

Juha-Matti Viinikka

**OMAKOTITALON LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN KUSTAN-
NUSVERTAILU**

Opinnäytetyö
Kevät 2014
Tekniikan yksikkö
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Talorakennustekniikan suuntautumisvaihtoehto



Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Rakennustekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Viinikka Juha-Matti

Työn nimi: Omakotitalon lämmitysjärjestelmien kustannusvertailu

Ohjaaja: Kulmala Eero

Vuosi: 2014

Sivumäärä: 40

Liitteiden lukumäärä: 2

Tämä opinnäytetyö on tehty työn tekijän kotitalon vanhan lämmitysjärjestelmän vertailemiseksi muihin lämmitysjärjestelmiin investoinnin kannattavuuden selvittämiseksi.

Opinnäytetyössä tutkitaan saneerauskohteen lämmitysjärjestelmän kannattavuutta 25 vuoden aikavälillä. Työssä huomioidaan myös laina-ajan korkojen kustannukset sekä energian mahdollinen kallistuminen kyseisenä aikana.

Opinnäytetyössä todetaan vanhan lämmitysjärjestelmän olevan halvin vaihtoehto, mikäli sähkön hinta pysyy nykyisellään. Jos energian hinta jatkaa kallistumistaan samaa vauhtia kuin tähänkin päivään asti, on maalämpö huomattavasti kannattavampi vaihtoehto.

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Juha-Matti Viinikka

Title of thesis: Expense comparison of heating systems in a detached house

Supervisor: Eero Kulmala

Year: 2014

Number of pages: 40

Number of appendices: 2

The thesis was made in order to compare different heating systems in my residence and their investment costs to the old heating system.

The period of comparison was 25 years. Interest rates were also considered in the investment. The study considered the situation of energy becoming more expensive too.

The final results were that the current heating system is the most economical option if the energy costs stay the same in the following 25 years as today. If the energy costs rise as fast as until now, geothermal heating will be the most economical option.

Keywords: heating system, investment, geothermal heating

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
2 KOHDE	9
3 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT	10
3.1 Yleistä	10
3.2 Maalämpö	10
3.3 Öljylämmitys.....	13
3.4 Sähkölämmitys.....	14
3.5 Ilmalämpöpumppu.....	15
3.6 Kaukolämpö	17
3.7 Puun käyttö lämmityksessä.....	17
3.7.1 Puulämmitys yleensä	17
3.7.2 Tulisijat.....	18
3.7.3 Hakelämmitys	19
3.7.4 Pellettilämmitys	20
4 LÄMMÖNJAKO.....	21
4.1 Vesikeskuslämmitys.....	21
4.2 Lämmönjaon valinta.....	21
5 LÄMMITYSENERGIAN HINNANKEHITYS	24
5.1 Kevyt lämmitysöljy.....	24
5.2 Sähkö.....	25
6 VERTAILTAVAT LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT	26
6.1 Valinta.....	26
6.2 Vertailun eteneminen	27

7 LASKENNAN KULKU	28
7.1 Todellinen kulutus	28
7.2 Investointi	28
7.2.1 Maalämpö	28
7.2.2 Öljylämmitys	29
7.2.3 Suora sähkölämmitys	30
7.2.4 Kaukolämpö	30
7.3 Investointi ja 25 vuoden kannattavuus nykyisillä energian hinnoilla	31
7.4 Investointi ja kannattavuus 25 vuoden ajalle 5 % vuosittaisella hinnan nousulla	32
7.5 Todelliset kustannukset	34
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	37
LÄHTEET	38
LIITTEET	40

