kuluttua asennuksesta. (1, s. 158.)

Polttimessa olevat viat ovat yleensä suuttimessa. Muut käyntihäiriöt johtuvat yleensä väärästä polttoaineesta. Kesälaatuksen polttoöljyn pakkaskestävyys on vain -3 celsiusasteen verran. Tätä kylmemmässä poltin ei enää toimi. (1, s. 158.) Sisätilojen säiliöissä ja useimmissa maanalaisissa säiliöissä sitä voidaan käyttää ympärivuotisesti. Mikäli kesälaadun pakkaskestävyys ei riitä, valitaan talvilaatu. (2, s. 25.)

## **4.4 Sähkölämmitys**

Sähkö on vaivattomuuden ja huoltovapauden ansiosta helppo ratkaisu talon lämmitysremonttiin. Tänä päivänä sähkön rinnalle liitetään myös muita lämmönlähteitä, kuten takkoja ja aurinkokeräimiä. Sähkölämmitystaloissa käytetään usein sähköä hyväksikäytäviä ilmalämpöpumppuja, jolloin lämpö tuotetaan hiukan edullisemmin. Usein sähkölämmitys on myös varalämmityksenä varsinaisen muun lämmitysmuodon rinnalla korvaamassa vika- tai huippukulutustilanteita. Sähkölämmitys on hankintahinnaltaan edullinen, vaivaton, ympäristöturvallinen eikä vaadi työläitä toimenpiteitä. (1, s. 152.) Lisäksi sähkölämmityksessä on hyvä hyötysuhde ja se säätyy tarkasti.

Haittapuolena on muita lämmitysmuotoja kalliimpi energian hinta sekä sähköntuotannon aiheuttamat päästöt. (2, s. 22.)

Sähkölämmitystaloissa on yleensä rinnakkaisena ratkaisuna tulisija, joka tasaa kustannuksia ja on varalla esimerkiksi sähkökatkon aikana (1, s. 152). Sähkölämmittäjän kannattaa lämmitellä puulla etenkin kovien pakkasten aikaan. Silloin tulisijan lämpö hyödyntyy parhaiten ja samalla keventää sähköverkon kuormitusta. (2, s. 22.)

#### **4.4.1 Suorasähkölämmitys**

Suorasähkölämmitys voidaan toteuttaa sähköpatteri-, lattia- tai kattolämmityksenä tai näiden yhdistelmänä. Jos sähkö valitaan talon pääasialliseksi lämmönlähteeksi, toteutetaan tämä yleensä huonekohtaisena sähkölämmityksenä. Tässä järjestelmässä lämmöntuotto tapahtuu nimensä mukaisesti siinä huonetilassa, jossa lämpöä tarvitaan. Ikkunoiden lämmöneristävyuden parantamisen myötä on huonekohtaisesta sähkölattialämmityksestä tullut yleisin sähkölämmitysmuoto. Järjestelmä soveltuu parhaiten uusiin hyvin lämpöeristettyihin pientaloihin, jotka on varustettu ilmastoinnin lämmöntalteenotolla ja tulisijalla. Suora sähkölämmitys voidaan asentaa myös täydentäväksi lämmitykseksi muille lämmitysjärjestelmille. (1, s. 152.)

#### **4.4.2 Varaava sähkölämmitys**

Varaavassa sähkölämmityksessä lämpö varataan massaan, esimerkiksi lattialaattaan tai veteen. Varauksen etuna on lämmöntuottaminen yöaikaan edullisemmalla sähkönhinnalla, koska yö sähkö on päivä sähköä edullisempaa. Sama pätee myös käyttöveden lämmittämiseen. Nelihenkiselle perheelle sopii esimerkiksi 300 litran varaaja, jossa on 3 kilowatin vastus. (1, s. 152.)

#### **4.4.3 Sähkölämmitys lisälämpönä**

Yleisimmin tarvittava lisälämpö tuotetaan sähköllä, vaikka päälämpö tuotetaan muulla järjestelmällä. Useimmissa lämmityslaitteissa sähkölämmitys on liitetty jo suoraan järjestelmään, jotka kytkeytyvät päälle automaattisesti, kun lisälämpöä tarvitaan. Irtopattereilla ei kannata lämmitellä kuin poikkeustapauksessa. (1, s. 153.)

Vaikka talo lämpiäisikin muulla järjestelmällä, halutaan usein kosteiden tilojen lämpenevän sähkölattialämmityksellä, esiesimerkiksi kesänaikana, kun päälämmitys järjestelmä ei lämmitä rakennusta. Näin voidaan varmistaa märkätilojen lattioiden kuivaus ympäri vuoden. (1, s. 152.)

#### **4.4.4 Sähkölämmityksen ohjaus**

Sähkölämmitystä ja energiansäästöä ei usein ajatella yhteen kuuluviksi, mutta energiansäästöä on myös helppo saada aikaan sähkölämmitystaloissa. Ajanmukaiset lämmityslaitteet ja termostaatit varmistavat, ettei huonetiloissa kulu ylimääräistä energiaa. Eteenkin loma-asunnoissa järjestelmään on mahdollista liittää kotona/pois-kytkin, joka pudottaa lämpötiloja poissaolon ajaksi. (1, s. 152.)

Lämpöä säädellään patteri- ja huonekohtaisilla termostaateilla ja järjestelmä voidaan varustaa myös keskusyksikköohjauksella. Yhdistelmätermostaatit tunnistelevät sekä lattian että sisäilman lämpötiloja ja reagoivat pieniinkin muutoksiin. Usein niissä on myös laaja ajastus mahdollisuus, esimerkiksi makuuhuoneiden päivälämpötilaa voidaan automaattisesti laskea, kun siellä ei olekella ja vastaavasti olohuoneen lämpötilaa voidaan laskea yöaikaan. (1, s. 152.)

#### **4.5 Muut lämmitysjärjestelmät**

Markkinoilta on saatavissa useita erityyppisiä lämmitysjärjestelmiä ja koko ajan kehitetään uusia lisää. Lisäksi entisiä lämmitysjärjestelmiä kehitetään niin teholtaan kuin ympäristöystävällisyydeltäänkin. Varsinkin uusiutuvaa energiaa käyttäviä lämmitysjärjestelmiä hyödynnetään usein rinnakkaisina järjestelminä. Lisäksi tietyillä alueilla Suomessa on mahdollista liittyä maakaasu- tai kaukolämpö verkkoon. (1, s. 163.) Maakaasun jakeluverkko löytyy Etelä-Suomesta noin 40 kunnan alueelta (2, s. 26).

##### **4.5.1 Aurinkoenergia**

Vaikka Suomessa on kylmää ja pimeää, ei se ole mikään este ilmaisen aurinkoenergian käytölle lämmitykseen. Suomessa saadaan auringon energiaa niin paljon, että sitä kannattaa hyödyntää lämmityksessä. Laskelmien mukaan Etelä-Suomessa jokainen neliometri vastaanottaa vuodessa 1 000 kilowattituntia auringonsäteilyä. Joului- ja tammikuussa auringonenergiaa ei juuri päästä

hyödyntämään. (5, s. 266.) Pientaloissa aurinkoenergiaa hyödynnetään useimmiten aurinkolämpönä täydentämään peruslämmitystä (2, s. 29).

Aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää joko passiivisesti tai aktiivisesti. Passiivisesti auringon valoa ja lämpöä voidaan käyttää suoraan ilman erillisiä laitteita. Aktiivisessa hyödyntämisessä auringonsäteily muutetaan joko sähköksi aurinkopaneeleilla tai lämmöksi aurinkokeräimillä. (5, s. 253.) Aurinkolämpöjärjestelmissä lämpöenergiaa otetaan talteen aurinkokeräimillä ja siirretään lämpimään käyttöveteen tai vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Aurinkolämpöä hyödynnetään yhdessä toisen lämmitysmuodon kanssa. Aurinkosähköjärjestelmissä auringonsäteily muutetaan aurinkopaneeleilla sähköksi. (2, s. 29.)

Aurinkolämmitysjärjestelmää voidaan käyttää kaikkien perinteisten lämmitysjärjestelmien kanssa. Se sopii erinomaisesti lämmitysjärjestelmiin, joissa on jo ennestään vesivaraaja, mutta myös lämpöpumppujärjestelmiin. (5, s. 266.) Parhain hyötysuhde saadaan käyttämällä aurinkoenergiaa käyttöveden lämmityksessä. Aurinkoenergialla voidaan saavuttaa 25 - 30 prosentin osuus lämmitysenergian tarpeesta vuodessa. (1, s. 163.)

