



PIENTALON LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN VERTAILU

Tuomas Haapaniemi

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2013
Rakennustekniikka
Rakennustuotanto

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka
Rakennustuotanto

TUOMAS HAAPANIEMI:
Pientalon lämmitysjärjestelmien vertailu

Opinnäytetyö 42 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Huhtikuu 2013

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä vertailu pientaloissa usein käytettävistä lämmitysjärjestelmistä ja niiden kustannuksista. Monipuolisuuden vuoksi esille tuotiin myös järjestelmiä, joita ei huomioitu vertailussa, niiden erityispiirteiden tai harvinaisuuden takia. Kaikkien järjestelmien kulutuksen laskemisessa käytettiin nykyarvo menettelyä, jolla saadaan laskettua todellinen arvo tulevaisuudessa tietyllä aikavälillä. Laskenta-aikana vertailussa käytettiin 30 vuotta.

Edullisimmat järjestelmät vertailussa olivat maalämpö ja ilma-vesilämmitys, näillä kahdella kulut olivat käytännössä samat laskenta-ajan jälkeen. Maalämmön alkuinvestointi on kovempi kuin ilma-vesilämmöllä, mutta käyttökustannukset ovat edullisemmat paremman hyötysuhteen ansiosta. Sähkölämmitys oli näitä kahta hieman kalliimpana seuraava vertailussa. Sähkölämmityksen alkuinvestointi on kaikista pienin, mutta energian hinta toiseksi kalleinta öljyn jälkeen. Hybridilämmitys, jossa yhdistettiin useita lämmitysjärjestelmiä, ja pellettilämmitys olivat vertailussa seuraavia, lähes samoilla kustannuksilla. Hybridilämmityksellä oli vertailun kallein alkuinvestointi, mutta halvimmat käyttökustannukset. Pellettijärjestelmän hankintahinta ja vuosikustannukset olivat molemmat melko korkeat. Kalleimmaksi järjestelmäksi vertailussa osoittautui öljylämmitys. Öljylämmitysjärjestelmän hankintahinta sekä vuosittaiset käyttökulut ovat kovat.

Lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavat monet tekijät ja hinta on niistä yksi. Tämän työn perusteella pientalorakentaja voi vertailla niin investointikuluja kuin vuosittaisia käyttökuluja eri lämmitysjärjestelmistä. Lisäksi työstä selviää monia eri teknisiä yksityiskohtia, jotka saattavat vaikuttaa järjestelmän valintaan.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Option of Building Production

TUOMAS HAAPANIEMI:
Comparison of Heating Systems in Family Houses

Bachelor's thesis 42 pages, appendices 2 pages
April 2013

The purpose of this thesis was to make a comparison of heating systems used in family houses and to find out their costs in a period of 30 years. There were also systems that were not observed in the comparison because of their rare features but they are presented also in the thesis. The method used for the comparison is a present value method. With it you can calculate real value of the system in future using a certain time period.

The best systems in comparison were geothermal heating and air-water heating. These two had virtually the same expenses after the counting period of 30 years. Geothermal system has higher initial costs but lower annual costs than the air-water heating system. Electric heating was a little more expensive than those two. It has the smallest initial cost of the comparison but it also has the second highest annual costs. Hybrid heating system which in this case includes four different systems and pellet heating system were the following comparison with nearly the same costs. Hybrid system had the most expensive initial costs but also the lowest annual costs. Pellet systems annual and initial costs were both quite high. Oil heating system turned out to be the most expensive system on the comparison. Purchase price of the system is on the highest and the annual costs are the highest in comparison.

Choosing a heating system for your home is a big decision and it should be evaluated with many perspectives and its costs are one of the main one. With this thesis family house builder can compare different heating systems by their annual and initial costs and learn some technical features of them which can affect their decision.

Key words: heating system, comparison, price

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	ENERGIAN KULUTUS	6
	2.1 Energiantarve	6
	2.2 Energialähteet	7
	2.3 Energian hinta	8
3	VERTAILTAVAT LÄMMITYJÄRJESTELMÄT	10
	3.1 Maalämmitys	10
	3.2 Sähkölämmitys.....	13
	3.3 Öljylämmitys	14
	3.4 Ilma-vesilämmitys	15
	3.5 Pellettilämmitys	16
	3.6 Hybridilämmitys	17
	3.7 Muita yleisiä lämmitystapoja.....	18
	3.7.1 Puulämmitys.....	18
	3.7.2 Hakelämmitys	18
	3.7.3 Aurinkolämmitys	19
4	LÄMMÖNJAKOTAVAT	21
	4.1 Vesikeskuslämmitys	21
	4.2 Huonekohtainen sähkölämmitys.....	22
	4.3 Ilmakiertoinen lämmönjako	23
5	VERTAILU	24
	5.1 Vertailun tulokset.....	24
	5.2 Tulosten analysointi	25
	5.2.1 Vertailtavat järjestelmät	26
	5.2.2 Muut järjestelmät	32
6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	35
	LÄHTEET.....	38
	LIITTEET	41
	Liite 1. Vertailtujen järjestelmien laskentatiedot.....	41
	Liite 2. Muiden järjestelmien laskentatiedot	42

1 JOHDANTO

Aihe tähän opinnäytetyöhön tuli työn tekijän kiinnostuksesta pientalojen lämmitysmuotoja kohtaan. Työn tarkoituksena on esitellä erilaisia lämmitysmuotoja, tuoda esille niistä tarkempia tietoja, mitä pientalorakentaja ei välttämättä itse tiedä eikä osaa ottaa huomioon sekä vertailla lämmitysjärjestelmien käyttö- sekä investointikustannuksia.

Asumisen kulut kasvavat vuosittain, mikä ajaa ihmisiä etsimään säästöjä monista asioista. Yksi asia, mistä säästöjä usein haetaan, on asuinrakennuksen lämmityskulut, koska se on suurin yksittäinen energiakulu ja siihen on kohtalaisen helppo vaikuttaa. Tämä työ on hyödyllinen pientalorakentajalle, jolla ei ole teknistä osaamista ja tuntemusta lämmitysjärjestelmistä.

Vertailussa käytetään samaa oletusarvoa lämmitysenergialle vuosittain, jolloin pystytään vertailemaan pelkkiä lämmitysjärjestelmien kustannuksia, ottamatta huomioon nykyisessä energialaskennassa mukaan tulevia kertoimia. Näin ollen saadaan puolueeton hinta-arvio jokaiselle lämmitysjärjestelmälle. Laskelmissa käytetty lämmitysenergian arvo on 10 MWh/a, joka on keskimääräinen arvo noin 120 m² uudelle pientalolle.

2 ENERGIAN KULUTUS

2.1 Energiantarve

Suomen energiankulutuksesta noin 80 % kuluu asumiseen, mikä tarkoitti vuonna 2011 noin 62:a GWh:ta, josta pientalojen osuus oli noin 29 GWh (taulukko 1). Tästä kulutuksesta 84 % kuluu asuinrakennusten lämmittämiseen. Suurin lämmitysenergian tarpeeseen vaikuttava tekijä on ulkoilman lämpötila, joka saattaa vaihdella paljon vuosittain, vaikka keskilämpötilat pysyisivätkin osapuilleen samana. Kylmä talvi saattaa nostaa jopa 15 % lämmitysenergian tarvetta leutoon talveen verrattuna. (Asumisen energiankulutus, Tilastokeskus.) Normaalisti varusteltu noin 120 m²:n omakotitalo (kuva 1), jossa asuu nelihenkkinen perhe kuluttaa keskimäärin 10 MWh energiaa lämmitykseen vuosittain (Vattenfall).

TAULUKKO 1. Asumisen energiankulutus 2008-2011, GWh. (Tilastokeskus)

	2008	2009	2010	2011
Asuinrakennusten lämmitys	51 245	54 872	60 589	51 863
Varsinaiset asuinrakennukset yhteensä	48 735	52 219	57 695	49 275
- Erilliset pientalot	28 174	30 188	33 781	29 204
- Rivi- ja ketjutilat	5 281	5 629	6 093	5 250
- Asuinkerrostalot	15 280	16 402	17 821	14 821
Vapaa-ajan asuinrakennukset	2 510	2 653	2 894	2 588
Kotitalouslaitteet ¹⁾	9 806	10 033	10 289	10 021
- Valaistus	3 384	3 568	3 603	3 570
- Ruoan valmistus	737	740	746	736
- Muut sähkölaitteet	5 685	5 725	5 940	5 715
Asuminen yhteensä	61 051	64 905	70 878	61 884
Asuinrakennusten lämmityksestä				
- Saunojen lämmitys	2 749	2 753	2 756	2 755
- Käyttöveden lämmitys	9 422	9 476	9 529	9 580



KUVA 1. 120 m² esimerkkitalo. (Kastelli)

2.2 Energialähteet

Vuosina 2008–2011 yleisin lämmitykseen käytetty energianlähde oli kaukolämpö, jota kului noin 17 GWh:a vuosittain (taulukko 2). Kaukolämmön korkea osuus lämmityksestä johtuu siitä, että lähes poikkeuksetta kerrostalot ja rivitalot ovat kytkettyjä kaukolämpöjärjestelmään. Pientaloissa ja vapaa-aajan asunnoissa suurin osa lämmitysenergiasta tuotetaan edelleen polttamalla puuta. Tämä johtuu siitä, että lähes jokaisessa suomalaisessa pientalossa on tulisija, jota käytetään varsinaisen lämmitysmuodon tukena. (Asumisen energiankulutus, Tilastokeskus.)

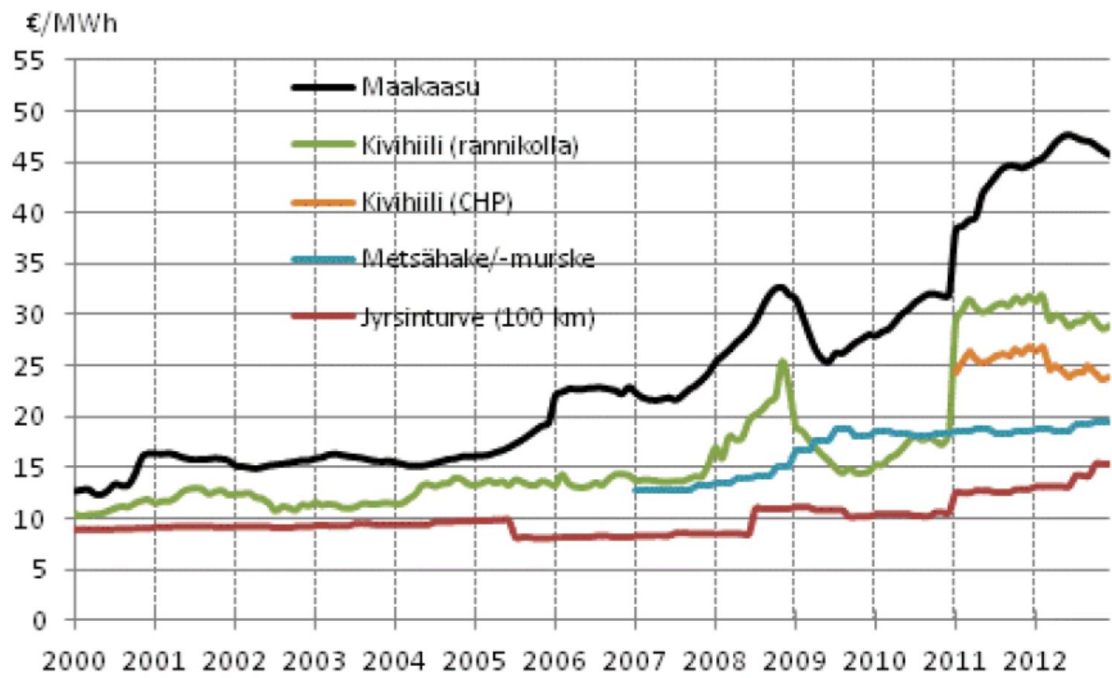
TAULUKKO 2. Asumisen energiankulutus energialähteittäin 2011, GWh. (Tilastokeskus)