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Maalämpöjärjestelmä (callidus).....	12
Kuvio 2. Maalämpöjärjestelmä (callidus).....	13
Kuvio 3. Ilmalämpöpumppu sisäyksikkö	16
Kuvio 4. Ilmalämpöpumppu ulkoyksikkö	16
Kuvio 5. Varaava takka	19
Kuvio 6. Sähkön hinnan muodostuminen (Energieateollisuus)	25
Taulukko 1. Lämmönjaon kustannukset (radiaattori)	22
Taulukko 2. Lämmönjaon kustannukset (lattialämmitys).....	23
Taulukko 3. Öljyn hinnankehitys	24
Taulukko 4. Maalämmön investointi 1	29
Taulukko 5. Maalämmön investointi 2.....	29
Taulukko 6. Öljylämmityksen investointi	29
Taulukko 7. Suoran sähkölämmityksen investointi.....	30
Taulukko 8. Kaukolämmön investointi.....	30
Taulukko 9. Investointi ja 25 vuoden kulutus	32
Taulukko 10. Investointi ja 25 vuoden kulutus 5 % hinnannousulla	33
Taulukko 11. Investointi ja 25 vuoden kulutus 5 % hinnannousulla, 6 % korolla...	35
Taulukko 12. Investointi ja 25 vuoden 6 % korolla	36

Käytetyt termit ja lyhenteet

Lämmönjako	Lämmönjaolla tarkoitetaan järjestelmää, joka tuo lämmön-tuotantolaitteesta lämmön huonetilaan.
Annuiteetti	Annuiteetilla tarkoitetaan tasaerämaksua, jossa korko ja lainan lyhennys maksetaan samassa maksussa yhtä suu-rena koko laina-ajan.
Lämpökanava	Lämpökanava on lämpökeskuksesta lähtevä eristetty putki, jossa veteen varastoitunut lämpöenergia siirtyy lämmön-vaihtimeen.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on vertailla opinnäytetyön tekijän kotitalon lämmitysjärjestelmän saneerauksen kannattavuutta 25 vuoden aikavälillä. Tavoitteena on löytää lämmitysjärjestelmä, joka vähentää lämmitysenergiaan käytettävän rahan määrää. Uuden järjestelmän valintaan painotetaan pääasiassa hintaa, käyttömu- kavuutta ja käytön helppoutta.

Tarkastelussa otetaan huomioon myös uusi lämmönjakojärjestelmä. Se luo suu- ren haasteen muille lämmitysjärjestelmille hintansa vuoksi, koska vesikiertoisen lämmönjakojärjestelmän saneeraus on suuri kustannuserä, joka vaikuttaa sanee- rauksen kannattavuuteen.

2 KOHDE

Kohde on vuonna 1990 Kauhavalle valmistunut tiilirunkoinen ja tiilverhoiltu omakotitalo. Rakennuksen lämmitettävä pinta-ala on 122,4 m², lämmitettävä tilavuus 306 m³ ja puolilämmintä tilaa on 35 m².

Talon rakenteet. Ulkoseinät: sisätiloihin rajoittuva US1, jossa rakenteena tiili 85 mm, mineraalivilla 175 mm, tiili 130 mm, ja pintakerros, rakenteen u-arvo on 0.236 W/m²K. Kylmiin tiloihin rajoittuva US2, jossa rakenteena tiili 85 mm, puurunko 100 mm ja kipsilevy 8 mm, rakenteen u-arvo on 3.058 W/m²K. Huonetilan ja kylmien tilojen väliseinä VS1, jossa rakenteena 130 mm tiili, 175 mm mineraalivilla ja 9 mm kipsilevy. Huoneiden väliset seinät ovat muuratut, rakenteena 130 mm tiili. Alapohjana on paikalla valettu 80 mm paksu teräsbetoni-laatta, jossa eristeenä 70 mm EPS ja reunoilla 140 mm EPS, muovi ja tiivistetty sora, u-arvo on 0.28 W/m²K. Yläpohjan rakenteena on lautapaneeli + koolaus, tiivistyspaperi, niskat, mineraalivilla 300 mm ja jälkikäteen puhallettu 300 mm paksu puukuitueriste, u-arvo on 0.078 W/m²K. Vesikate on peltipintainen harjakatto. Rakennuksessa on 3-lasiset ikkunat, joiden pinta-ala on 18 m².