Aurinkoöljy on öljylämmityksen ja aurinkokeräimien yhteisjärjestelmä. Suomessa on noin 8 kuukautta vuodessa saatavilla aurinkoenergiaa. Järjestelmässä aurinkokeräimet ottavat auringonlämpöä vastaan ja luovuttavat sen kerääjälle. Laitteen automatiikka lisää tarvittaessa lämmitysenergiaa öljypolttimen avulla. (1, s. 163.)

#### **4.5.2 Hybridilämmitys**

Hybridijärjestelmässä pyritään mahdollisimman tehokkaaseen energiantuottamiseen ympäristöystävällisesti. Tämä tarkoittaa useamman eri energiamuodon hyväksikäyttämistä lämmityksen ja lämpimän käyttöveden tuottamiseksi hyödyntämällä tuuli- ja aurinkoenergiaa. Eri vuodenaikoina käytetään siis sitä lämmitysmuotoa, mikä on edullisin. Järjestelmään kuuluu myös tehokas ilmanvaihtolaitteisto, jolloin poistoilman lämpö saadaan hyödynnettyä mahdollisimman hyvin. Lisäksi järjestelmä varustetaan hybridivaraajalla. (1, s. 142.)

Esimerkiksi öljylämmityksen hybridilämmityksessä osana voivat olla ilmavesilämpöpumppu ja aurinkoenergia, joka tuottaa lämmön huhti - syyskuun aikana. Silloin kun aurinko ei tarpeeksi tuota energiaa, mutta pakkasta on korkeintaan -20 celsiusastetta, lämmitys hoidetaan ilmavesilämpöpumpulla. Kovemmissa pakkasilla käytetään öljylämmitystä. Sähkölämmityksessä toimintaperiaate on sama, mutta kylmimmän ajan lämmitys tapahtuu sähköpattereilla tai ilmavesipumpun vastuksen avulla. Puulämmitysmuodoista pellettilämmitys on helpoin kytkeä automaattisesti toimimaan hybridijärjestelmään. (1, s. 142.)

### **4.5.3 Kaukolämpö**

Kaukolämpö on taajamien lämmitystapa. Kaukolämmitysjärjestelmässä lämpö tuotetaan edullisesti suurissa kaukolämpölaitoksissa, joista se johdetaan kaukolämpöverkoston pitkin asiakkaan lämmönjakokeskukseen. Kaukolämpöverkoston alueella tästä vaihtoehdosta on vaikea kieltäytyä, sillä kaukolämpö on suhteellisen edullista ja jopa kaavaehdoissa saatetaan sitä edellyttää. (1, s. 163.) Polttoaineena kaukolämpölaitoksissa käytetään voimalaitoksen mukaan joko maakaasua, kivihiiltä, turvetta, puuta tai öljyä (2, s. 20).

Kaukolämpöön liitetyissä taloissa ei tarvita erillistä lämminvesivaraajaa, kuten talokohtaisissa järjestelmissä. Sillä energiaa, sekä lämmitykseen, että lämpimään käyttöveteen, saadaan lämmönsiirtimen kautta. Lämmönvaihdinyksikkö ei myöskään tarvitse suurta teknistä tilaa (1, s. 163). Lämmönjako taloon voidaan hoitaa käyttämällä vesikiertoista lattialämmitystä tai patterilämmitystä, myös ilmalämmitys tai ilmanvaihtolämmitys on mahdollisia kaukolämmössä (2, s. 20).

Kaukolämmitys on helppohoitoinen lämmitystapa, eikä se vaadi juurikaan huoltoa. Lämmön hinnassa on paikkakuntaakohtaisia eroja. Lämmönvaihtimessa lämpömäärän laskin mittaa laitteen läpi virranneen kaukolämpöveden määrän ja sen jäähtymän. Tämän perusteella laskin laskee rakennuksen ja käyttöveden kuluttaman lämpöenergian määrän. (2, s. 20.)

### **4.5.4 Maakaasulämmitys**

Suomessa on noin 4 000 maakaasulla lämpenevää pientaloa (2, s. 26). Pientalojen lämmitykseen maakaasua on tarjolla vain joillakin paikkakunnilla Etelä-Suomessa. Tämän vuoksi maakaasulämmityksen markkinaosuus on pieni. Maakaasuverkoston läheisyydessä se on kuitenkin kilpailu-

kykyinen vaihtoehto. (5, s. 253.) Myös erilaisista biohajoavista jätteistä tuotetun biokaasun käyttö on lisääntynyt Suomessa (2, s. 26).

Maakaasulla toimiva lämmitysjärjestelmä koostuu lämmityskattilasta, siihen liitetystä kaasupolttimesta ja vesikiertoisesta lämmönjakojärjestelmästä. Järjestelmä on hyvin samankaltainen kuin öljylämmityksessä ja lähes kaikkia öljylämmityskattiloita voidaan käyttää myös maakaasulla. Maakaasua ei kuitenkaan varastoida kuten öljyä, vaan järjestelmä liitetään jakeluverkkoon. (5, s. 253.) Kaasun jakeluyhtiö huolehtii kaasun jakeluputkiston asennuksesta sekä mittaus- ja säätölaitteista kaasumittarille saakka. Puutarhaletkun paksuinen muovinen kaasuputki asennetaan maahan muiden putkien ja kaapelien tapaan. (2, s. 26.)

Kaasukattila ja siihen liittyvät laitteet on paras asentaa erilliseen tekniseen tilaan. Hormiksi sopii kevyt elementtirakenteinen piippu tai normaali tiilipiippu, johon on asennettu lämpöeristetty metallinen vuorausputki. Maakaasu ei likaa kattilaa eikä savuhormia. Näin varsinainen huoltotarve on hyvin pieni. Poltinlaitteiden säätöjen tarkistuttaminen pitää kaasun kulutuksen kurissa. Öljylämmitys on helposti muutettavissa kaasulämmitykseksi, jos vanha öljykattila on kunnossa. Kattila puhdistetaan ja siihen vaihdetaan sopiva kaasupoltin. (2, s. 27.)

Turvallisuussyistä maakaasu hajustetaan lisäaineella, joka helpottaa mahdollisten vuotojen havaitsemista. Kun maakaasulämmitys on valittu, kannattaa sitä hyödyntää keittiölieden ja pihagrillin polttoaineena. (2, s. 27.)



## 5 LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN VERTAILU

Useimmat pientalorakentajat pohtivat lämmitysjärjestelmän valintaa erityisesti taloudellisesta näkökulmasta. Entistä useammat ottavat myös huomioon lämmitysjärjestelmän vaikutukset ympäristöön. Suoranaista lämmityskustannusten keskinäistä hintavertailua on vaikea tehdä. (1, s. 143.) Usein edullinen investointi merkitsee kalliimpia käytönaikaisia kustannuksia ja vastaavasti suurempi investointi usein pienempiä käytönaikaisia kustannuksia (2, s. 5).

Vertailuun vaikuttavia tekijöitä ovat talon energiataso, valittavina olevat lämmitysjärjestelmät, rinnakkaisjärjestelmät, valittavina olevat lämmönsiirtojärjestelmät, energian hintatason kehitys, haluttu automatiikka, asennus ja huoltotyöt, käytön aiheuttamat vaivannäöt sekä käyttö ja asumistottumukset. Lisäksi lämpöremonttiin vaikuttavat purkutyöt, mahdolliset uudet tilat ja esimerkiksi lisäeristystyöt. (1, s. 143.)

Käytännössä suuria eroja eri talojen energiakulutuksessa syntyy myös asukkaiden toiminnasta. Lämpimän käyttöveden ja lämmöntarve vaihtelee asukkaista riippuen. Esimerkiksi jo yhden asenteen pudotus keskimääräisestä huonelämpötilasta merkitsee 5 prosentin säästöä lämmityskuluissa vuoden aikana. (1, s. 143.)

Teknisentilan tarve on mainittu useasti yhtenä tekijänä vertailussa. Sillä lämmityskattilan, kiertovesivaraajan ja polttoainesäiliön vaativia järjestelmiä varten täytyy taloon varata muutama neliömetri tilaa. Lisäksi puulämmitys vaatii varastotilaa polttopuille, hakkeelle tai pelletille. Tilaa suunniteltaessa on hyvä muistaa, että lämmitysjärjestelmä voi myös täysin vaihtua tilanteiden muuttuessa. (1, s. 142.)

### 5.1 Investointikustannukset

Investoinnissa on muistettava, ettei halvin ole aina se paras ratkaisu. Investoinnin osuus kokonaiskustannuksista on 15 - 30 vuoden aikana on joka tapauksessa käyttökustannuksia pienempi. Investointia voi ajatella myös sijoitukseksi, sillä kalliimpaan järjestelmään sijoittaminen mahdollistaa pienemmät polttoaine- tai sähkökulut. Eli ajan myötä kallis investointi maksaa itsensä takaisin edullisempänä energian hintana. (2, s. 13.)