	Puu	Turve	Hiili	Raskas polttoöljy	Kevyt polttoöljy	Maakaasu	Lämpöpumppuenergia ¹⁾	Kaukolämpö	Sähkö ²⁾	Yhteensä
Asuminen yhteensä	14 116	98	4	87	4 758	371	3 173	17 313	21 964	61 884
Asuinrakennusten lämmitys	14 116	98	4	87	4 758	361	3 173	17 313	11 953	51 863
Varsinaiset asuinrakennukset	12 442	97	4	87	4 714	360	3 062	17 311	11 198	49 275
- Erilliset pientalot	12 228	91	4	-	3 699	124	2 902	1 764	8 392	29 204
- Rivi- ja ketjutalot	124	1	-	-	383	75	149	2 793	1 725	5 250
- Asuinkerrostalot	90	5	-	87	632	161	11	12 754	1 081	14 821
Vapaa-ajan asuinrakennukset	1 674	1	0	-	44	1	111	2	755	2 588
Kotitalouslaitteet	-	-	-	-	-	10	-	-	10 011	10 021
- Valaistus	-	-	-	-	-	-	-	-	3 570	3 570
- Ruoan valmistus	-	-	-	-	-	10	-	-	726	736
- Muut sähkölaitteet	-	-	-	-	-	-	-	-	5 715	5 715
Asuinrakennusten lämmityksestä										
- Saunojen lämmitys	1 778	-	-	-	-	-	-	-	977	2 755
- Käyttöveden lämmitys	470	17	1	25	1 008	73	430	4 906	2 650	9 580
Käytetyt symbolit: 0 = Luku pienempi kuin puolet käytetystä yksiköstä - = Ei mitään ilmoitettavaa										

2.3 Energian hinta

Massaenergiantuotantoon käytettävien polttoaineiden hinnat(kuvio 1) ovat jatkuvassa nousussa. Kaukolämmön hinta nousee, koska sen tuottamiseen käytettävien polttoaineiden, kuten turpeen hinnat kohoavat. Öljyn hinta on ollut jatkuvassa nousussa jo pitkään satunnaisista notkahduksista huolimatta. (Energian hinnat, Tilastokeskus.)

Koska asuminen kallistuu koko ajan, ihmiset alkavat miettimään erilaisia säästömahdollisuuksia. Pientaloasujalle lämmityskulut ovat yksi merkittävä säästökohde ja tämän vuoksi on alettu suosia erilaisia ilmastoystävällisiä sekä kustannustehokkaita lämmitysmuotoja vanhojen perinteisten lämmitysmuotojen rinnalle.



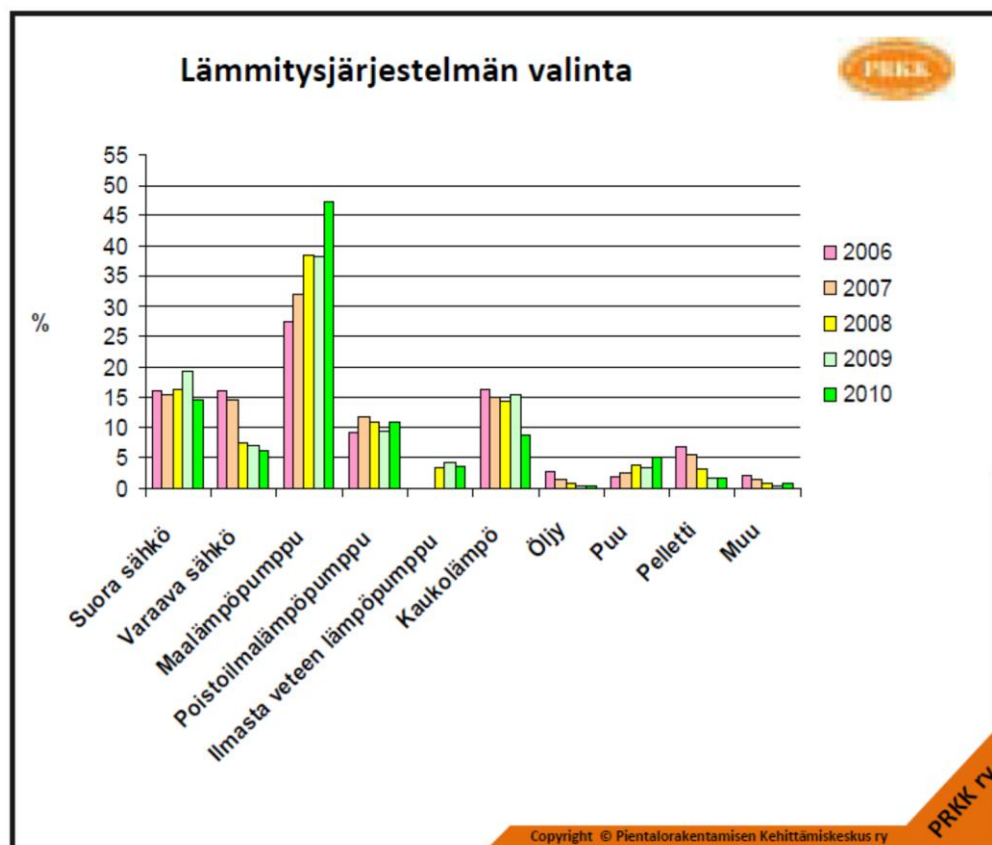
KUVIO 1. Voimalaitospolttoaineiden hinnat lämmöntuotannossa. (Tilastokeskus)

3 VERTAILTAVAT LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

3.1 Maalämmitys

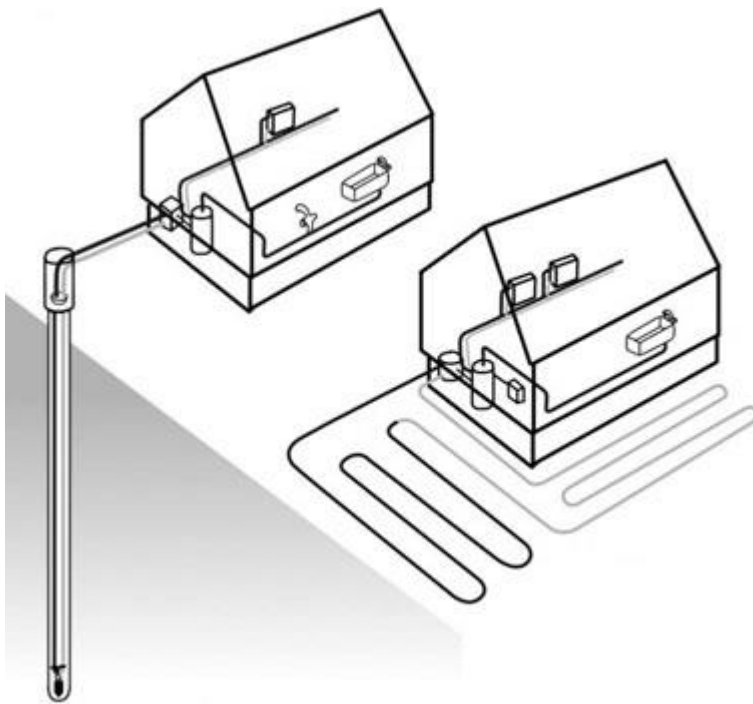
Maalämmityksellä tarkoitetaan sellaista lämmitystapaa, jossa hyödynnetään maaperästä, kalliosta tai vesistöistä keruuputkistolla kerättyä lämpöä. Lämpö siirretään lämpöpumpua käyttäen edellä mainituista lähteistä lämmitysjärjestelmään. (Etelä-Suomen kaivonporaus- ja maalämpötekniikka.)

Maalämpötekniikalla on lämmitetty pientaloja jo 1970 – luvulta lähtien ja vuonna 2010 jo noin puolet uusista pientalorakentajista valitsi lämmitysjärjestelmäkseen maalämpöpumpun (kuvio 2). Maalämpöpumpusta saatava energia on edullista, koska järjestelmä käyttää hyvin vähän sähköä toimintaansa. Erityisesti suurissa taloissa siitä saatava hyöty on merkittävä. Hankintahinta järjestelmälle on kohtuullisen korkea verrattuna moneen muuhun järjestelmään, jolloin asiallinen laskenta todellisesta hyödystä on tarpeellinen. (Lämpöä omasta maasta, Motiva.)



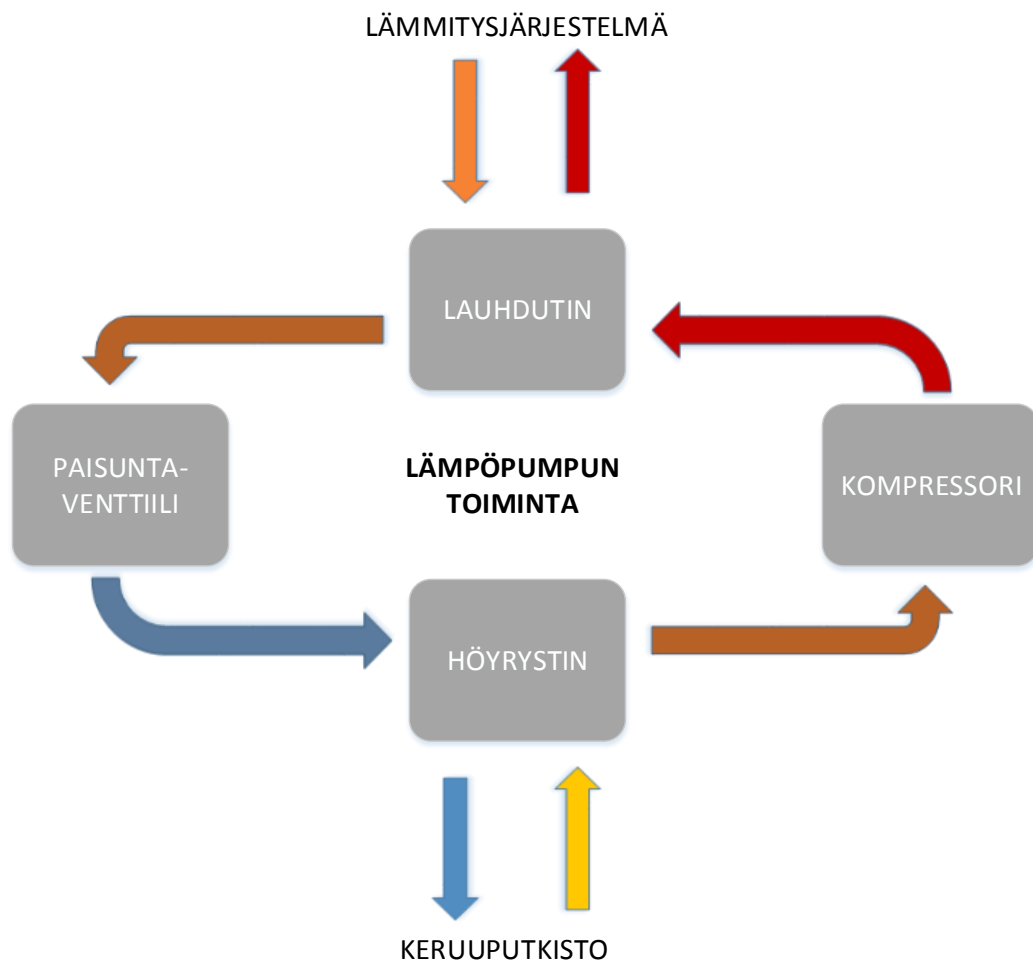
KUVIO 2. Uudisrakentajien lämmitysjärjestelmävalinnat 2006–2010 (PRKK)

Vaihtoehtoja lämmön keräämiseen on keruuputkisto tai porakaivo(kuva 2). Keruuputkisto sopii ainoastaan suurille tonteille, tai vesistöjen läheisyyteen suuren tilantarpeensa vuoksi. Keruuputkisto levitetään maan pintakerroksen alapuolelle vaakatasoon tai vesistön pohjaan, josta se kerää maaperän lämpöä. Porakaivo voidaan sijoittaa pienellekin tontille, koska se ei vaadi maapinta-alaa. Kaivo on useimmiten 100 – 200 metriä syvä ja keruuputkisto lasketaan sinne painojen avulla. (Maalämpöpumppu.info.)