Tontti on peltoa ja on 2590 m² suuruinen. Rakennuksessa on painovoimainen ilmanvaihto. Rakennuksen päälämmitysjärjestelmä on suora sähkölämmitys pattereilla ja pesu- ja wc-tilojen laatoissa olevilla vastuksilla. Lämmin käyttövesi tuotetaan sähköllä toimivalla lämminvesivaraajalla. Päälämmitysjärjestelmää tukemassa on 1000x600x2000 kokoinen varaava takka sekä vuonna 2006 hankittu Sanyon ilmalämpöpumppu.

3 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

3.1 Yleistä

Lämmityskulut ovat omakotiasujan suurin yksittäinen kustannuserä, joka voi olla yli 50 %. Lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavat monet tekijät: rakennuksen koko, sijainti, rakenteet, henkilömäärä, käyttötarkoitus, käyttömukavuus, huollon tarve, lämmönjakojärjestelmä, investointi kustannukset ja eri energianlähteiden hinnat. Yleensä tärkein määräävä tekijä on hinta, joka koostuu järjestelmän suunnittelukustannuksista, laitteiden hankinta- ja asennuskustannuksista, sekä käytettävän energian hankintakustannuksista. (Pientalon lämmitysjärjestelmät. 2011, 4.)

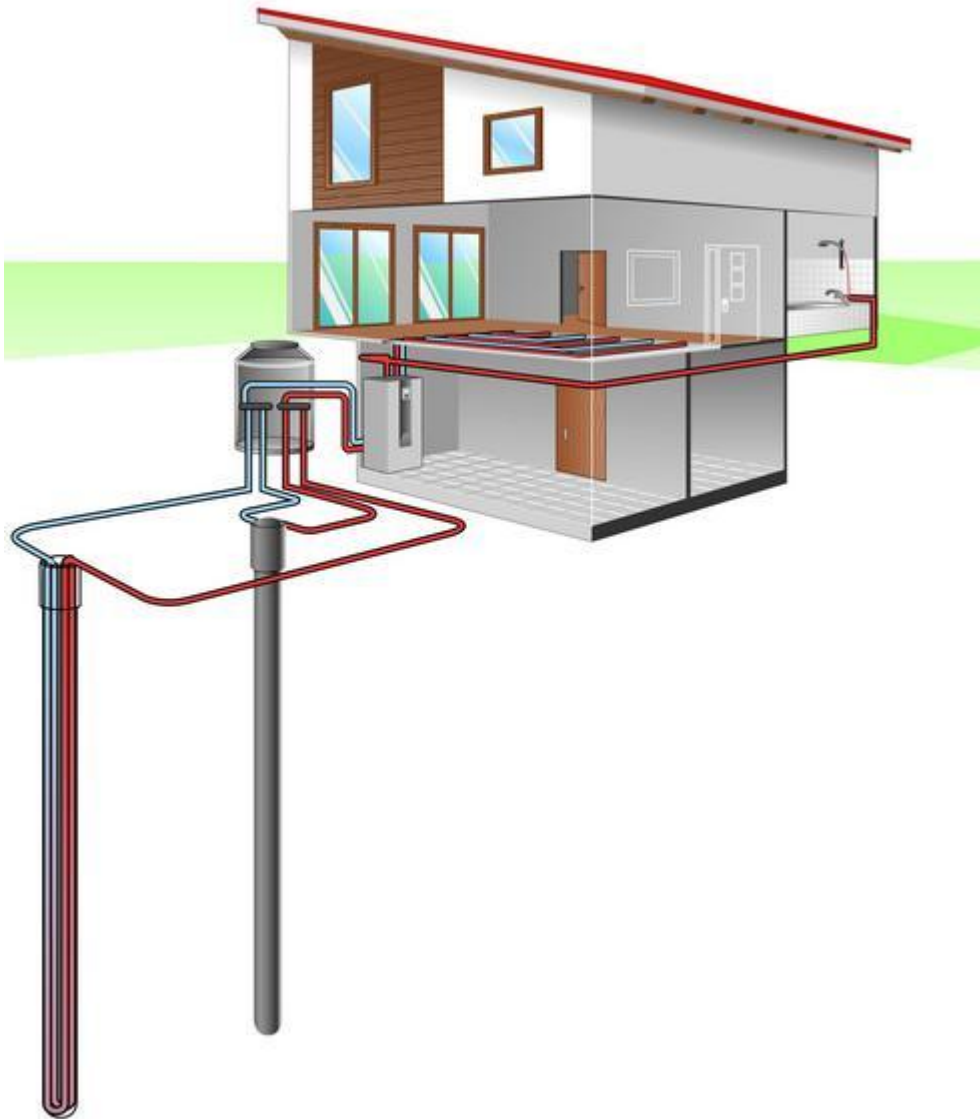
3.2 Maalämpö

Maalämpö on auringosta maaperään ja vesistöihin varastoitunutta lämpöenergiaa. Maalämpö luokitellaan uusiutuvaksi energiaksi, sillä sen kuluttama sähkö on kolmasosa tuotetusta lämpöenergiasta. (Pientalon lämmitysjärjestelmät. 2011, 17.) Lämpöenergia saadaan hyödynnettyä maalämpöpumpulla, jota käytetään asunnon ja lämpimän käyttöveden lämmitykseen sekä jäähdyttämiseen.