Lämmitysjärjestelmän hankintahinta koostuu seuraavista asioista:

- suunnittelukustannuksista
- lämmönkehitys-, varastointi- ja jakojärjestelmistä
- säätö- ja ohjauslaitteista
- asennustyöstä
- liittymismaksuista (esim. kaukolämpö- tai maakaasuverkkoon)
- mahdollisista ylimääräisistä tilakustannuksista. (2, s. 13.)

Taulukossa 1 on kerrottu lämmitysjärjestelmien investointikustannuksien suuruusluokkia. Hintahaarukat sisältävät koko lämmitysjärjestelmän kustannukset eli lämmöntuotto-, lämmönvarastointi- ja lämmönjakojärjestelmät sekä liittymismaksut.

*TAULUKKO 1. Investointikustannuksien suuruusluokkia (2, s. 13)*

Maalämpöpumppu	15 000 - 20 000 €
Pellettilämmitys	10 000 - 20 000 €
Ilma-vesilämpöpumppu	10 000 - 15 000 €
Kaukolämpö	10 000 - 15 000 €
Öljylämmitys	10 000 - 15 000 €
Poistoilmalämpöpumppu	7 500 - 12 500 €
Vesikiertoinen sähkölämmitys	7 500 - 12 500 €
Huonekohtainen sähkölämmitys	5 000 - 10 000 €

## **5.2 Käyttökustannukset**

Käyttökustannukset vaihtelevat energian hinnan sekä mahdollisten perusmaksujen ja huoltokustannuksien mukaan. Oman työn, kuten puunhankinnan, arvottaminen vaihtelee henkilön omien arvostusten ja elämäntilanteen mukaan. (2, s. 13.)

Talon vuotuiset energiakustannukset koostuvat seuraavista asioista:

- tilojen ja lämpimän käyttöveden lämmityskustannuksista
- huoneistosähkön kulutuksesta
- kiinteistösähkön kulutuksesta (esim. ilmanvaihtolaitteet, pumput)

- huolto- ja korjauskustannuksista. (2, s. 13.)

Taulukossa 2 on kerrottu tämänhetkisiä eri energiamuotojen kuluttajahintoja. Maalämmölle on laskettu energian kilowattituntihinta jakamalla sähkönhinta kolmella, koska maalämpöpumppu kykenee tuottamaan lämpöä noin 3 kilowattituntia yhdellä kilowattitunnilla sähköä (2, s. 13).

*TAULUKKO 2. Lämmitysenergian kuluttajahintoja (13)*

Suora sähkölämmitys	15,07 senttiä/kWh
Maalämpö (noin 1/3 suorasta sähkölämmityksestä)	5,00 senttiä/kWh
Kevyt polttoöljy	10,41 senttiä/kWh
Pelletti	6,1 senttiä/kWh
Kaukolämpö	7,63 senttiä/kWh

### 5.3 Ominaisuuksien vertailu

Yleensä lämmitysjärjestelmissä, joissa käytetään lämmönjakotapana joko vesikiertoista lattia-lämmitystä tai vesikiertoista patterilämmitystä, on lämmönkehitystapaa helppo vaihtaa. Esimerkiksi öljylämmitys on helppo vaihtaa maalämpöön tai sitten öljylämmityksen rinnalle voi lisätä aurinkokeräimiä tai ilma-vesilämpöpumpun. Lähes kaikki lämmitysjärjestelmät tarvitsevat sähköä toimiakseen, koska esimerkiksi kiertovesipumput toimivat sähköllä. Ainoastaan tulisijat, takat ja uunit toimivat, eli lämmittävät, rakennusta ilman sähköä, ja tämän vuoksi ne ovatkin hyviä lisä- ja varalämmönlähteitä. (2, s. 34.)

Puu-, hake-, pelletti- ja öljylämmitys vaativat tilan, johon polttoaine voidaan varastoida. Öljy- ja pellettisäiliöt voidaan upottaa maan alle, jolloin ne eivät vie tilaa tontilta eivätkä rakennuksesta. Hake- ja polttopuuvarannot voidaan sijoittaa erilliseen halko- ja hakevarastoon, eikä näiden tarvitse olla lämpimiä tiloja. Kaukolämpöä ja maakaasulla toimivaa lämmitystä ei ole saattavilla joka paikassa, vaan ainoastaan näiden verkostojen riittävässä läheisyydessä. Sähköllä suoraan toimivat lämmitysjärjestelmät, kuten sähkökattilat ja -varaajat ja huonekohtaiset sähkölämmitysjärjestelmät, käyttävä paljon muita lämmitysmuotoja enemmän kallista sähköä. Lisäksi huonekohtaisen sähkölämmityksen muuttaminen muille lämmitysmuodoille on kallista ja hankalaa. (2, s. 34.) Lämmitysjärjestelmien hyvät ja huonot ominaisuudet ovat tarkemmin lueteltuina kuvassa 7.

Järjestelmä	Plussat	Miinukset
<b>Pellettilämmitys</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ kotimaista, uusiutuvaa bioenergiaa</li> <li>+ pelletin hintakehitys on vakaa ja kilpailukykyinen</li> <li>+ investointikustannuksia voi pienentää rakentamalla pellettisiilon itse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vaatii erillisen teknisen tilan ja erillisen pellettivaraston</li> <li>- vaatii säännöllistä huoltoa (esim. tuhkanpoisto) ellei valita laitteistoa, jossa se on automatisoitu</li> </ul>
<b>Maalämpöpumppu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ hyödyntää uusiutuvaa energiaa</li> <li>+ tuotettu lämpöenergia on melko edullista</li> <li>+ porakaivoa voidaan hyödyntää viilennykseen</li> <li>+ ei välttämättä vaadi teknistä tilaa (on kuitenkin suositeltavaa)</li> <li>+ vesikiertoinen lämmönjako mahdollistaa energiamuodon vaihtamisen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- melko kallis hankintahinta</li> <li>- käyttää jonkin verran sähköä</li> </ul>
<b>Poistoilma-lämpöpumppu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ sama laite hoitaa tilojen ja lämpimän käyttöveden lämmityksen sekä ilmanvaihton</li> <li>+ hankintahinnaltaan edullisin lämpöpumppuratkaisu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- käyttää sähköä enemmän kuin muut lämpöpumppuratkaisut</li> </ul>
<b>Ilma-vesi-lämpöpumppu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ soveltuu mihin tahansa rakennuspaikkaan</li> <li>+ edullisempi kuin maalämpöpumppu</li> <li>+ vesikiertoinen lämmönjako mahdollistaa energiamuodon vaihtamisen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lämmönlähteenä ulkoilma: mitä kylmempi sää ja mitä suurempi lämmitystarve, sitä vähäisempi energian tuotto</li> <li>- melko suuri hankintahinta</li> </ul>
<b>Sähkökattilat ja -varaajat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ vesikiertoinen lämmönjako mahdollistaa energiamuodon vaihtamisen</li> <li>+ vaivaton lämmitystapa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- muita lämmitysmuotoja kalliimpi energia</li> </ul>
<b>Huonekohtainen sähkölämmitys</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ edullinen investointi</li> <li>+ hyvä hyötysuhde</li> <li>+ tarkka säätö</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- muita lämmitysmuotoja kalliimpi energia</li> <li>- energiamuodon vaihtaminen kallista ja hankalaa (suora sähkölämmitys)</li> </ul>
<b>Öljylämmitys</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ nykyaikaisilla kattiloilla ja polttimilla hyvä hyötysuhde</li> <li>+ biokomponentin sisältäviä nestemäisiä polttoaineita saatavissa</li> <li>+ vesikiertoinen lämmönjako mahdollistaa energiamuodon vaihtamisen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- polttoaineen hinta vaihtelee suhdanteiden mukaan</li> <li>- fossiilinen polttoaine</li> </ul>
<b>Kaukolämpö</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ tuotantotavasta riippuen uusiutuvaa energiaa</li> <li>+ voimalaitoksilla, joissa tuotetaan sähköä ja lämpöä, polttoaine hyödynnetään hyvällä hyötysuhteella</li> <li>+ vesikiertoinen lämmönjako mahdollistaa energiamuodon vaihtamisen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kaukolämpöä ei ole tarjolla kaikkialla</li> <li>- riippuvuus yhdestä energiantoimittajasta</li> </ul>

KUVA 7. Päälämmitysjärjestelmien plussat ja miinukset (2, s. 34)

#### 5.4 Lämmitystapojen vertailu laskurilla

Internetistä löytyy useita pientalojen energiamuotojen vertailulaskureita. Vertailua esimerkki-pientalon lämmitystavoista tehtiin käyttämällä yhtä näistä laskureista. Käytettäväksi valittiin Motivan verkkosivuilta löytyvä laskuri. Koska Motiva on valtion kokonaan omistama asiantuntijayritys, oletettiin kyseisen laskurin antavan puolueetonta tietoa eri lämmitysmuodoista.