KUVA 2. Maalämmön keruuputkisto (Suomela)

Maalämpöpumppuun keruuputkistosta tuleva lämmennyt neste menee höyrystimeen, jossa on kylmäainetta, ja näiden kahden kohdatessa muodostuu höyryä. Höyry nousee kompressoriin, jossa se altistetaan kovalle paineelle, joka aiheuttaa höyryn lämpötilan nousua. Lämmennyt höyry siirtyy seuraavaksi lauhduttimeen, jossa se muokataan takaisin nesteeksi ja tämä neste alkaa kierrättää lämmitysjärjestelmässä(kuvio 3). (Maalämpöpumppu.info.)

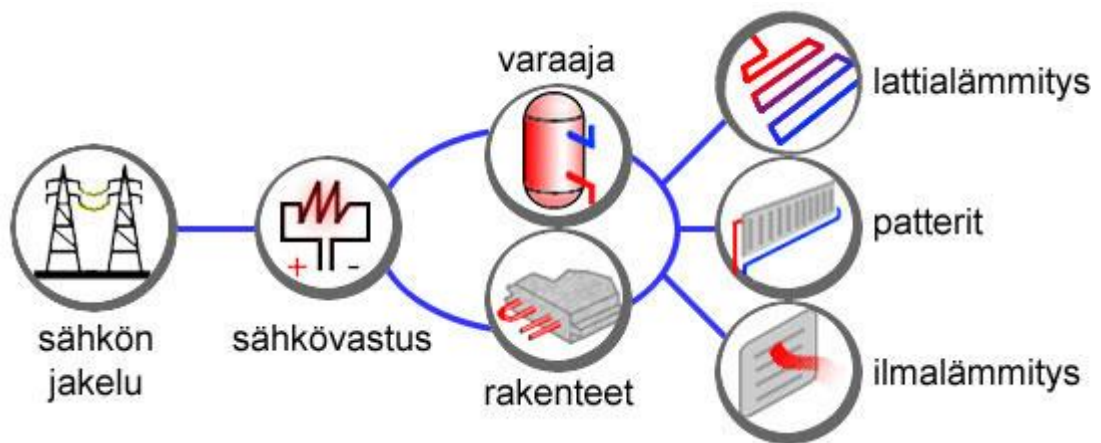


KUVIO 3. Lämpöpumpun toiminta

3.2 Sähkölämmitys

Sähkölämmityksessä talo lämpiää pelkästään sähkön avulla. Lämpöä jaetaan huoneisiin lattia-, katto-, ikkuna- tai patterilämmityksellä. Yleisin sähkölämmityksen muoto on patterilämmitys. (Sähkölämmitys, Suomen sähköopas.)

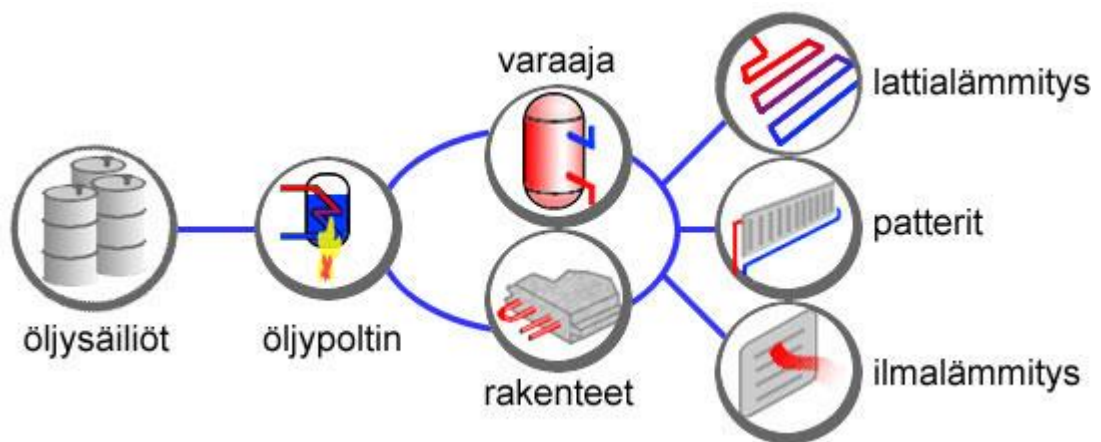
Lämmitys voidaan toteuttaa huonekohtaisena tai vesikiertoisena. Huonekohtaisia lämmityksiä pystytään ohjaamaan tarkasti termostaateilla, jotka reagoivat nopeasti lämpötilan muutoksiin. Vesikiertoisessa järjestelmässä lämmityspiirit ovat yleensä suurempia ja se reagoi hitaammin lämmönvaihteluihin. Sähköenergian huonona puolena pidetään sen kovan hintaa sekä sen tuottamisen aiheuttamia päästöjä. (Pientalon lämmitysjärjestelmät. Motiva 2012.)



KUVA 3. Sähkölämmityksen periaate. (Energiaverkko)

3.3 Öljylämmitys

Öljylämmitysjärjestelmään(kuva 4) kuuluu öljysäiliö, öljykattila, öljypoltin sekä järjestelmän säätölaitteet. Järjestelmällä tuotetaan lämmin käyttövesi ja huonetilojen lämmittämiseen tarvittava energia, eli lämminvesivaraajaa ei tarvita ollenkaan. Lämpöä jaetaan vesikiertoisella lämmitysjärjestelmällä, joka voi olla patterilämmitys tai lattialämmitys. (Öljylämmitys, Motiva.)



KUVA 4. Öljylämmityksen toimintaperiaate. (Energiaverkko)

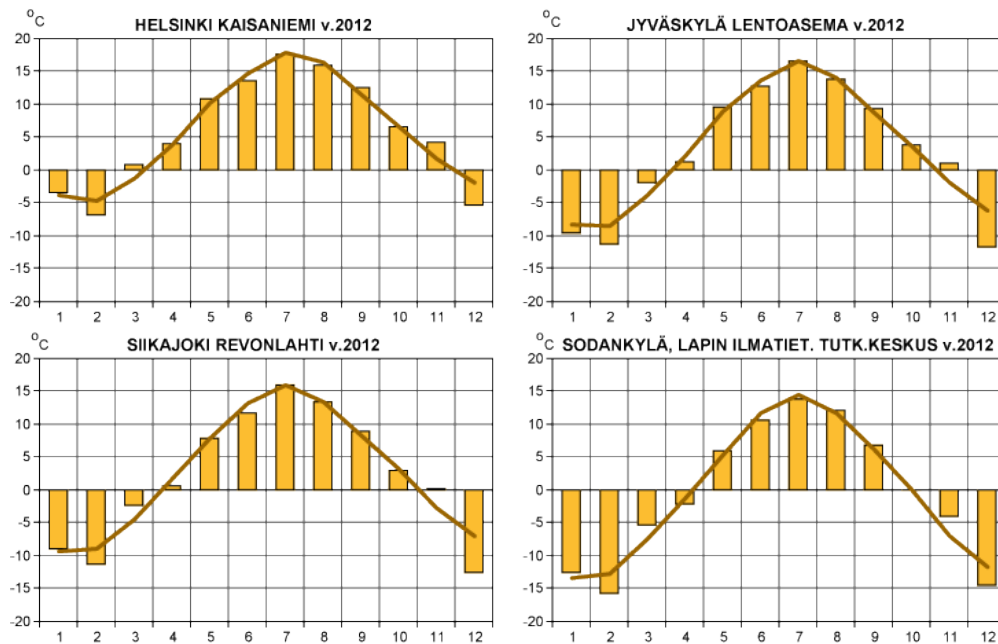
Öljyllä toimivia lämmitysjärjestelmiä ovat jouduttu nykyaikaistamaan huomattavasti energiamääräysten kiristyessä. Nykyaikaisilla kattiloilla hyötysuhde on jo yli 90 %, jolloin palaminen on puhdasta ja energiaa ei mene hukkaan suuria määriä. Silti öljylämmitys valitaan talon lämmitysmuodoksi enää harvoin, koska raakaöljyn hinta on kohonnut huomattavan paljon muihin energialähteisiin verraten. Tähän ongelmaan ratkaisuksi on alettu kehittää biopolttoaineita, joiden avulla toivotaan hinnan laskevan ja erityisesti hinnanvaihtelujen vähenevän. (Pientalon lämmitysjärjestelmät, Motiva.)

Öljykattiloissa on käytännössä aina varajärjestelmänä sähkövastus esimerkiksi niitä tilanteita varten, että öljy loppuu kesken tai öljyn syöttöjärjestelmään tulee jokin häiriö. Näin lämmitysjärjestelmään riittää lämmintä vettä, vaikka varsinainen lämmitysjärjestelmä ei toimisikaan. Joihinkin kattiloihin on mahdollista yhdistää vielä puulämmitys, jolloin voidaan taloa lämmittää myös sähkökatkon sattuessa. (Öljylämmitys, Motiva.)

3.4 Ilma-vesilämmitys

Ilma-vesilämmityksen ydin on lämpöpumppu, joka ottaa tarvitsemansa lämmitysenergian ulkoilmasta ja välittää sen vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Samaista järjestelmää käytetään usein myös lämpimän käyttöveden lämmittämiseen. Ilma-vesilämpöpumppu riittää itsessään lämmittämään taloa suurimman osan vuodesta, mutta talviaikaan kovimmilla pakkasilla se tarvitsee rinnalleen varajärjestelmän, joka usein on pumpuissa itsessään. Käytännössä kyseessä on sähkövastukset, joilla lämmitetään silloin kuin ilmasta saatava energia ei enää riitä kattamaan lämmitystarvetta. (Ilma-vesilämpöpumppu, Motiva.)