Maalämpöä voidaan hyödyntää kolmella eri keruujärjestelmällä: porakaivo, maahan sijoitettava keruupiiri ja vesistöön sijoitettava keruupiiri. Porakaivo on kallein kolmesta vaihtoehdoista, mutta suurena hyötynä on, että tontti ei tarvitse olla suuri eikä mahdollinen puutarha tuhoudu. 100–200 metrin syvyyseen ja halkaisijaltaan 10–15 cm kaivoon upotetaan keruuputkisto, josta lämpöpumppu ottaa energian talteen. Maahan noin metrin syvyyteen kaivettava satojen metrien mittainen muovinen keruuputkisto on halvin ratkaisu, mutta vaatii suuremman tilan kuin porakaivo. Vesistöön sijoitettava putkisto on tehokkain ratkaisu, mutta ei suositella käy-

tettäväksi pientaloissa, sillä asentaminen on vaativaa ja kallista. Putkistoa ei suositella asennettavaksi jokiin virtauksien vuoksi.

Maalämpöpumpussa keruuputkiston 1–4 asteinen neste kohtaa kylmäaineen, joka höyrystyy. Höyrystynyt kylmäaine johdetaan sähkömoottoriseen kompressoriin, joka puristaa höyryn korkeampaan lämpötilaan, minkä jälkeen kuumen höyryn lämpöenergia siirtyy lämmönvaihtimessa lämmitysverkossa kiertävään veteen. Lämmönjakojärjestelmänä vesikiertoinen lattialämmitys on suosituin maalämpöjärjestelmän lämmönjakojärjestelmä, mutta nykyajan tekniikka mahdollistaa myös vesikiertoisten radiaattoreiden käytön (IVT 2014). Maalämpö on kasvattanut rajusti suosiotaan pientalorakentajien keskuudessa, sillä vuonna 2010 yli 45 % valitsi maalämmön. (Pientalon lämmitysjärjestelmät. 2011, 17.)



Kuvio 1. Maalämpöjärjestelmä. (Callidus, [viitattu 24.3.2014].)



Kuvio 2. Maalämpöjärjestelmä. (Callidus, [viitattu 24.3.2014].)