Laskurin ovat tehneet Keski-Suomen Energiatoimisto ja Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Laskuri on tehty Motiva Oy:n tilauksesta ja ohjauksessa, kuluttajien energianeuvonnan käyttöön. Laskurin Internet-toteutuksesta vastaa Atlantis Consulting Oy. Lämmityslaskurin kehitystyön pohjana on toiminut Heating Tool -laskuri. (14.)

#### **5.4.1 Laskurin tarkoitus ja kohderyhmä**

Pientalon lämmitystapojen vertailulaskurin on tarkoitus avustaa eri lämmitysmuotojen vertailua rakennuksiin. Laskuri tarjoaa puolueetonta ja vertailukelpoista tietoa eri lämmitystavoista sekä niiden kustannuksista. Kustannustietojen lisäksi laskurista saa tietoa eri lämmitystapojen ominaisuuksista. Laskuri on tarkoitettu ensisijaisesti pientalojen rakentajille ja vanhojen talojen remontoijille. Laskurin ohjeavot ovat tarkoitettu pientaloihin ja valmiiksi esitetyt kohdat ovat tehty vastaamaan pientalojen lämmitysjärjestelmien keskimääräisiä kustannuksia ja arvoja. (14.)

#### **5.4.2 Vertailulaskurin lämmitystapojen vertailu**

Lämmitystapojen vertailulaskurissa on huomioitu yleisimmät pää- ja tukilämmitysjärjestelmät pientaloissa. Lämmitystapojen yhdistelmistä on valittu mukaan vain taloudellisesti kannattavampia monimutkaisuuksien välttämiseksi. Esimerkiksi maalämpö ja pellettilämmitys ovat käyttökustannuksiltaan edullisimpia, jolloin erilaisten tukilämmitysten lisääminen on kannattamattomampaa kuin öljy- tai sähkölämmitykseen. (14.)

Laskurin käyttö aloitetaan valitsemalla päälämmitysjärjestelmä, johon voidaan valita mahdollisesti täydentäviä tukilämmityksiä. Laskurissa otetaan mukaan tarkasteluun päälämmitystapa sekä yksinään että valittujen tukilämmityksien kanssa. Näin voidaan helpommin vertailla, kuinka suuri hyöty tukilämmityksestä saadaan. (14.)

Koska investoinnit lämmitysjärjestelmiin tehdään pitkäksi aikaa, jopa kymmeniksi vuosiksi eteenpäin, on laskurissa mahdollistettu tulevaisuuden energiahintojen huomioonottaminen. Näin saadaan tehtyä, kun lasketaan tulevien vuosien energiakustannuksia arvioitujen energiahintojen nousuvauhdin mukaan. Energiahintojen nousuvauhteina käytetään tilastoihin perustuvia arvoja eri energiamuotojen hintakehityksestä viimeisen 10 vuoden ajalta. Lämpöpumppujen hyötysuh-

teiden ja toimintojen oletusarvoina käytetään ympäristöministeriön laskentaohjeeseen D5 perustuvia arvoja. (14.)

Vertailulaskentaan valittiin pellettilämmitys, sähkölämmitys, öljylämmitys, maalämpöpumppu, poistoilmalämpöpumppu, ilma-vesilämpöpumppu ja aurinko-öljy. Laskennassa käytettiin esimerkkikohteen tietoja: rakennuksen pinta-ala, huonekorkeus, asukasmäärä, rakennuksen ikä, rakennuksen sijainti. Esimerkkikohteessa on 107 neliometriä lämmitettävää pinta-alaa ja huonekorkeus on 2,6 metriä eli talossa on 278,2 kuutiometriä lämmitettävää tilaa. Rakennus sijaitsee Hai-luodossa. Talossa asuu kaksi asukasta ja se on valmistunut vuonna 1990. Näillä tiedoilla laskuri laski lämmitysenergian kokonaistarpeeksi 17 857 kilowattituntia vuodessa. (Kuva 8.) Investoinnin laskenta-ajaksi valittiin 20 vuotta, joka on suunnilleen lämpöpumpun kompressorin käyttöikä (9, s. 85). Muihin arvoihin laskurissa ei tehty muutoksia ainoastaan tarkistettu tietojen paikkansapitävyys.

The screenshot shows a software interface for calculating building energy needs. It has two tabs: 'Rakennuksen tiedoilla' (selected) and 'Antamalla vuosikulutuksen'. Under '1. Rakennuksen tiedot', there are input fields for: 'Rakennuksen pinta-ala' (107 m²), 'Huonekorkeus (m)' (2.6 m), 'Asukasmäärä' (2), 'Rakennuksen energiatehokkuus tai ikä' (1990-luku), and 'Rakennuksen sijainti' (Maan keskiossa). On the right, under 'Lämmitysenergian tarve vuodessa', there are output fields: 'Käyttöveden lämmitysenergia' (2000 kWh/a) and 'Lämmitysenergian kokonaistarve vuodessa' (17857.4 kWh/a).

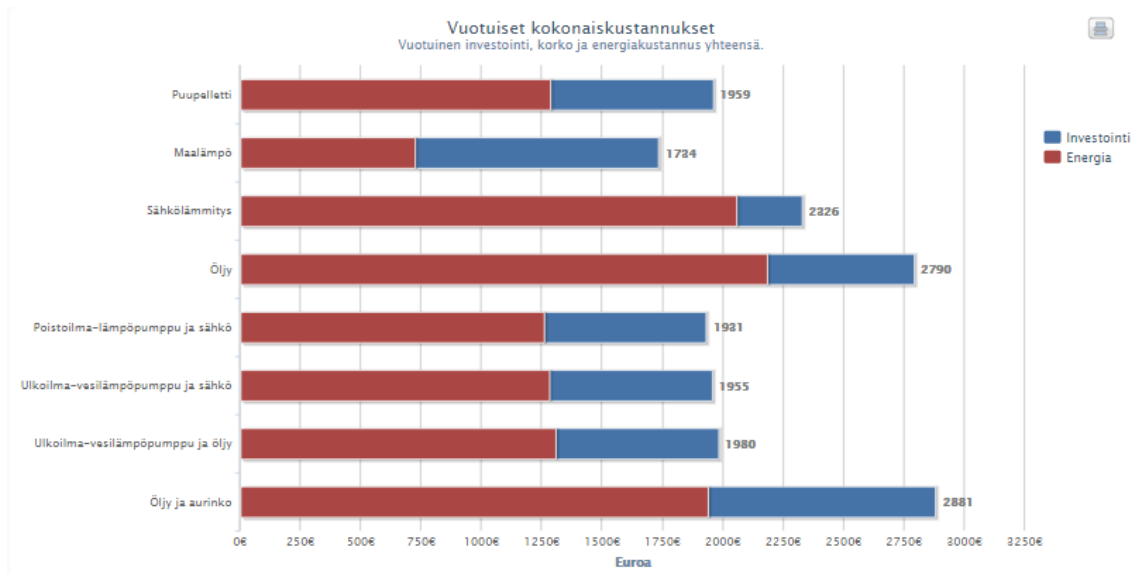
KUVA 8. Rakennuksen tiedot (liite 1)

### 5.4.3 Lämmitystapojen vertailulaskurin tulokset

Laskurista saaduista tuloksista voidaan huomata heti maalämmön olevan edullisin vuotuisissa kokonaiskustannuksissa. Maalämpö on näin edullinen, koska siinä käytettävän energian kustannukset jäävät pienemmiksi, kuin muissa energiamuodoissa. Maalämmön investointikustannukset ovat kuitenkin suuremmat kuin muissa vertailuissa energiamuodoissa. (Kuva 9.)

Öljylämmityksessä on suurimmat käyttökustannukset, koska käytettävän energian hinta on suurin. Aurinko-öljylämmityksen vuosittaiset kokonaiskustannukset nousevat suurimmiksi öljylämmityksen suurten käyttökustannusten ja aurinkolämmön kalliiden investointikustannusten vuoksi. Suoran sähkölämmityksen käyttökustannukset ovat lähes yhtä suuret kuin öljylämmityksen, mutta siinä on kaikista pienimmät investointikustannukset. (Kuva 9.)