Ilma-vesilämpöpumppu käyttää samaa tekniikkaa toiminnassaan kuin muutkin lämpöpumput, nyt energiaa otetaan ulkoilmasta. Ulkoilman lämpötilan laskiessa ilma-vesipumpun toimintakyky heikkenee ja siitä saatava lämmitysenergian määrä vähenee. Lämpötilan ulkona laskiessa alle $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ei pumpun käyttö enää ole kannattavaa, vaan silloin varajärjestelmä kytkeytyy päälle ja lämpöpumppu alkaa tuottaa lämmitysenergiaa sen avulla. Tällaisia päiviä ei vuosittain ole montaa Suomen olosuhteissa (kuvio 4). (Lämpöä ilmassa, Motiva.)

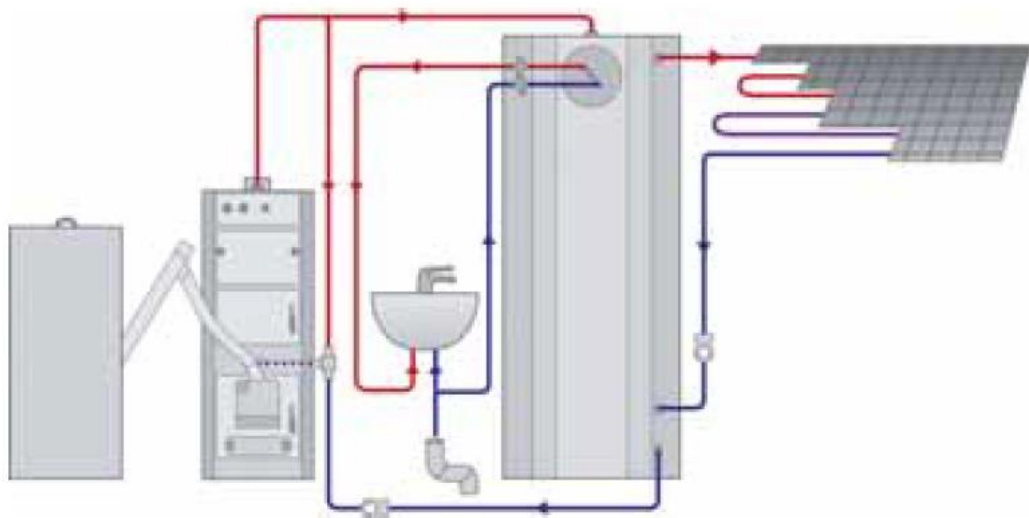


KUVIO 4. Kuukausittaiset keskiarvolämpötilat Suomessa 2012 (Ilmatieteen laitos)

3.5 Pellettilämmitys

Pelletti on sylinterin muotoon puristettua kuivaa, kuoretonta puuta. Puristaminen tapahtuu kovalla paineella korkeassa lämpötilassa, josta aiheutuu pelletin kiiltävä pinta. Tyyppillinen pellettisylinteri on halkaisijaltaan 8 mm:ä ja pituutta sillä on 10 -40 mm, raaka-aineena käytetään esimerkiksi sahoilta saatavaa sahanpurua. Suomessa pellettiä valmistetaan paljon ja sitä on helposti saatavilla niin pieninä kuin suurinakin erinä. Pellettiä poltetaan kattilassa, josta se luovuttaa lämpönsä eteenpäin muiden vastaavien järjestelmien tapaan. (Pellettilämmitys, Motiva.)

Pelletti sopii hyvin keskuslämmitysjärjestelmän lämmön lähteeksi. Lämpöä jaetaan joko vesikiertoisella patteri- tai lattialämmityksellä. Pellettijärjestelmä(kuva 5) poikkeaa aiemmin esitellyistä järjestelmistä hieman monimutkaisemman laitteiston osalta. Laitteistoon kuuluu siilo pellettien varastointia varten. Siilosta polttimelle sylinterien siirto tapahtuu siirtokuljettimella, joka voi olla joko siirtoruuvi tai pneumaattisesti toimiva kuljetin. Pellettikattilassa voi olla joko erillinen poltin, joka siirtää lämmön lämmitysjärjestelmässä kiertävään veteen, tai poltin voi olla suoraan yhdistettynä kattilaan, jolloin ne toimivat yhtenä kokonaisuutena. Järjestelmää ohjaa aina automatiikka, joka termostaattien avulla säätelee kulloinkin tarvittavaa energiamäärää ja ilmoittaa mahdollisista häiriöistä järjestelmässä. (Puupelletti lämmittää puhtaasti ja uusiutuvasti, Motiva.)



KUVA 5. Pellettijärjestelmä varaajalla (Jäspi)

3.6 Hybridilämmitys

Usein pientaloon valitaan niin sanottu hybridilämmitys, eli yhdistellään useita eri lämmitysmuotoja. Käyttömahdollisuuksia on useita ja siksi vanhaakin taloa remontoitaessa usein päivitetään lämmitysjärjestelmää ainoastaan lisäämällä jokin toinen lämmitysjärjestelmä vanhan rinnalle. Esimerkiksi vanhan öljykattilan rinnalle kytketään aurinkokeräin, jolla voidaan hoitaa lämmitystä kesäaikana, kun aurinkoenergia riittää yksinään kattamaan lämmitysjärjestelmän energiantarpeen.

Esimerkkinä tässä työssä käytetään järjestelmää, jossa on Ecowatti -hybridivaraaja, ilma-vesilämpöpumppu, vesikiertoinen takka ja aurinkokeräin. Usein hybridijärjestelmässä on yksi päälämmitysjärjestelmä ja sitä tukemassa muita lämmitysjärjestelmiä. Esimerkiksi aurinkoiseen kesäaikaan, on järkevää käyttää auringon säteilyä hyväkseen ja lämmittää sillä käyttövesi.

Ecowatti

Lämmityslaite jonka avulla voidaan käyttää useaa eri lämmitysjärjestelmää rinnakkain. Laite huolehtii kiinteistön ja lämpimän käyttöveden lämmittämisestä joko omalla sähkökierukallaan, tai ohjaa energiaa rinnalle kytketystä laitteesta. (Sähkökattilat, Kaukora.)

Ilma-vesilämmitys

Laitteen toiminta on esitelty aiemmin luvussa 3.4

Vesikiertoinen takka

Takassa poltetaan normaalisti esimerkiksi puuta, jolla lämmitetään energiavaraajan vettä, joka on kytkettynä talon vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Takan avulla voidaan lämmittää sekä lämmitysjärjestelmää että lämminvesivaraajaa. (Tietoa vesitakoista. Lechma.)

Aurinkokeräin

Laitteen toiminta esitellään luvussa 3.7.3

3.7 Muita yleisiä lämmitystapoja

Käytössä on myös useita muita lämmitysjärjestelmiä, ne on jätetty pois vertailusta harvinaisuutensa tai muun erikoisluonteensa takia. Työssä esitellään kuitenkin kolme järjestelmää vertailun ulkopuolelta ja niille on tehty samat nykyarvotarkastelut kuin vertailussa oleville järjestelmille.

3.7.1 Puulämmitys

Puulämmitys on perinteisin lämmitysmuoto Suomessa, mutta nykyään sitä käytetään usein tukevana lämmitysmuotona. Esimerkiksi talossa on varaava takaa, joka auttaa omalta osaltaan pienentämään varsinaisen lämmityksen kustannuksia, mutta ei yksinään riittäisi lämmittämään koko taloa.

(Pätkittäin puulämmityksestä. Motiva.)

Käytössä on myös puukäyttöisiä lämmityskattiloita, jotka toimivat öljylämmityksen tapaan. Puulla lämmitetään vettä, joka sitten kiertää talon lämmitysjärjestelmässä. Samalla lämpiää myös talon lämmin käyttövesi. Kattilaa käytettäessä kannattaa ehdottomasti käyttää varaajaa, jolloin puun polttoväli harvenee huomattavasti.

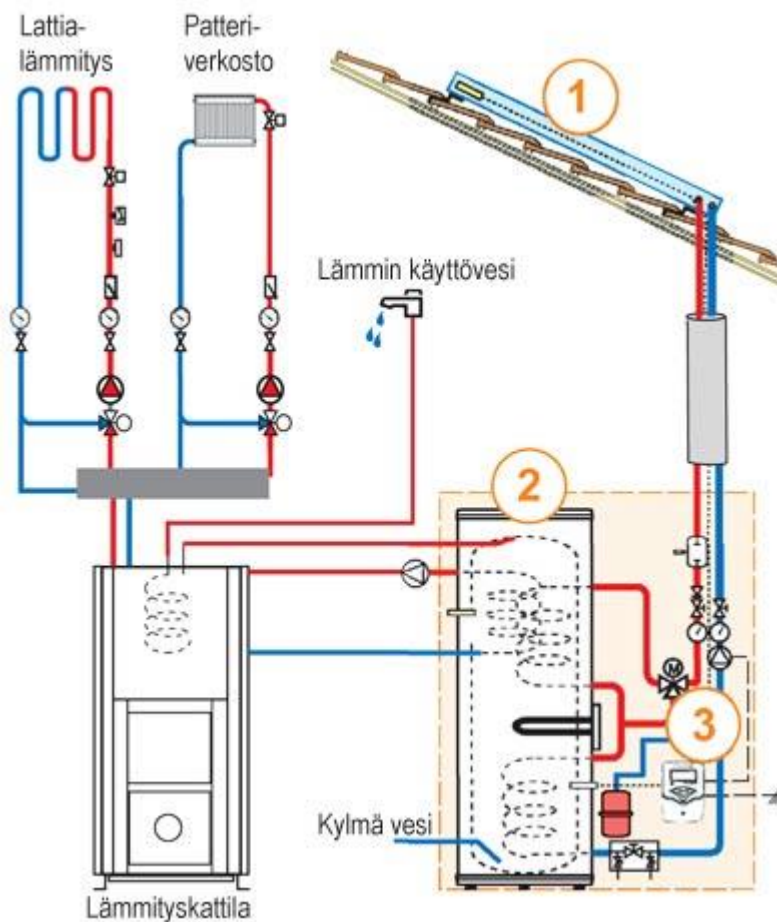
(Pientalon lämmitysjärjestelmät. Motiva.)

3.7.2 Hakelämmitys

Hakelämmitys vastaa monella tavalla puulämmitystä ja pellettilämmitystä. Haketta poltetaan kattilassa ja useimmiten hake siirretään kattilaan ruuvikuljettimen avulla. Haketta voidaan polttaa ainoastaan alapalokattilassa, jossa palaminen on tasaista ja palavan materiaalin lisäysväli on kohtuullisen pitkä. Niin kuin puu ja pelletti, vaatii hake runsaasti kuivaa varastointitilaa, jonka takia hakelämmitys valitaan usein lämmitysjärjestelmäksi vain haja-asutusalueilla. (Pientalon lämmitysjärjestelmät. Motiva.)

3.7.3 Aurinkolämmitys

Aurinkolämmitystä ei voi käyttää Suomessa pääasiallisena lämmitysmuotona, koska sen tehot eivät riitä talviolosuhteissa, mutta kesäoloissa se toimii erinomaisesti tukevana lämmitysmuotona ja pitkän ajan kesästä jopa ainoana lämmitysmuotona. Aurinkolämpöjärjestelmissä (kuva 6) lämpö kerätään aurinkokerääjien avulla käyttöveteen ja vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Aurinkolämpöjärjestelmään kuuluu aurinkokeräin joka asennetaan talon katolle, varaaja, pumppu- ja ohjausyksikkö sekä paisuntasäiliö. Eniten käytetty keräin on tasokeräin, mutta myös tyhjiöputkikeräimet alkavat yleistyä. (Auringosta lämpöä ja sähköä. Motiva.)