3.3 Öljylämmitys

Suomessa noin viidennes pientaloista lämmitetään öljyllä, nämä asunnot kuluttavat 460 miljoonaa litraa öljyä vuodessa, joka on hieman alle 2 % Suomen kokonaisenergian kulutuksesta. Nykypäivänä enää harva valitsee uudiskohteeseen öljylämmityksen. (Öljyalan keskusliitto 2014.)

Öljylämmityksen tärkeimmät osat ovat öljysäiliö, siirtopumppu, savuhormi, lämmityskattila ja sen sisäiset osat sekä säätö- ja hallintalaitteet. Öljylämmityksessä öljysäiliöön varastoitu kevyt polttoöljy pumpataan polttimelle, joka sumuttaa öljyn tulipesään, jossa palamisreaktio tapahtuu. Palamisessa vapautuva lämpöenergia

siirtyy kattilaveteen, jolla lämmitetään lämmönsiirtimen avulla lämmitysverkon vesi sekä käyttövesi.

Öljylämmityksessä käytetyt kattilat ovat yleensä lämminvesikattiloita, joiden käyttölämpötila on alle 100 astetta. Palaminen vaati riittävästi happea, jota varten kattila varustetaan erillisellä tuloilmakanavalla. Öljyn palamisreaktiossa vapautuu typpeä, hiilidioksidia ja vesihöyryä, sekä pieniä määriä rikkiä, typen oksideja ja häkää.

Tehokkaiden öljypolttimien ansiosta päästöt ovat minimaaliset verrattuna hyödyksi saadun lämpöenergian määrään (Rakennustieto, kevytöljylämmitys 2005). Parhaimpien öljylämmityskattiloiden hyötysuhde on 94–95 % polttoöljyn sisältämästä energiamäärästä, joten vuositasolla hyötysuhde on yli 90 %. Öljylämmitysjärjestelmään voidaan liittää myös muita lämmön lähteitä kuten aurinkolämpöä ja kaksoispesäkattilassa voi polttaa myös puuta. (Pientalon lämmitysjärjestelmät. 2011, 24–25.)

3.4 Sähkölämmitys

Sähkölämmitys on suosituin pientalorakentajan lämmitysratkaisu, jopa kaksi kolmesta rakentajasta valitsee sähkölämmityksen (Sähköala 2014).

Lämmitysjärjestelmä voidaan toteuttaa joko keskitettynä tai huonekohtaisena. Keskitetty ratkaisu toteutetaan vesikiertoisena, jolloin sähkövastuksilla oleva varaaja lämmittää käyttöveden ja varaa myös lämpöä lämmönjakojärjestelmässä kiertävään veteen. Varaavaa lämmitystä käytetään 90 % yösähköllä. Sähkökattila lämmittää pattereissa tai laatan lämmityspiirissä kiertävän veden, mutta ei pysty varaamaan lämpöä, ellei siihen liitä erillistä varaajaa ja se tarvitsee myös käyttövedelle erillisen lämminvesivaraajan. (Pientalon lämmitysjärjestelmät. 2011, 22–23.)

Huonekohtainen lämmitys toteutetaan suorana sähkölämmityksenä tai laattaa lämmittävillä sähkövastuksilla. Suoran sähkölämmityksen etuja muihin lämmitysjärjestelmiin tulee käytön helppoudessa, sillä sähkölämmitys reagoi nopeasti huoneen lämpötilan vaihteluihin ja se on lähes huoltovapaa. (Pientalon lämmitysjärjes-

telmät. 2011, 22–23.) Vesikierrottomana lämmitysjärjestelmänä sen voi jättää ilman valvontaa, sillä se ei rikkoonnu pitemmistäkään sähkökatkoksista (Sähköala 2014). Suoralla sähkölämmityksellä on myös hyvä hyötysuhde. Pattereita on kahdenlaisia, suljettu patteri säteilee lämpöä huoneeseen ja yhdistelmälämmitin lämmittelee myös sen läpi virtaavan ilman (Pientalon lämmitysjärjestelmät. 2011, 22–23).