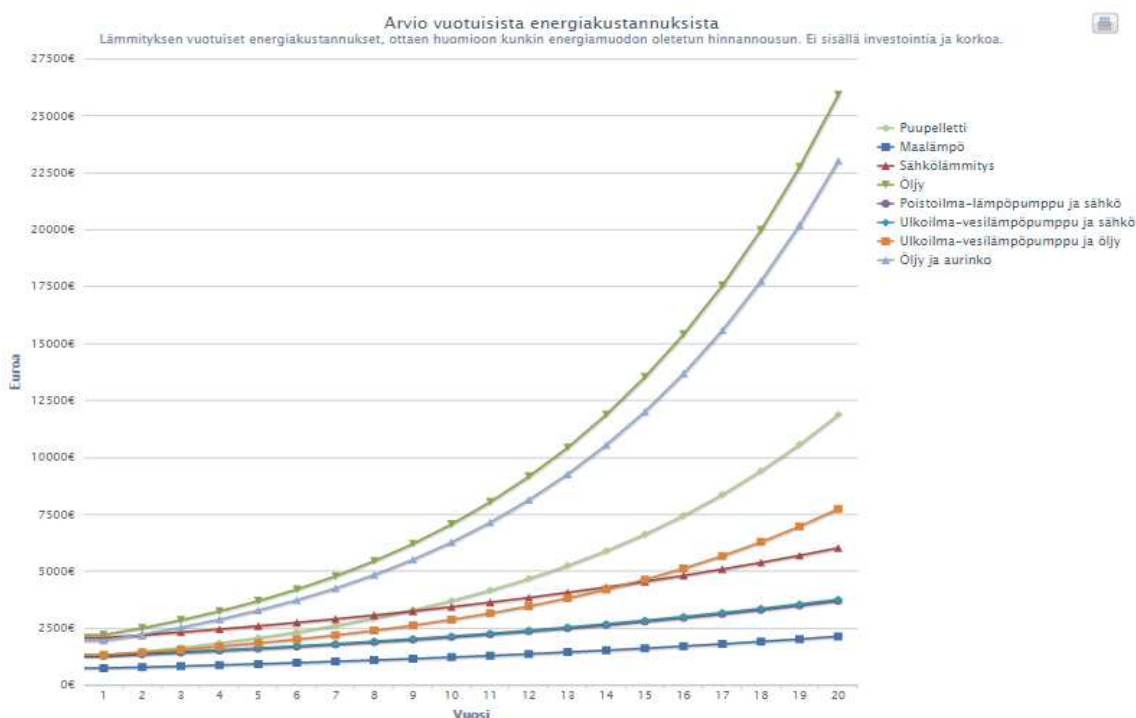
Näistä vertailussa olevissa energiamuodoista ainoastaan öljy-, sähkö- ja aurinko-öljylämmityksen vuotuiset kokonaiskustannukset nousevat laskurin mukaan yli 2 000 euroon esimerkkikohteen-tyyppisessä talossa. Muiden lämmitysmuotojen vuotuiset kokonaiskustannukset ovat 1 900 ja 2 000 euron välissä. Ainoastaan maalämmön kustannukset ovat huomattavasti alhaisemmat vain 1 734 euroa vuodessa. (Kuva 9.)



KUVA 9. Vuotuiset kokonaiskustannukset (liite 1)

Laskurin mukaan öljyä energialähteekseen käyttävien lämmitysmuotojen energiakustannukset lähtevät kallistumaan hurjalla vauhdilla seuraavan kahdenkymmenen vuoden aikana. Pelkällä öljylämmityksellä toimivan talon lämmitysjärjestelmän lämmitysenergian hinta nousisi vähän yli 2 000 eurosta jopa yli 25 000 euroon vuodessa. Ainoastaan ulko-ilmalämpöpumpun ja öljylämmityksen yhdistelmälämmityksen energianhinta kasvaisi maltillisemmin, koska öljylämmityksen käyttö tässä lämmitysmuodossa on hyvin vähäistä. Myös puupelletin hinnan odotetaan nousevan seuraavan 20 vuoden aikana lähes kymmenkertaiseksi pelletin tämänhetkisestä hinnasta. (Kuva 10.)

Muiden energiamuotojen vuosittaisten energiakustannusten odotetaan nousevan huomattavasti vähemmän, koska sähkönhinnan odotetaan kehittyvän maltillisemmin seuraavan 20 vuoden aikana. Esimerkiksi maalämmön vuosittaiset energiakustannukset nousisivat vain noin 2 500 euroon 750 eurosta. Energiakustannukset sähköllä toimivien lämmitysmuotojen osalta noin kaksinkertaistuvat. (Kuva 10.)

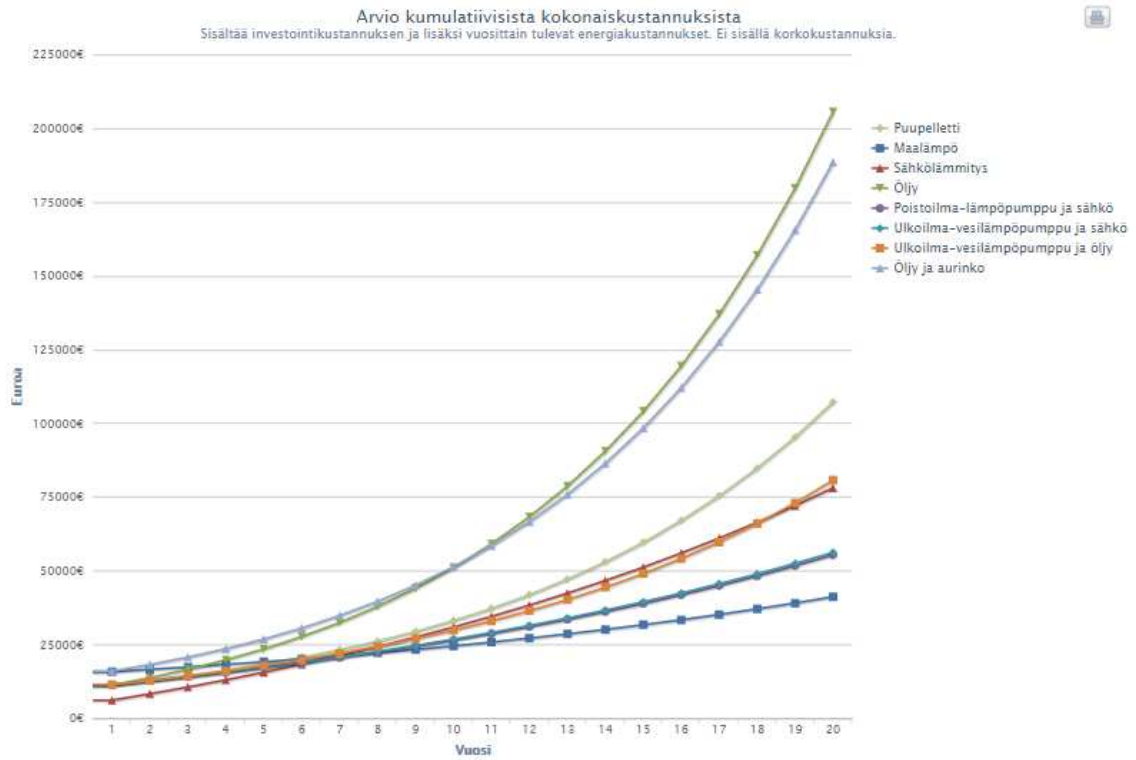


KUVA 10. Arvio vuotuisista energiakustannuksista (liite 1)

Sähkölämmityksen arvioidut kokonaiskustannukset ovat aluksi muutaman vuoden pienimmät, koska sähkölämmityksen investointikustannukset ovat pienimmät. Noin jo kymmenen vuoden kuluessa maalämmöllä lämmittäminen on tullut halvimmaksi, koska maalämpö on energiakustannuksiltaan halvinta, vaikka siinä onkin suurimmat investointikustannukset. (Kuva 11.)

Tässäkin on nähtävissä öljyhinnan odotettu hurja nousu, minkä vuoksi öljylämmityksen arvioidut kokonaiskustannukset ovat kahdenkymmenen vuoden kohdalla todella suuret, jopa yli 200 000 euroa. Myös pelletin kasvava hinta näkyy näissä arvioituissa kokonaiskustannuksissa, ja pellettilämmityksen kokonaiskustannuksien onkin arvioitu nousevan yli 100 000 euroon. (Kuva 11.)





KUVA 11. Arvio kumulatiivisista kokonaiskustannuksista (liite 1)

## 6 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN UUSIMINEN ESIMERKKITALOON

Luvussa 6 esitellään, miten lämmitysjärjestelmän muutos tehtiin Hailuodossa sijaitsevaan omakotitaloon, jossa asuu kaksi asukasta. Talossa on 107 neliometriä lämmitettävää pinta-alaa. Talo on rakennettu 1989 ja valmistunut 1990. Alkuperäinen lämmitysjärjestelmä toimi polttopuilla. Järjestelmään kuuluivat Arimax 25 -alapolokattila ja 2 000 litran lämminvesivaraaja, jossa oli 3 kilowatin sähkövastus tuki- ja varalämmittimenä. Lämmönjako on toteutettu vesikiertoisilla pattereilla ja osittaisella vesikiertoisella lattialämmityksellä, eli kylpy- ja kodinhoitohuoneet lämpenevät lattialämmityksellä. Lisäksi talossa on tuki- ja varalämmitysjärjestelmänä varaava leivinuuni.