KUVA 6. Aurinkolämpöjärjestelmä (Kuva: Callidus)

Tasokeräin

Tasokeräimessä läpinäkyvän pinnan alle on sijoitettu musta pinta, joka lämpenee auringon paistaessa, mikä lämmittää keräimessä kiertävää nestettä. Neste johdetaan lämmönsiirtimen kautta varaajaan, josta auringosta saatu lämpö hyödynnetään käyttöveden tai käyttöveden ja lämmitysjärjestelmän lämmittämiseen. Tasokeräin sijoitetaan talon katolle ja suunnataan mahdollisuuksien mukaan suoraan kohti Etelää, jolloin suurin osa auringon säteilystä pystytään hyödyntämään. (Pientalon lämmitysjärjestelmät, Motiva.)

Tyhjiöputkikeräin

Tyhjiöputkessa on kaksi sisäkkäin olevaa lasiputkea. Auringon säteet tulevat ulomman läpi ja osuvat tummaan kalvoon, joka sijaitsee sisemmän lasiputken pinnalla. Tummosta kalvosta lämpö johtuu alumiinilevyjen välityksellä kupariputkeen, jossa on nestettä, joka höyrystyy ja tämä höyrystynyt neste sitten nousee kupariputken yläosaan. Yläosassa on laajennus, jossa höyry tiivistyy takaisin nesteeksi ja luovuttaa lämpönsä jakotukissa kiertävään nesteeseen. Tämä kierto jatkuu niin kauan kuin auringon valoa on tarjolla ja lämpötila riittää nesteen höyrystymiseen. (Tyhjiöputkikeräimen toimintaperiaate, Novafuture.)

Erityisesti keväällä ja syksyllä niistä on enemmän hyötyä, koska auringon valoa on saatavilla vuorokaudessa kohtuullisen vähän aikaa ja taas energian tarve on suurempi. Tyhjiöputkikeräin pystyy hyödyntämään auringon hajasäteilyä tehokkaammin kuin tasokeräin. Tyhjiöputki saattaa tuottaa jopa 30 % enemmän energiaa neliometriä kohden kuin tasokeräin. Tasokeräin on kuitenkin edullisempi kuin tyhjiöputki, joten järjestelmän valintaan kannattaa paneutua kunnolla. Auringon tulisi paistaa katolle myös matalalta, jotta siitä saataisiin kaikki hyöty irti. Jos auringon paistetta saadaan katolle kunnolla vasta kevään jo ollessa pitkällä, alkaa tavallinen tasokeräinkin jo kattamaan koko energian tarpeen. (Tyhjiöputkikeräimet, Motiva.)

4 LÄMMÖNJAKOTAVAT

Lämmönjakojärjestelmä siirtää lämpöä varsinaiselta lämmönlähteeltä lämmitettävään tilaan. Järjestelmään kuuluvat siirtoputkistot ja – kanavat sekä tuloilman lämmityslaitteet. Yleisimpiä ratkaisuja lämmönjakoon ovat vesikiertoinen patteri- tai lattialämmitys, ilman kiertoon tai ilmanvaihtoon pohjautuvat järjestelmät, huonekohtaiset sähkölaitteet, kuten sähköpatterit tai sähköinen lattialämmitys. (Pientalon lämmitysjärjestelmät, Motiva.)

Lämmönjaon suunnittelulla on suuri merkitys asumisviihtyvyyden kannalta. Huonekohtaisen lämmöntarpeen mukaan lasketut lämmitystarpeet ja huonekohtaiset säätöyksiköt, mahdollistavat lämmitysjärjestelmän tehokkaan hyödyntämisen ja näin ollen energiaa käytetään sinne missä sitä eniten tarvitaan. (Pientalon lämmitysjärjestelmät, Motiva.)

Suurin osa pientalorakentajista valitsee lämmönjakotavakseen matalalämpötilaisen järjestelmän kuten lattia- tai ilmalämmityksen. Se tehostaa lämmönjaon tasaisuutta ja parantaa viihtyvyyttä huomattavasti, sekä mahdollistaa uusiutuvien energianlähteiden monipuolisen käytön. (Pientalon lämmitysjärjestelmät, Motiva.)

4.1 Vesikeskuslämmitys

Järjestelmän toimintatapa on yksinkertainen: vettä lämmitetään lämmönkehityslaitteessa ja kierrätetään pattereissa tai lattialämmityspotkistossa, jotka luovuttavat lämpöä edelleen huonetiloihin. Lämmönjakotapana käytetään useimmiten jompaakumpaa edellä mainittua tai näiden yhdistelmää. Erityisesti kosteissa tiloissa kannattaa käyttää lattialämmitystä tasaisemman lämmönjakonsa takia. (Vesikeskuslämmitys, Motiva.)

Yhdistelmäratkaisussa tarvitaan molemmille järjestelmille oma kiertoveden lämpötilan ohjauspiirinsä, koska järjestelmissä kiertää eri lämpöinen vesi. Patterilämmityksen veden lämpötila on huomattavasti korkeampi kuin lattialämmityksen. (Vesikeskuslämmitys, Motiva.)

Vesikeskuslämmityksen varsinainen lämmönlähde voi olla käytännössä mikä tahansa markkinoilta saatavilla oleva lämpöä tuottava laite. Usein valinta kohdistuu nykyään maalämpöpumppuun tai vesi-ilmalämpöpumppuun, jotka ovat energiatehokkaita ratkaisuja molemmat. Mahdollista on myös kytkeä vanhan järjestelmän rinnalle tukeva lämmitysjärjestelmä joka hoitaa lämmityksen esimerkiksi kesäaikaan, jolloin lämmöntarve on vähäinen. (Vesikeskuslämmitys, Motiva.)

Vesikeskuslämmitys tarvitsee aina kiertovesipumpun, joka itsessään kuluttaa vähän energiaa, mutta silti sen valintaan kannattaa kiinnittää huomiota, koska se on käynnissä aina. Energiatehokas kiertovesipumppu maksaa itsensä nopeasti takaisin. (Vesikeskuslämmitys, Motiva.)

4.2 Huonekohtainen sähkölämmitys

On olemassa suoria ja varaavia sähkölämmitysjärjestelmiä. Suorassa sähkölämmitysjärjestelmässä lämmönjakojärjestelmä yhdistyy lämmönkehitysjärjestelmän kanssa, kun taas varaavassa järjestelmässä lämpöenergia varataan esimerkiksi betonilaattaan. Lämmönjakotapana käytetään patteri-, lattia-, katto- ikkunalämmitystä. (Huonekohtainen sähkölämmitys, Motiva.)

Patterilämmityksessä lämmönlähteinä ovat seinälle asennettavat patterit, jotka sijaitsevat yleensä ikkunoiden alapuolella, joka mahdollistaa nopean reagoinnin lämpötilanvaihteluihin. Pattereita ohjataan termostaateilla ja kun lämpö tuotetaan samassa tilassa missä sitä tarvitaan, hyötysuhde on hyvä. (Huonekohtainen sähkölämmitys, Motiva.)

Lattialämmitys toteutetaan joko varaavana tai jatkuvatoimisena. Varaava lattialämmitys lämmittää betonilaattaa yön ajan josta laatta sitten päivän ajan luovuttaa lämpöä huoneistoon. Jatkuvatoiminen lattialämmitys toimii pattereiden tapaan, termostaattiohjauksella ja on viihtyisä. Lattialämmitys ei reagoi yhtä nopeasti lämpötilan muutoksiin, kuin patterilämmitys. (Huonekohtainen sähkölämmitys, Motiva.)

Kattolämmityksessä sisäkattoon asennetaan lämmitysyksiköt, jotka lämmittävät katon materiaalin ja luovuttavat siitä säteilemällä lämpöä huoneistoon. Kattolämmitystä säädetään termostaattien avulla. (Huonekohtainen sähkölämmitys, Motiva.)

Ikkunalämmityksessä laseihin asennetaan läpinäkyvät sähköä johtavat selektiivikalvot, jotka lämpiävät. Ikkunalämmitystä ei toimi päälämmitysjärjestelmänä, mutta sellaisiin tiloihin missä on suuria ikkunapintoja, jakotapa sopii hyvin. (Huonekohtainen sähkölämmitys, Motiva.)

4.3 Ilmakiertoinen lämmönjako

Ilmakiertoisissa lämmitysjärjestelmissä lämpöä jaetaan ilmastointikanavien kautta. Tämä järjestelmä sopii erityisen hyvin uusiin matalaenergiataloihin. Ilmanvaihtolämmityksessä yhdistyy ilmanvaihto ja lämmitys. Lämmityskoneessa lämmitetään ilmaa keskitetysti, jota sitten puhalletaan huonetiloihin termostaattien ohjaamana. (Ilmakiertoiset lämmönjakojärjestelmät, Motiva.)

Ilmakiertoisessa lattialämmityksessä ilmakehän kanavisto ja lämmöntuottolaite asennetaan lattialaattaan. Lattialämmitysjärjestelmän idea on, että lämmintä ilmaa kierrätetään lattiaan asennetussa kanavistossa ja lattia luovuttaa lämpöä huoneistoon. (Ilmakiertoiset lämmönjakojärjestelmät, Motiva.)

5 VERTAILU

5.1 Vertailun tulokset

Tulokset ovat suuntaa antavia, koska lämmitysjärjestelmät eroavat toisistaan ja laitteiden hinnat perustuvat arvioihin sekä valmistajilta saatuihin hintatietoihin. Todellisessa kohteessa hinnat saataisiin tarjousten perusteella ja tarkalleen laskettuna tiettyyn kohteeseen. Myös energian hinnat vaihtelevat ja se voi aiheuttaa suuria eroja hetkellisesti, joten asiaa pitää aina tarkastella pitkällä tähtäimellä. Vertailussa on käytetty tämän päivän saatavilla olevia hintoja(taulukko 3).

TAULUKKO 3. Vertailussa käytetyt energian hinnat 29.3.2013

	hinta	hinta snt/kWh	lähde:
sähköenergian perusmaksu	4,02 €/kk	0,48	fortum energia
sähköenergia	5,98 snt/kWh	5,98	fortum energia
sähkön siirron perusmaksu	3,15 €/kk	0,38	tampereen sähkölaitos
sähkön siirto	2,84 snt/kwh	2,84	tampereen sähkölaitos
energiavero	2,11 snt/kwh	2,11	tampereen sähkölaitos
kevyt polttoöljy	1,09 €/l	10,9	shell
puu	65 €/irtom3	6,44	halkoliiteri.fi
hake	18,64 €/MWh	1,86	bioenergiapörssi
pelletti 500kg säkki	110 €/säkki	4,50	m-pelletti

Laitteiston osalta huomioon on otettu ainoastaan laitteen alkuinvestointi ja siihen liittyvät asennustyöt sekä selkeät kokonaisuudet, jotka tulevat uusittavaksi käytetyn 30 v laskenta-ajan kuluessa. Laskuista on jätetty pois myös kaikki huoltotyöt, jotka vaihtelevat huomattavasti eri järjestelmien välillä, eikä niitä tarkalleen pysty arvioimaan.

5.2 Tulosten analysointi

Elinkaarilaskelmat on tehty Excelillä käyttäen nykyarvomenetelmää, jolla huomioidaan rahan arvon heikkeneminen ja energian hinnan nousu, jolloin saadaan laskettu todennukaisia arvoja laitteiston kestoajan puitteissa.

Maalämpö ja ilma-vesilämmitys osoittautuivat kokonaiskustannuksissa edullisimmiksi ratkaisuuksi, noin 21000 € kustannuksilla. Maalämmössä alkuinvestointi on suuri, mutta ostettavan energian määrä pieni, joka pitkällä aikavälillä säästää asumiskuluissa melko paljon. Ilma-vesilämpöpumpulla taas alkuinvestointi on hieman pienempi, mutta vuosittaiset kulut ovat lähes kaksinkertaiset. Hieman näitä kahta kalliimpi oli sähkölämmitys, jolle kustannuksia kertyi noin 23000 €. Sähkölämmityksen alkuinvestointi on pieni, mutta kaikki energia on ostettua, joten kulut kasvavat. Hybridijärjestelmä ja pellettijärjestelmä kuluttivat noin 26000 € molemmat ja sijoittuivat vertailun häntäpäähän. Hybridijärjestelmää rasittavat erityisen kovat alkuinvestoinnit, johtuen useasta järjestelmästä. Myös pelletti järjestelmän hankinta on kohtalaisen suuri. Hybridissä vuosittaiset kulut ovat hyvin alhaiset, kun pellettijärjestelmän vuosikulut ovat keskitasoa vertailussa. Kalleimmaksi järjestelmäksi osoittautui öljylämmitys. Lämmitysjärjestelmän hankintahinta on keskitasoa, mutta energia selkeästi kalleinta, joka nostaa hinnan yli 31000 € laskentajaksolla. 30 vuoden nykyarvolaskelmien lopputulokset on esitelty taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Vuosikustannukset ja nykyarvolaskelmien lopputulokset

	Maa- lämmitys	Sähkö- lämmitys	Öljy- lämmitys	Ilma-vesi- lämmitys	Hybridi- järjestelmä	Pelletti- lämmitys
vuosikustannukset	-274,11	-1093,86	-1211,11	-547,36	-183,03	-517,24
nykyarvo laskentajaksolla	-21405,72	23915,07	31608,89	-21130,77	-26830,70	-25721,00

5.2.1 Vertailtavat järjestelmät

Maalämmitys

TAULUKKO 5. Maalämmön nykyarvolaskelma

Laskentakorkokanta 4%

Maalämmitys

	vuosi	energiakulut	nykyarvo	
Investointi 15000 €	0	0	-15000	
	1	-274,11	-263,57	
Vuosikustannukset 274 €	2	-274,11	-253,43	
	3	-274,11	-243,68	
	4	-274,11	-234,31	
	5	-274,11	-225,30	
	6	-274,11	-216,63	
	7	-274,11	-208,30	
	8	-274,11	-200,29	
	9	-274,11	-192,59	
	10	-274,11	-185,18	
	11	-274,11	-178,06	
	12	-274,11	-171,21	
	13	-274,11	-164,62	
	14	-274,11	-158,29	
	15	-3274,11	-1818,00	kompressorin uusiminen
	16	-274,11	-146,35	
	17	-274,11	-140,72	
	18	-274,11	-135,31	
	19	-274,11	-130,10	
	20	-274,11	-125,10	
	21	-274,11	-120,29	
	22	-274,11	-115,66	
	23	-274,11	-111,21	
	24	-274,11	-106,94	
	25	-274,11	-102,82	
	26	-274,11	-98,87	
	27	-274,11	-95,07	
	28	-274,11	-91,41	
	29	-274,11	-87,89	
	30	-274,11	-84,51	
Yhteensä 30 vuoden kuluttua			-21405,72	

Maalämmityksen alkuinvestointi on suuri, joka on yksi merkittävä valintakriteeri lämmitysjärjestelmää valittaessa. Vuosittaiset käyttökulut ovat pienimmästä päästä, joka tasaa järjestelmän kuluja huomattavasti. Maalämpö on yksi edullisimmista lämmitysmuodoista vertailussa, vaikka kompressorin pitääkin uusia ainakin kerran laskentajakson aikana.

Sähkölämmitys

TAULUKKO 6. Sähkölämmityksen nykyarvolaskelma

Laskentakorkokanta 4%		sähkölämmitys	
	vuosi	energia	nykyarvo
Investointi 5000 €	0	0	-5000,00
	1	-1093,86	-1051,79
Vuosikustannukset 1094 €	2	-1093,86	-1011,34
	3	-1093,86	-972,44
	4	-1093,86	-935,04
	5	-1093,86	-899,07
	6	-1093,86	-864,49
	7	-1093,86	-831,24
	8	-1093,86	-799,27
	9	-1093,86	-768,53
	10	-1093,86	-738,97
	11	-1093,86	-710,55
	12	-1093,86	-683,22
	13	-1093,86	-656,94
	14	-1093,86	-631,68
	15	-1093,86	-607,38
	16	-1093,86	-584,02
	17	-1093,86	-561,56
	18	-1093,86	-539,96
	19	-1093,86	-519,19
	20	-1093,86	-499,22
	21	-1093,86	-480,02
	22	-1093,86	-461,56
	23	-1093,86	-443,81
	24	-1093,86	-426,74
	25	-1093,86	-410,33
	26	-1093,86	-394,54
	27	-1093,86	-379,37
	28	-1093,86	-364,78
	29	-1093,86	-350,75
	30	-1093,86	-337,26
Yhteensä 30 vuoden kuluttua			-23915,07

Sähkölämmityksen alkuinvestointi on pieni verrattuna moneen muuhun järjestelmään. Sen vuosittaiset kulut taas ovat melko korkeat ja myös vaihtelevat voimakkaasti, energian hinnan mukana. Sähkölämmitys on käytännössä huoltovapaa, joten alkuinvestoinnin jälkeen maksettavaksi tulevat lähinnä vuosittaiset energiakulut, jonka ansiosta sähkölämmitys osoittautui melko edulliseksi lämmitysmuodoksi.

Öljylämmitys

TAULUKKO 7. Öljylämmityksen nykyarvolaskelma

Laskentakorkokanta 4%

Öljylämmitys

	vuosi	energia	nykyarvo	
Investointi 10000 €	0	0	-10000,00	
	1	-1211,11	-1164,53	
Vuosikustannukset 1211 €	2	-1211,11	-1119,74	
	3	-1211,11	-1076,67	
	4	-1211,11	-1035,26	
	5	-1211,11	-995,45	
	6	-1211,11	-957,16	
	7	-1211,11	-920,34	
	8	-1211,11	-884,95	
	9	-1211,11	-850,91	
	10	-1211,11	-818,18	
	11	-1211,11	-786,71	
	12	-1211,11	-756,46	
	13	-1211,11	-727,36	
	14	-1211,11	-699,39	
	15	-2411,11	-1338,80	Polttimen uusiminen
	16	-1211,11	-646,62	
	17	-1211,11	-621,75	
	18	-1211,11	-597,84	
	19	-1211,11	-574,84	
	20	-1211,11	-552,74	
	21	-1211,11	-531,48	
	22	-1211,11	-511,03	
	23	-1211,11	-491,38	
	24	-1211,11	-472,48	
	25	-1211,11	-454,31	
	26	-1211,11	-436,83	
	27	-1211,11	-420,03	
	28	-1211,11	-403,88	
	29	-1211,11	-388,34	
	30	-1211,11	-373,41	
Yhteensä 30 vuoden kuluttua			-31608,89	

Öljylämmitysjärjestelmän alkuinvestointi on korkea. Vuosittaiset käyttökustannukset ovat myös korkeimmasta päästä. Kustannuksia nostaa myös polttimen uusiminen ainakin kerran laskentajakson aikana. Öljylämmitys on vertailun kallein järjestelmä.

Ilma-vesilämmitys

TAULUKKO 8. Ilma-vesilämmityksen nykyarvolaskelma

Laskentakorkokanta 4%

Ilma-vesilämmitys

	vuosi	energia	nykyarvo	
Investointi 10000 €	0	0	-10000,00	
	1	-547,36	-526,31	
Vuosikustannukset 547 €	2	-547,36	-506,07	
	3	-547,36	-486,60	
	4	-547,36	-467,89	
	5	-547,36	-449,89	
	6	-547,36	-432,59	
	7	-547,36	-415,95	
	8	-547,36	-399,95	
	9	-547,36	-384,57	
	10	-547,36	-369,78	
	11	-547,36	-355,55	
	12	-547,36	-341,88	
	13	-547,36	-328,73	
	14	-547,36	-316,09	
	15	-3547,36	-1969,72	Kompressorin uusiminen
	16	-547,36	-292,24	
	17	-547,36	-281,00	
	18	-547,36	-270,19	
	19	-547,36	-259,80	
	20	-547,36	-249,81	
	21	-547,36	-240,20	
	22	-547,36	-230,96	
	23	-547,36	-222,08	
	24	-547,36	-213,54	
	25	-547,36	-205,32	
	26	-547,36	-197,43	
	27	-547,36	-189,83	
	28	-547,36	-182,53	
	29	-547,36	-175,51	
	30	-547,36	-168,76	
Yhteensä 30 vuoden kuluttua			-21130,77	

Ilma-vesilämmityksen alkuinvestointi on öljylämmityksen kanssa yhtä suuri, mutta vuosittaiset käyttökulut ovat melko edulliset. Kompressorin uusiminen nostaa hieman kuluja, mutta siitä huolimatta tämä osoittautui halvimmaksi lämmitysjärjestelmäksi vertailussa.

Hybridilämmitys

TAULUKKO 9. Hybridilämmityksen nykyarvolaskelma

Laskentakorkokanta 4%

Hybridi

	vuosi	energia	nykyarvo	
Investointi 22000 €	0	0	-22000,00	
	1	-183,03	-175,99	
Vuosikustannukset 183 €	2	-183,03	-169,22	
	3	-183,03	-162,71	
	4	-183,03	-156,45	
	5	-183,03	-150,43	
	6	-183,03	-144,65	
	7	-183,03	-139,09	
	8	-183,03	-133,74	
	9	-183,03	-128,59	
	10	-183,03	-123,65	
	11	-183,03	-118,89	
	12	-183,03	-114,32	
	13	-183,03	-109,92	
	14	-183,03	-105,69	
	15	-3183,03	-1767,42	Kompressorin uusiminen
	16	-183,03	-97,72	
	17	-183,03	-93,96	
	18	-183,03	-90,35	
	19	-183,03	-86,87	
	20	-183,03	-83,53	
	21	-183,03	-80,32	
	22	-183,03	-77,23	
	23	-183,03	-74,26	
	24	-183,03	-71,40	
	25	-183,03	-68,66	
	26	-183,03	-66,02	
	27	-183,03	-63,48	
	28	-183,03	-61,04	
	29	-183,03	-58,69	
	30	-183,03	-56,43	
Yhteensä 30 vuoden kuluttua			-26830,70	

Hybridijärjestelmän laitteisto on kaikista vertailtavista järjestelmistä kallein, johtuen siitä, että yhden järjestelmän sijasta käytössä on neljä erilaista järjestelmää, jotka tukevat toisiaan. Käyttökustannuksiltaan järjestelmä on halvin vertailussa olevista, mutta silti aloituskustannukset vievät hyödyn saavutettavilta vuosittaisilta säästöiltä.