### 6.1 Uusimisen tarve

Lämmitysjärjestelmän uusiminen on tullut ajankohtaiseksi, kun vanhan puulämmityskattilan käyttöikä alkoi tulla tiensä päähän, minkä vuoksi olisi pian ollut tarpeellista uusia lämmityskattila. Lisäksi puulla lämmittäminen oli työlästä, sillä kattilassa piti käytännössä joka toinen päivä polttaa puita kaksi pesällistä.

Oman lisänsä lämmitysjärjestelmän vaihtamistarpeeseen toi polttopuiden tekemisen tarve. Koska talon asukkaat ikääntyvät, he eivät olisi jaksaneet enää kauan tehdä polttopuita talon lämmittämistä varten. Toki polttopuita täytyy asukkaiden tehdä vieläkin saunan lämmitykseen ja leivinuunin lämmitykseen, mutta huomattavasti vähemmän.

### 6.2 Lämmitysjärjestelmän valinta

Lämmitysjärjestelmäksi valittiin CTC EcoHeat 308 -maalämpöpumppu ja alkuperäinen lämmönjakojärjestelmä. Maalämpö valittiin lämmitysjärjestelmäksi, koska se on helppokäyttöinen, huoleton, edullinen käyttökustannuksiltaan ja ympäristöystävällinen. Lisäksi talossa on valmiiksi toimiva hyvä vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä eli maalämpöpumppu oli tähän helposti kytkettävissä. Tontilla on hyvin tilaa ja hyvänlaatuista kosteaa hiekkaista maaperää, mihin maapiiri oli hyvä asentaa.

### 6.3 Lämmitysjärjestelmän asentaminen

Muutosprosessi alkoi tarjouspyynnön ja alustavan suunnitelman teolla paikalliselta LVI-urakoitsijalta, jolta saatiin hyvä tarjous ja suunnitelma. Urakkaan sisältyivät asennustyöt, laitteistot, käyttöönotto ja opastus laitteen käyttöön.

Lämmitysjärjestelmän uusiminen tehtiin kesällä, koska näin ei tarvinnut huolehtia talon lämmittämisestä työaikana. Ainoastaan lämpimän käyttövedensaanti piti varmistaa. Asia hoitui siten, että putkiurakoitsijalta saatiin lainaan pieni sähköllä toimiva lämminvesivaraaja väliaikaiseksi lämmitysjärjestelmäksi.

Vanha lämmitysjärjestelmä purettiin itse. Varaajan suuren koon vuoksi sen purkamiseen oli kaksi vaihtoehtoa; paloitella varaaja paikoilleen tai purkaa pannuhuoneen takaseinä, josta varaaja saataisiin paisuntasäiliöineen kokonaisuena ulos. Näistä vaihtoehdoista päädyttiin jälkimmäiseen, eli purettiin pannuhuoneen takaseinä. Kun seinä oli purettu, laskettiin varaaja tyhjäksi. Tämän jälkeen purettiin pannuhuoneessa olevat johdot ja putket jakotukkeihin asti. Varaaja ja paisuntasäiliö saatiin ulos kokonaisina, mutta kattila päätettiin jättää pannuhuoneeseen. Kattila jätettiin pannuhuoneeseen sen vuoksi, että asukkailla on tarkoituksena polttaa siellä välillä vähän puita ja näin säästää hyvää savupiippua. Kun vanha lämmitysjärjestelmä oli saatu purettua, rakennettiin pannuhuoneen takaseinän uudestaan.

Tämän jälkeen alkoivat putkiurakoitsijan työt. Urakoitsija toimitti työmaalle lämmönkeruupiiriin putket ja maalämpöpumpun. Itse asennustyöt alkoivat keruupiiriin putken asentamisella maahan. Putki upotettiin noin 1 - 1,5 metrin syvyyteen paikallisen kaivinkoneurakoitsijan toimesta. Keruuputkea tuli kaksi 400 metrin piiriä, jotka yhdistyvät vasta talon takana olevassa eristetyssä kaapissa, josta ne myös menevät taloon sisälle seinän läpi.

Maalämpöpumppu sijoitettiin pannuhuoneeseen, jossa oli nyt hyvin tilaa maalämpöpumpulle. Myös talon jakotukit sijaitsivat siellä, ja pumpun sijoittaminen pannuhuoneeseen oli senkin vuoksi järkevää. Urakoitsija kytki maalämpöpumppuun lämmitys- ja käyttövesiputket sekä maapiiriin keruuputket, jotka urakoitsija täytti 50 prosenttia alkoholilla sisältävällä maalämpönesteellä. Lisäksi putkiurakoitsija asensi pannuhuoneeseen lämpöpatterin, jonka kytki myös talon lämmitysjärjestelmään. Patteri asennettiin, koska pannuhuoneessa ei enää lämmitetä säännöllisesti kattilaa ja tila olisi kylmentynyt talvella.

Sähkökytkennät kävi tekemässä paikallinen sähköurakoitsija, sillä maalämpöpumppu tarvitsee kolmivaihevirtaa. Kolmivaihevirtakaapeli piti vetää pannuhuoneeseen talon sähkötaulusta. Lisäksi sähköurakoitsija asensi ja kytki maalämpöpumpun tarvitsemat ulkoilmalämpötilaa ja sisäilmalämpötilaa mittaavat anturit.

Lopuksi putkiurakoitsija käynnisti maalämpöpumpun sekä asetti siihen taloon ja asumistottumuksiin sopivat säädöt. Putkiurakoitsija perehdytti talon asukkaat maalämpöpumpun käyttöön ja seurantaan.

#### **6.4 Lämmitysjärjestelmän käyttö**

Maalämpöpumpun käyttö on helppoa, sillä lähes kaikki mitä maalämpöpumppuun tarvitsee tehdä, tapahtuu pumpun etupaneelissa olevan kosketusnäytön kautta. Maalämpöpiirissä olevaa painetta tulee seurata noin kerran kuussa. Paineen tulee pysyä noin yhdessä baarissa. Lähinnä maalämpöpumpun käyttö on siis seurantaa ja tarkkailua.

#### **6.5 Kustannukset esimerkikohteessa**

Kustannuksissa tarkastellaan maalämpöpumpun investointikustannuksia ja käyttökustannuksia. Investointikustannukset sisältävät vanhan järjestelmän purkua, uuden asentamisen, maalämpöpumpun käyttöönoton ja käyttöön perehdyttämisen sekä maalämpöpumpun asentamiseen liittyvien urakoiden kustannukset. Käyttökustannuksina tarkastellaan viimeisen vuoden toteutuneita todellisia kustannuksia, joita on tullut maalämpöpumpun käytöstä. Lisäksi nykyisiä käyttökustannuksia verrataan entisen puulämmitteisen lämmitysjärjestelmän käyttökustannuksiin.

##### **6.5.1 Investointikustannukset**

Maalämpöpumpun hankinta- ja asennuskustannukset koostuivat seuraavista osista: vanhojen laitteiden purkutyö, maalämpöpumppu CTC Ecoheat 308, maaputkistoa 800 metriä sekä maalämpööneste ja putkiasennukset. Lisäksi maalämpöpumpun asennukseen liittyi sähkö- ja maankaivutöitä.

- Lvi-laitteet ja asennukset 13 298,42 euroa
- sähköasennukset ja tarvikkeet 405,03 euroa
- maalämpöputken kaivaminen ja peittäminen 892,80 euroa.

Maalämpöpumpun investointikustannukset esimerkkikohteeseen olivat siis yhteensä 14 596,25 euroa.

## 6.5.2 Yhden vuoden käyttökustannukset

Maalämpöpumpun käyttökustannukset selvitettiin maalämpöpumpussa olevan energiankulutuslaskurin avulla. Sähkönkulutus tarkistettiin laskemalla kulutuksen lisääntymisen määrä edellisten vuosien sähkölaskuista. Puukattilan käyttökustannukset selvitettiin haastattelemalla talon asukkaita, näin saatiin selvitettyä puun kulutus ennen maalämpöpumpun käyttöönottoa ja sen jälkeen. Tästä pystyttiin selvittämään, paljonko puuta kului lämmityskattilassa ja paljonko leivinuunissa. Puun hintana käytettiin laskelmassa sekapuun hintaa 30 euroa irtokuutio sekä sähköhintana 0,1227 euroa kilowattitunti (15; 16).