Pellettilämmitys

TAULUKKO 10. Pellettilämmityksen nykyarvolaskelma

Laskentakorkokanta 4%

Pellettilämmitys

	vuosi	energia	nykyarvo	
Investointi 15000 €	0	0	-15000,00	
	1	-517,24	-497,35	
Vuosikustannukset 517 €	2	-517,24	-478,22	
	3	-517,24	-459,83	
	4	-517,24	-442,14	
	5	-517,24	-425,13	
	6	-517,24	-408,78	
	7	-517,24	-393,06	
	8	-517,24	-377,94	
	9	-517,24	-363,41	
	10	-517,24	-349,43	
	11	-517,24	-335,99	
	12	-517,24	-323,07	
	13	-517,24	-310,64	
	14	-517,24	-298,69	
	15	-3717,24	-2064,05	Polttimen uusiminen
	16	-517,24	-276,16	
	17	-517,24	-265,54	
	18	-517,24	-255,32	
	19	-517,24	-245,50	
	20	-517,24	-236,06	
	21	-517,24	-226,98	
	22	-517,24	-218,25	
	23	-517,24	-209,86	
	24	-517,24	-201,79	
	25	-517,24	-194,03	
	26	-517,24	-186,56	
	27	-517,24	-179,39	
	28	-517,24	-172,49	
	29	-517,24	-165,85	
	30	-517,24	-159,48	
Yhteensä 30 vuoden kuluttua			-25721,00	

Pellettijärjestelmän alkuinvestointi on suurimmasta päästä ja lisäksi siihen joudutaan uusimaan poltin ainakin kerran laskenta-aikana. Vuosittaiset käyttökustannukset ovat kohtuulliset, joten kokonaisuudessaan pellettijärjestelmän hinta on keskiluokkaa vertailussa.

5.2.2 Muut järjestelmät

Hakelämmitys

TAULUKKO 11. Hakelämmityksen nykyarvolaskelma

Laskentakorkokanta 4%

		Hakelämmitys		
	vuosi	energia	nykyarvo	
Investointi 15000 €	0	0	-15000,00	
	1	-218,39	-209,99	
Vuosikustannukset 218 €	2	-218,39	-201,91	
	3	-218,39	-194,15	
	4	-218,39	-186,68	
	5	-218,39	-179,50	
	6	-218,39	-172,60	
	7	-218,39	-165,96	
	8	-218,39	-159,58	
	9	-218,39	-153,44	
	10	-218,39	-147,54	
	11	-218,39	-141,86	
	12	-218,39	-136,41	
	13	-218,39	-131,16	
	14	-218,39	-126,12	
	15	-3418,39	-1898,11	Polttimen uusiminen
	16	-218,39	-116,60	
	17	-218,39	-112,12	
	18	-218,39	-107,80	
	19	-218,39	-103,66	
	20	-218,39	-99,67	
	21	-218,39	-95,84	
	22	-218,39	-92,15	
	23	-218,39	-88,61	
	24	-218,39	-85,20	
	25	-218,39	-81,92	
	26	-218,39	-78,77	
	27	-218,39	-75,74	
	28	-218,39	-72,83	
	29	-218,39	-70,03	
	30	-218,39	-67,33	
Yhteensä 30 vuoden kulutua			-20553,27	

Hakelämmitys on kokonaisuutena yksi halvimmista järjestelmistä, johtuen halvasta energianlähteestä. Alkuinvestointi on samaa luokkaa kuin esimerkiksi maalämmöllä. Hakelämmityksen ongelma on sen tilan tarve, tämän vuoksi sitä harvoin pystytään hyödyntämään muualla kuin haja-asutusalueilla.

Puulämmitys

TAULUKKO 12. Puulämmityksen nykyarvolaskelma

Laskentakorkokanta 4%		Puulämmitys	
	vuosi	energia	nykyarvo
Investointi 5000 €	0	0	-5000,00
	1	-858,67	-825,64
Vuosikustannukset 859 €	2	-858,67	-793,89
	3	-858,67	-763,35
	4	-858,67	-733,99
	5	-858,67	-705,76
	6	-858,67	-678,62
	7	-858,67	-652,52
	8	-858,67	-627,42
	9	-858,67	-603,29
	10	-858,67	-580,08
	11	-858,67	-557,77
	12	-858,67	-536,32
	13	-858,67	-515,69
	14	-858,67	-495,86
	15	-858,67	-476,79
	16	-858,67	-458,45
	17	-858,67	-440,82
	18	-858,67	-423,86
	19	-858,67	-407,56
	20	-858,67	-391,88
	21	-858,67	-376,81
	22	-858,67	-362,32
	23	-858,67	-348,38
	24	-858,67	-334,98
	25	-858,67	-322,10
	26	-858,67	-309,71
	27	-858,67	-297,80
	28	-858,67	-286,35
	29	-858,67	-275,33
	30	-858,67	-264,74
Yhteensä 30 vuoden kuluttua			-19848,09

Puulämmitys osoittautui halvimmaksi lämmön lähteeksi. Alkuinvestointi on hyvin mallillinen verrattuna muihin järjestelmiin ja usein ostohintaa saadaan huomattavasti alemmaksi kuin mitä laskelmissa on käytetty. Erityisesti silloin puulämmitys on kannattava, jos omistaa omaa metsää, josta lämmityspuut pystyy tuottamaan omakustannehintaan. Tästä syystä puulämmitys on haja-asutusalueiden lämmitysmuoto.

Aurinkolämmitys

TAULUKKO 13. Aurinkojärjestelmän nykyarvolaskelma

Laskentakorkokanta 4%

Aurinkolämmitys

	vuosi	energia	nykyarvo
Investointi 30000 €	0	0	-30000,00
	1	-115,91	-111,45
Vuosikustannukset 116 €	2	-115,91	-107,17
	3	-115,91	-103,05
	4	-115,91	-99,08
	5	-115,91	-95,27
	6	-115,91	-91,61
	7	-115,91	-88,08
	8	-115,91	-84,70
	9	-115,91	-81,44
	10	-115,91	-78,31
	11	-115,91	-75,29
	12	-115,91	-72,40
	13	-115,91	-69,61
	14	-115,91	-66,94
	15	-115,91	-64,36
	16	-115,91	-61,89
	17	-115,91	-59,51
	18	-115,91	-57,22
	19	-115,91	-55,02
	20	-115,91	-52,90
	21	-115,91	-50,87
	22	-115,91	-48,91
	23	-115,91	-47,03
	24	-115,91	-45,22
	25	-115,91	-43,48
	26	-115,91	-41,81
	27	-115,91	-40,20
	28	-115,91	-38,65
	29	-115,91	-37,17
	30	-115,91	-35,74

Yhteensä 30 vuoden kulluttua

-32004,37

Aurinkolämmitysjärjestelmä yksinään Suomessa ei ole mahdollinen, koska se ei pysty talvella tuottamaan tarvittavaa lämpöä. Laskelmissa käytetty järjestelmä oletetaan tuottavan myös sähköä, jotta järjestelmän käyttö pääosassa vuotta olisi mahdollista. Alkuinvestointi on korkein, mitä laskelmissa tuli esiin, mutta samalla myös ostettavan energian määrä vähäisin. Aurinkojärjestelmä kokonaisuudessaan osoittautui koko vertailun kalteimmaksi järjestelmäksi jos sitä käytetään yksinään.

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Lämmitysjärjestelmän valinnalla voidaan saavuttaa suuriakin säästöjä vuosittaisissa energiakuluissa. Myös alkuinvestointien välillä on tuhansien eurojen eroja. Kaikkea ei toki voi laskea pelkästään rahassa, vaan lämmityksen valintaan vaikuttaa useita seikkoja, jotka pitää kaikki selvittää ennen valinnan tekoa edullisimman kokonaisratkaisun löytämiseksi.

Taloudellisessa vertailussa kaksi edullisinta järjestelmää olivat maalämpö ja ilma-vesilämmitys. 30 vuoden laskenta-ajan jälkeen järjestelmien nykyarvot olivat ilma-vesilämmöllä 21130 € ja maalämmöllä 21405 €. Molemmat laitteet käyttävät samaa tekniikka lämmön tuottamiseen, toinen ottaa lämpönsä maasta, toinen ilmasta ja molemmat siirtävät sitä veteen. Aloituskustannukset ovat maalämmöllä korkeammat keuruputkiston vuoksi, käytännössä itse laitteet ovat samassa hintaluokassa. Vuosittaiset kustannukset ovat ilma-vesilämpöpumpulla 547 € eli noin kaksinkertaiset verrattuna maalämmön 274 €. Tämä johtuu siitä, että ilma-vesilämmityksen hyötysuhde laskee huomattavasti kylmillä ilmoilla, kun taas maalämmön hyötysuhde ei juuri muutu. Maalämpöpumppua ei kannata pieneen taloon hankkia, koska investointikulut syövät kaikki vuosikuluissa saavutetut säästöt. Suurissa taloissa tilanne on toinen, koska vuosittaiset säästöt ovat suhteessa huomattavasti suuremmat. Ilma-vesilämpöpumppu sopii molempiin ratkaisuihin, mutta suuressa rakennuksessa kannattaa harkita rinnalle tukevaa lämmitysmuotoa, esimerkiksi vesikiertoista takkaa.

Seuraavaksi vertailussa sijoittui sähkölämmitys noin 2500 € erolla edeltäviin järjestelmiin, loppukustannusten ollessa 23915 €. Sähkölämmityksellä oli pienimmät aloituskustannukset koko vertailussa, mutta toiseksi kalleimmat vuosittaiset energiakulut (1093€). Tämän lämmitysmuodon käyttäminen on järkevää ainoastaan pienissä energiatehokkaissa taloissa kovan energian hinnan vuoksi.

Vertailun 4. halvin järjestelmä oli pellettilämmitys noin 2000 € edellisen perässä kokonaihinnalla 25721 €. Pellettijärjestelmän vuosittaiset kustannukset olivat 517 €. Järjestelmällä on korkea alkuinvestointi, mutta vuosikulutus on keskikastia, joka tekee siitä suurien kokonaisuuksien lämmitysmuodon. Huomioon tulee ottaa myös se, että pelletti-

järjestelmä on kaikista vertailuista järjestelmistä suurin, koska se tarvitsee erillisen siilon pelletin säilyttämiseen ja syöttölinjaston pelletin siirtämiseen kattilalle. Näin ollen järjestelmällä on usein oma erillinen rakennus.

Toiseksi kalleimmaksi järjestelmäksi laskujen perusteella sijoittui hybridilämmitys, johon kuului ecowatti –hybridivaraaja, ilma-vesilämpöpumppu, vesikiertoinen takka ja aurinkokeräinjärjestelmä. Laskenta-aikana järjestelmälle kuluja kertyi 26830 €. Tämä on seurausta vertailun kalleimmasta investointihinnasta, koska järjestelmiä on monta, myös hinta kohoaa. Toisaalta järjestelmällä on myös selkeästi halvimmat vuosittaiset energiakulut, vain 183 €. Tämä on siis ainoastaan suurien kohteiden järjestelmä, koska se on ainoa mahdollinen vaihtoehto kattaa investoinnin kulut halvalla energian hinnalla. Tämä on myös ainoastaan yksi esimerkki hybridilämmityksestä. Järjestelmiä voi yhdistellä monella eri tavalla, ja tässä esimerkkinä käytetty järjestelmä ei varmasti ole paras vaihtoehto.

Vertailun viimeiseksi tuli öljylämmitys. Järjestelmän nykyarvoksi saatiin 31608 € ja vuosittaiset kulut olivat 1211 €, jotka ovat vertailun kalleimmat. Tästä jo voidaan päätellä, että öljylämmitys ei ole enää kilpailukykyinen nykyisten järjestelmien kanssa. Vaikka järjestelmän hankintahinta on samaa luokkaa monien muiden järjestelmien kanssa, sen vuosikulut ovat niin korkeat, että se ei pärjää vertailussa niiden kanssa. Öljylämmitys onkin poistuva lämmitysmuoto ja niitä asennetaan enää hyvin harvoin uusiin taloihin. Saneerauskohteissa järjestelmän rinnalle kannattaa harkita tukevaa lämmitysmuotoa.

Ennen järjestelmän valintaa tulee keskustella eri toimittajien kanssa ja pyytää heiltä tarjouksia ja selvityksiä rakennukseen sopivasta järjestelmästä. Kaikki lämmitysjärjestelmät eivät sovi kaikkialle. Talon koolla on suuri merkitys valittavaan järjestelmään. Alkuinvestointi on kutakuinkin sama talon koosta riippumatta, samoin energian hinta. Pienen ja energiatehokkaan talon järjestelmäksi ei välttämättä kannata valita alkuinvestoinniltaan suurta järjestelmää, koska energian kulutus on pieni jää siitä saatava hyöty pieneksi. Jos taas kyseessä on suurempi talo joka kuluttaa suhteessa enemmän lämpöenergiaa, on halpa vuosittainen kustannus oikea valinta, vaikka aloituskustannukset olisivatkin hieman suuremmat. Pitkällä aikavälillä kallis järjestelmä maksaa itsensä takaisin edullisen energian myötä.

Saneerauskohteissa valinta riippuu siitä, minkälainen järjestelmä rakennuksessa on aikaisemmin ollut ja pystytäänkö sitä hyödyntämään. Vaihtoehtona voi tällöin usein olla tukevan lämmityksen hankkiminen vanhan järjestelmän rinnalle, jolloin koko järjestelmää ei tarvitse vaihtaa ja saadaan aikaiseksi hybridilämmitys. Esimerkiksi vanhan öljylämmitysjärjestelmän tueksi hankitaan aurinkokeräimet, jotka lämmittävät käyttöveden kesäaikaan, joka pudottaa kuluja huomattavasti, koska kesäaikaan lämmitys on muutoin minimaalista. Jos päädytään koko järjestelmän vaihtamiseen, pitää huomioon ottaa, minkälaisissa tiloissa vanha järjestelmä on ollut ja tuleeko uusi suunniteltu järjestelmä soveltumaan näihin tiloihin. Myös uusissa taloissa tämä pitää ottaa huomioon mahdollisen erillisen teknisen tilan rakentamisen takia.

Loppupäätelmänä voidaan todeta, että lämmitysjärjestelmien hinnat vaihtelevat huomattavasti ja niiden vertailu on ensiarvoisen tärkeää oikean järjestelmän löytämiseksi. Myös energian hinnat vaihtelevat ja niitäkin olisi syytä seurata aika ajoin, jos kysymykseen tulee esimerkiksi lämmitysjärjestelmän uusiminen tai vaihtaminen edullisempaan.

LÄHTEET

Ecowatti-lämmityslaitteen toiminta. Kaukora. Luettu 8.4.2013.

http://www.kaukora.fi/sites/default/files/kaukorafiles/kayttoohjeet/Jaspi_Ecowatti2T_Kayttoohje_4.7.2011.pdf

Erweko Oy 2012. Motiva Oy. Pätkittäin puulämmityksestä. www-dokumentti. Luettu 2.3.2013.

http://www.motiva.fi/files/6138/Patkittain_puulammityksesta2012.pdf

Hakkeen hinta. Bioenergiaporssi. Luettu 29.3.2013.

<http://www.bioenergiaporssi.fi/k%C3%A4sitteet-ja-laskurit/hakkeen-ja-mets%C3%A4energian-hintatietoa>

Huonekohtainen sähkölämmitys. Motiva. Luettu 8.4.2013.

http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammonjaon_vaihtoehdot/huonekohtainen_sahkolammitys

Ilmakiertoiset lämmönjakojärjestelmät. Motiva. Luettu 8.4.2013.

http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammonjaon_vaihtoehdot/ilmakiertoiset_lammonjakojarjestelmat

Ilma-vesilämpöpumppu. Motiva Oy. Luettu 27.2.2013.

http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot/ilma-vesilampopumppu

Kevyen polttoöljyn hinta. Lämpöpuisto. Luettu 29.3.2013.

<https://www.lampopuisto.fi/fi/etusivu>

Kuva aurinkolämpöjärjestelmästä. Callidus. Katsottu 27.2.2013.

http://callidus.fi/sites/default/files/images/Aurinko_periaate.jpg

Kuva esimerkkitalosta. Kastelli. Katsottu 8.4.2013.

<http://www.kastelli.fi/Talot/Moderni/Moderni-124/>

Kuva maalämmön keruuputkistosta. Suomela. Katsottu 22.2.2013.

<http://www.suomela.fi/Archive/suomela.fi/5/5/0/5501b70e-0891-4f08-b03f-895f69d00cae.jpg>

Kuva Suomen keskiarvolämpötiloista. Ilmatieteen laitos. Katsottu 15.3.2013.

<http://ilmatieteenlaitos.fi/image/gallery?uuid=cdc76d36-376e-4adc-b8ba-c98ed6748817&groupId=30106&t=1359015154784>

Kuva sähkölämmityksen toimintaperiaatteesta. Energiaverkko. Katsottu 15.3.2013.

http://elearn.ncp.fi/materiaali/kainulainens/energiaverkko/koti_ ja_energia/lammitystekniikat/kuvat/kodinteknikka_sahko.jpg

Kuva öljylämmityksen toimintaperiaatteesta. Energiaverkko. Katsottu 15.3.2013.

http://elearn.ncp.fi/materiaali/kainulainens/energiaverkko/koti_ ja_energia/lammitystekniikat/kuvat/kodinteknikka_oljy.jpg

Kuvio voimalaitospolttoaineiden hinnan kehityksestä. Tilastokeskus. Katsottu 8.4.2013.
http://tilastokeskus.fi/til/ehi/2012/04/ehi_2012_04_2013-03-20_fi.pdf

Libris 2012. Motiva Oy. Auringosta lämpöä ja sähköä. www-dokumentti. Luettu 3.3.2013.
http://www.motiva.fi/julkaisut/lammitysjarjestelmat/auringosta_lampoa_ja_sahkoa.3808.shtml

Libris 2012. Motiva Oy. Lämpöä omasta maasta. www-dokumentti. Luettu 9.3.2013.
http://www.motiva.fi/julkaisut/lammitysjarjestelmat/lampoa_omasta_maasta_opas_maalammosta.3808.shtml

Libris 2012. Motiva Oy. Puupelletti lämmittää puhtaasti ja uusiutuvasti. www-dokumentti. Luettu 3.3.2013.
http://www.motiva.fi/files/6059/Puupelletti_lammittaa_puhtaasti_ja_uusiutuvasti.pdf

Lämmönjaon vaihtoehdot. Motiva Oy. Luettu 23.2.2013.
http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammonjaon_vaihtoehdot

Lönnerberg 2012. Motiva Oy. Lämpöä ilmassa. www-dokumentti. Luettu 27.2.2013.
http://www.motiva.fi/julkaisut/lammitysjarjestelmat/lampoa_ilmassa_opas_ilmalampoumpuista.3808.shtml

Lönnerberg 2012. Motiva Oy. Pientalon lämmitysjärjestelmät. www-dokumentti. Luettu 27.2.2013.
http://www.motiva.fi/files/6150/Pientalon_lammitysjarjestelmat2012.pdf

Maalämpöpumpun toimintaperiaate. Maalämpöpumppu.info. Luettu 22.2.2013.
<http://www.maalampopumppu.info/maalampopumpun-toimintaperiaate/>

Omakotitalon energiankulutus. Vattenfall Oy. Luettu 8.4.2013.
<http://www.vattenfall.fi/fi/omakotitalo.htm>

Pelletin hinta. M-Pelletti. Luettu 29.3.2013. <http://www.m-pelletti.com/>

Pientalon sähkölämmitys. Sähköturvallisuuden edistämiskeskus. Luettu 23.2.2013.
http://www.stek.fi/sahko_ja_rakentaja/pientalon_sahkolammitys/fi/FI/pientalon_sahkolammitysmuodot/

Polttopuun hinta. Halkoliiteri. Luettu 29.3.2013. <http://halkoliiteri.fi/haku/>

Porakaivo maalämmön lähteenä. Etelä-Suomen Kaivonporaus ja Maalämpötekniikka Oy. Luettu 22.2.2013.
<http://www.rakentaja.fi/indexfr.aspx?s=/kuluttaja/Kaivonporaus/maalampo.htm>

Sähköenergian hinta. Fortum. Luettu 29.3.2013.
<https://www.fortum.fi/countries/fi/yksityisasiakkaat/hinnastot/sahkosopimuksen-hintakesto/pages/default.aspx>

Sähkölämmitys. Suomen Sähköopas. Luettu 22.2.2013.

<http://www.sahkoopas.com/sahkotietoa/lammitys/sahkolammitys/>

Sähkön siirron hinta. Tampereen sähkölaitos. Luettu 29.3.2013.

<https://www.tampereensahkolaitos.fi/sahkonmyynti/tuotteetjahinnat/Documents/Hinnastot/S%C3%A4hk%C3%B6hinnasto%2015.1.2013.pdf>

Tietoa vesitakoista. Lechma. Luettu 8.4.2013. http://www.lechma.fi/?page_id=39

Tyhjiöputken toimintaperiaate. Novafuture Oy. Luettu 15.3.2013.

<http://novafuture.fi/putket.html>

Tyhjiöputkikeräimet. Motiva Oy. Luettu 15.3.2013.

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkolampo/tyhjioputkikeraimet

Vesikeskuslämmitys. Motiva. Luettu 8.4.2013.

http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammonjaon_vaihtoehdot/vesikeskuslammitys

Öljylämmitys. Motiva Oy. Luettu 23.2.2013.

http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot/oljylammitys

Liite 2. Muiden järjestelmien laskentatiedot

	Hake	Puu	Aurinko- järjestelmä
Alkuinvestointi (€)	15000	5000	30000
Nettoenergia vuodessa (kWh)	10000	10000	10000
Hyötysuhde/lämpökerroin	87 %	75 %	9,5
Ostettavan energian määrä (kWh)	11494	13333	1053
Energian hinta (snt/kWh)	1,9	6,44	10,93
Perusmaksut (€/kk)			7,17
Energiakulut 1. vuonna (€)	218	859	116
Diskonttaus korko	4,00 %	4,00 %	4,00 %
Investoinnin oletettu käyttöikä	30 v	30 v	30 v