Puulämmitykseen käytettiin 18 pinokuutiota puuta vuodessa. Pannuhuoneessa kului 13 pinokuutiota puuta sekä leivinuunia lämmitetään puulla ja siinä sitä kuluu vuodessa 5 pinokuutiota. Kun pinokuutiot muutetaan irtokuutioiksi, voitiin laskea, kuinka paljon polttopuut tulivat maksamaan. Kun 18 pinokuutiota jaetaan muuntokertoimella 0,62, saadaan tietää, paljonko puuta kului irtokuutioissa. (Taulukko 3.) Puuta kului vuodessa yhteensä 29 irtokuutiota. Vanhan lämmitysjärjestelmän käyttökustannuksia kertyi yhteensä 870 euroa vuodessa.

TAULUKKO 3. Puun tilavuuden muuntokertoimet (17)

Irto-m <sup>3</sup>	Pino-m <sup>3</sup>	Kiinto-m <sup>3</sup>
1	0,62	0,40
1,63	1	0,65
2,5	1,54	1

Maalämpöpumpussa vuodessa käytetty energiamäärä oli 3 100 kilowattituntia. Maalämpöpumpussa vuoden aikana käytetyn sähkön hinta oli 380 euroa. Lisäksi taloa on lämmitetty leivinuunilla

samalla tavalla kuin puulämmitteisen kattilan aikaan. Vuodessa kuluu 8 irtokuutiota puuta 240 euron edestä. Nykyisen lämmitysjärjestelmän käyttökustannukset ovat 620 euroa vuodessa.

Maalämpöpumpun käyttäminen esimerkkikohteen lämmitysjärjestelmänä on edullisempaa kuin ostetun polttopuun. Todellisuudessa asia ei ihan näin ole, koska polttopuuta asukkaat ovat hankineet itse metsästä tekemällä hakkuualueiden perkauksia, harventamalla rantametsiä ja hakkaamalla puita omasta metsästä. Tästä työstä ei ole laskettu itselle palkkaa. Jos polttopuiden hankkiminen olisi ostettujen puiden varassa, tulisi talon lämmittäminen puulla kalliimmaksi kuin maalämpöpumpulla lämmittäminen.

## **6.6 Kokemukset maalämmöstä**

Käyttäjien kertomat kokemukset ovat pääosin positiivisia. Maalämpöjärjestelmä koettiin olevan helppokäyttöinen, huoleton. Polttopuiden kulutus väheni todella paljon eli polttopuusavotta väheni huomattavasti. Pannuhuoneeseen tuli säilytystilaa tavaroille, kun varaaja ja paisuntasäiliö purettiin pois.

Tärkeä ominaisuus vanhaan lämmitysjärjestelmään verrattaessa on, että talon lämpötila pysyy tasalämpöisenä koko ajan ja lämmintä käyttövettä on aina heti saatavissa. Huonona puolena vanhaan lämmitysjärjestelmään verrattaessa voisi mainita sähkölaskun pienen kasvun.

## 7 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä vertailtiin eri lämmitysjärjestelmävaihtoehtoja sekä lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi kartoitettiin ratkaisuja, sekä lämmitysjärjestelmien investointi- ja käyttökustannuksia nyt ja tulevaisuudessa. Lisäksi työssä kerrottiin, kuinka esimerkkikohteeseen tehtiin lämmitysmuodonmuutos puulämmityksestä maalämpöön, ja vertailtiin eri järjestelmien käyttökustannuksia.

Työssä selvisi, että lämmitysjärjestelmien vertailu on hankalaa, koska kaikissa markkinoilla olevissa lämmitysjärjestelmissä on hyviä ja huonoja puolia. Lisäksi kaikkia lämmitysmuotoja ei ole saatavilla joka paikassa. Entistä useammat rakentajat ottavat huomioon myös ympäristövaikutukset. Valintaan vaikuttavat myös rakennuksen koko, perheen koko, lämmitysenergian tarve, asumistottumukset sekä niihin mahdollisesti tulevat muutokset.

Käyttökustannukset todennäköisesti nousevat kaikissa lämmitysmuodoissa jonkin verran seuraavan kahdenkymmenen vuoden aikana, mutta öljyä käyttävissä lämmitysjärjestelmissä huomattavasti. Investointikustannukset ovat suurimmat maalämmössä, mutta edullisen energian ansiosta se säästää energian hinnassa investoinnin hinnan nopeasti takaisin. Sähkölämmitys on todella halpa asentaa, helposti ja tarkasti säädettävä. Sähkölämmityksessä on korkeat käyttökustannukset, koska se kuluttaa paljon sähköenergiaa. Aurinkoenergia on hyvä lisälämmönlähde, mutta se tarvitsee aina jonkin toisen päälämmitysmuodon, kuten öljylämmityksen rinnalleen. Nykyään Suomessa maalämpö on yleinen lämmitysmuoto ja lähes 50 prosenttia pientalon rakentajista valitsee sen.

Lisäksi tässä työssä tarkasteltiin lämmitysjärjestelmän vaihtoa, joka tehtiin esimerkkiomakotiin Hailuodossa. Kohteessa vaihdettiin vanha puulämmitysjärjestelmä maalämpöpumppuun. Koska talossa on hyvä toimiva vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä, oli muutostyö helppo tehdä. Kustannusvertailussa selvisi, että maalämpö oli paljon halvempi käyttää kuin puulämmitys. Todellisuudessa näin ei kuitenkaan ollut, koska polttopuuta oli tehty itse omista tarpeista, eikä omalle työlle ollut laskettu hintaa. Tällöin polttopuiden hinta oli periaatteessa 0 euroa.

## LÄHTEET

1. Jussila, Anne-Maria – Toivonen, Jari – Weckman, Veli-Pekka – Tikkanen, Pauliina  
2012. Valintaopas - Peruskorjaaminen ja kunnostus. Forssa: Rakentajan Tietopalvelu RTI Oy.
2. Pientalon lämmitysjärjestelmät. 2011. Motiva Oy. Helsinki: Lönneberg.
3. Lämmitysjärjestelmän valinta. 2014. Motiva. Saatavissa:  
[http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta). Hakupäivä 18.11.2014.
4. Ohjeita lämmitysjärjestelmän hankintaan. 2014. Motiva. Saatavissa:  
[http://www.motiva.fi/files/4155/Ohjeita\\_lammitysjarjestelman\\_hankintaan.pdf](http://www.motiva.fi/files/4155/Ohjeita_lammitysjarjestelman_hankintaan.pdf). Hakupäivä  
19.11.2014.
5. Pekkala, Risto 2012. Oman talon käsikirja. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.
6. Lämmityskattilat palamis-suunnanmukaan. 2014. EDU. Saatavissa:  
[http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/pientalon\\_lammitys/kattilat\\_palamissuunnan\\_mukaan.htm](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/pientalon_lammitys/kattilat_palamissuunnan_mukaan.htm).  
Hakupäivä 18.11.2014.
7. Käänteispalokattila. 2014. Aaltoarina. Saatavissa:  
<http://www.aaltoarina.fi/index.php?pid=94&lg=fi>. Hakupäivä 18.11.2014.
8. Puupellettejä. 2014. Vapo. Saatavissa:  
[http://www.vapo.fi/aineistopankki/\\_images/fullsize/1445-Opelletti.jpg](http://www.vapo.fi/aineistopankki/_images/fullsize/1445-Opelletti.jpg). Hakupäivä 18.11.2014.
9. Perälä, Rae 2009. Lämpöpumput, Suomalainen käsikirja aikamme lämmitysjärjestelmästä.  
Helsinki: Alfamer Oy.
10. Maalämpöpumppu. 2014. Motiva. Saatavissa:  
[http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/eri\\_lammitysmuodot/maalampopumppu](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot/maalampopumppu). Hakupäivä 30.10.2014.
11. Maalämpöpumppu. 2014. SULPU. Saatavissa:  
<http://www.sulpu.fi/maalampopumppu>. Hakupäivä 30.10.2014.
12. Lämpöä omasta maasta. 2014. Motiva. Saatavissa:  
[http://www.motiva.fi/files/7965/Lampoa\\_omasta\\_maasta\\_Maalampopumput.pdf](http://www.motiva.fi/files/7965/Lampoa_omasta_maasta_Maalampopumput.pdf). Hakupäivä  
19.11.2014.
13. Lämmitysenergiankuluttajahintoja. 2014. Tilastokeskus. Saatavissa:  
[http://www.tilastokeskus.fi/til/ehi/2014/02/ehi\\_2014\\_02\\_2014-09-18\\_tau\\_003\\_fi.html](http://www.tilastokeskus.fi/til/ehi/2014/02/ehi_2014_02_2014-09-18_tau_003_fi.html). Hakupäivä  
20.11.2014.



14. Pientalon lämmitystapojen vertailulaskuri. 2014. Motiva. Saatavissa:  
[http://motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/vertaile\\_lammitysjarjestelmia/pientalon\\_lammitystapojen\\_vertailulaskuri](http://motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/vertaile_lammitysjarjestelmia/pientalon_lammitystapojen_vertailulaskuri). Hakupäivä 20.11.2014.
15. Sähkölasku. 2014. Elenia Vattenfall. 31.08.2014.
16. Puunmyynti ilmoitus. 2014. Sanoma Media Finland OY. Saatavissa:  
[http://www.keltainenporssi.fi/search/maatalous/maataloustuotteet-ja-elintarvikkeet/polttopuuta/search.mec?pob\\_post\\_id=30119970&pob\\_action=show\\_post&pob\\_cat\\_id=10833&pob\\_browser\\_offset=0&pob\\_view\\_language\\_id=fi&search\\_evt=onsearch&search\\_O\\_string=polttopuu&search\\_O\\_ohak\\_id=24600002710](http://www.keltainenporssi.fi/search/maatalous/maataloustuotteet-ja-elintarvikkeet/polttopuuta/search.mec?pob_post_id=30119970&pob_action=show_post&pob_cat_id=10833&pob_browser_offset=0&pob_view_language_id=fi&search_evt=onsearch&search_O_string=polttopuu&search_O_ohak_id=24600002710). Hakupäivä 14.11.2014.
17. Mittayksiköiden muuntokertoimet. 2014. Metsäkeskus. Saatavissa:  
<http://www.halkoliiteri.com/?id=573>. Hakupäivä 14.11.2014.

## Lämmitystapojen vertailulaskuri

Tällä laskurilla voit vertailla talosi lämmitysvaihtoehtojen kustannuksia. Laskuria voidaan käyttää uusille ja vanhoille, sekä eri tyyppisille ja kokoisille rakennuksille.

Laskurin antamat ohjearvot on suunnattu pientaloille, ja esitetyt arvot ovat uuden pientalon tyyppisiä arvoja. Kaikki ilmoitetut hinnat sisältävät niihin liittyvät verot.

Voit muuttaa vihreiden kenttien arvoja. Hyödyllistä lisätietoa saat klikkaamalla kenttiä, joiden vieressä on (!)-merkki. Laskurin tulokset ovat suuntaa-antavia.

[Lisätietoja laskurista \(Motiva.fi\)](#)


 Lämmitysjärjestelmän valinta

Voit valita enintään 8 lämmitystapaa kerrallaan vertailuun. Valittuna 8. **Maksimimäärä lämmitystapojen valittuina!**

Valitse päälämmitystapa	Valitse tukilämmitys				
<input checked="" type="checkbox"/> Puupelletti					
<input type="checkbox"/> Kaukolämpö					
<input checked="" type="checkbox"/> Maalämpö					
<input checked="" type="checkbox"/> Ulkoilma-vesilämpöpumppu ja sähkö	<input type="checkbox"/> Tulisija				
<input checked="" type="checkbox"/> Poistoilma-lämpöpumppu ja sähkö	<input type="checkbox"/> Tulisija				
<input checked="" type="checkbox"/> Ulkoilma-vesilämpöpumppu ja öljy	<input type="checkbox"/> Tulisija				
<input checked="" type="checkbox"/> Sähkölämmitys	<input type="checkbox"/> Tulisija	<input type="checkbox"/> Ilmalämpöpumppu	<input type="checkbox"/> Tulisija ja ilmalämpöpumppu	<input type="checkbox"/> Aurinkolämpö	
<input checked="" type="checkbox"/> Öljy	<input type="checkbox"/> Tulisija	<input type="checkbox"/> Ilmalämpöpumppu	<input type="checkbox"/> Tulisija ja ilmalämpöpumppu	<input checked="" type="checkbox"/> Aurinkolämpö	

 Rakennuksen tiedot

Haluun määrittää lämmitysenergian kulutustiedot:  Rakennuksen tiedoilla  Antamalla vuosikulutuksen

## 1. Rakennuksen tiedot

Rakennuksen pinta-ala  m<sup>2</sup>

Huonekorkeus (m)  m

Asukasmäärä

Rakennuksen energiatehokkuus

Rakennuksen sijainti

## Lämmitysenergian tarve vuodessa

Käyttöveden lämmitysenergia  kWh/a

Lämmitysenergian kokonaistarve  kWh/a vuodessa

## Lämmitystapojen tiedot

Voit tarkentaa laskelmaa jos esimerkiksi investointikustannus tai järjestelmän hyötysuhde ovat tarkemmin tiedossa.

## 3. Lämmitystapojen tiedot

	Puupelletti	Maalämpö	Sähkölämmitys	Öljy
Vuosisyötysuhde	84 %	3,0 SPF	99 %	85 %
Investointikustannus (€)	10000 €	15000 €	4000 €	9000 €
Avustukset ja tuet	0 €	0 €	0 €	0 €
Lopullinen investointikustannus	10000 €	15000 €	4000 €	9000 €
<b>Poistoilmalämpöpumput (PILP)</b>				
Lämpöpumpun lämpökertoin			3 SPF	
Osuus lämmitysenergiasta (%)			80	
Investointikustannus (€)			10000 €	
Avustukset ja tuet			0 €	
Lopullinen investointikustannus			10000 €	
<b>Ulkoilma-vesilämpöpumppu (UULP)</b>				
Lämpöpumpun lämpökertoin		2 SPF		2 SPF
Osuus lämmitysenergiasta (%)		80		80
Investointikustannus (€)		10000 €		10000 €
Avustukset ja tuet		0 €		0 €
Lopullinen investointikustannus		10000 €		10000 €
<b>Aurinkolämpö</b>				
Aurinkokeräinten tuotto	400 kWh/m <sup>2</sup>			
Aurinkokeräinten aktiivipinta-ala	5 m <sup>2</sup>			
Investointikustannus (€)	5000 €			
Avustukset ja tuet	0 €			
Lopullinen investointikustannus	5000 €			

# LÄMMITYSTAPOJEN VERTAILULASKURI LIITE 1/3

## Arvio vuotuisista kokonaiskustannuksista

Laskuri laskee annetuilla lähtötiedoilla arvon vuotuisista investointi- ja energiakustannuksista.

### 4. Arvio vuotuisista kokonaiskustannuksista

	Puupelletti	Maalämpö	Sähkölämmitys	Öljy
Vuotuinen investointikustannus	672 €/a	1008 €/a	269 €/a	605 €/a
Vuotuinen energiakustannus	1287 €/a	726 €/a	2057 €/a	2185 €/a
<b>YHTEENSÄ</b>				
Vuotuinen kokonaiskustannus (€ vuodessa)	1959 €/a	1734 €/a	2326 €/a	2790 €/a
Vuotuinen kokonaiskustannus (c/kWh)	11.0 c/kWh	9.7 c/kWh	13.0 c/kWh	15.6 c/kWh
<b>Poistoilmalämpöpumput (PILP)</b>			<b>Poistoilma- lämpöpumppu ja sähkö</b>	
Vuotuinen investointikustannus			672 €/a	
Vuotuinen energiakustannus			1259 €/a	
<b>YHTEENSÄ</b>				
Vuotuinen kokonaiskustannus (€ vuodessa)			1931 €/a	
Vuotuinen kokonaiskustannus (c/kWh)			10.8 c/kWh	
<b>Ulkoilma-vesilämpöpumppu (UVLP)</b>			<b>Ulkoilma- vesilämpöpumppu ja sähkö</b>	<b>Ulkoilma- vesilämpöpumppu ja öljy</b>
Vuotuinen investointikustannus			672 €/a	672 €/a
Vuotuinen energiakustannus			1293 €/a	1308 €/a
<b>YHTEENSÄ</b>				
Vuotuinen kokonaiskustannus (€ vuodessa)			1965 €/a	1980 €/a
Vuotuinen kokonaiskustannus (c/kWh)			10.9 c/kWh	11.1 c/kWh
<b>Aurinkolämpö</b>			<b>Öljy ja aurinko</b>	
Vuotuinen investointikustannus				941 €/a
Vuotuinen energiakustannus				1940 €/a
<b>YHTEENSÄ</b>				
Vuotuinen kokonaiskustannus (€ vuodessa)				2881 €/a
Vuotuinen kokonaiskustannus (c/kWh)				16.1 c/kWh

# LÄMMITYSTAPOJEN VERTAILULASKURI LIITE 1/4

## Laskennantulokset