Sähköpatterien, sähkölämmitteisen lämminvesi- ja käyttövesivaraajan käyttöikä on 20–30 vuotta. Haittapuolena sähkölämmityksellä on energian hinnannousu, sillä sen hinta on noussut nopeimmin verrattuna muihin lämmitysmuotoihin. Suomessa kuluttajasähkön hinta on Euroopan halvimpia, mutta luultavasti tulevaisuudessa sähkön hinta tulee määräytymään Euroopan kattavan sähköpörssin mukaan, joka nostaisi hintaa Suomessa (Energiakorjaus, sähkölämmitys 2013).

3.5 Ilmalämpöpumppu

Ilmalämpöpumpun pääosat ovat ulkoyksikkö (kuva 4.) ja sisäyksikkö (kuva 3.). Ulkoyksikkö sisältää höyrystimen, joka ottaa ulkoilmasta lämpöä, mikä siirretään sisäyksikköön kylmäaineen välityksellä. Talon sisäyksikkö kierrättää sisäilmaa samalla lämmittäen sitä.

Ilmalämpöpumpun hyötysuhde riippuu ulkoilman lämpötilasta, paras hyöty saadaan ulkoilman ollessa -10 asteen ja +10 asteen välissä. Parhaat laitteet toimivat kannattavasti jopa -20 asteeseen saakka. Ilmalämpöpumpun energiatehokkuuteen vaikuttaa laitteen teho sillä heikkotehoinen joutuu toimimaan täysillä, jolloin se kuluttaa paljon sähköä, kun taas tehokas malli selviää pienemmällä sähkönkulutuksella. Myös laitteen oikea säätö on tärkeää: jos laite säädetään muuta lämmitysjärjestelmää kylmemmälle, se alkaa jäähdyttää huoneilmaa. (Pientalon lämmitysjärjestelmät. 2011, 33.)

Ilmalämpöpumpulla voidaan tuottaa noin kolmannes huonetilojen lämmöntarpeesta, joten se ei sovi päälämmitysjärjestelmäksi, mutta on hyvä lisä esimerkiksi öljy- tai sähkölämmityksen rinnalle (Pientalon lämmitysjärjestelmät. 2011, 33).



Kuvio 3. Ilmalämpöpumpun sisäyksikkö.



Kuvio 4. Ilmalämpöpumpun ulkoyksikkö.

3.6 Kaukolämpö

Kaukolämpöä on ollut Suomessa jo 1950 luvulta lähtien ja se on maamme yleisin lämmitysmuoto vajaan 46 % osuudellaan kaikista lämmitysmenetelmistä. Kaukolämmitys on tehokkaampaa mitä tiheämpää on asutus ja mitä suurempia rakennukset ovat. Siksi se on käytössä vain kaupungeissa ja taajamissa. Suurin osa, noin 95 %, kerrostaloista lämpiää kaukolämmöllä.

Lämpölaitokset käyttävät polttoaineinaan maakaasua, kivihiihtä, turvetta sekä jätetuusta saatavaa haketta. Lämpölaitokset ovat alkaneet käyttää suuremmissa määrin puun ohella myös muita uusiutuvia energianlähteitä, kuten biokaasua. Lämmitysenergia saadaan käyttöön lämpökeskuksesta lähtevien kaukolämpöputkien avulla, joissa kiertää sään ja lämmitystarpeen mukaan 65–115 -asteinen vesi. Kaukolämpöputkesta lähtevästä liittymästä kuuma vesi kiertää rakennuksen lämmönsiirtimien kautta takaisin lämpölaitokseen. Lämmönsiirtimien kautta lämpöenergia saadaan vesikiertoiseen lämmönjakojärjestelmään ja lämpimään käyttöveiteen. (Pientalon lämmitysjärjestelmät. 2011, 20–21.)

Kaukolämpöä pidetään ylivoimaisesti energiatehokkaimpana lämmitysmuotona, sillä se hyödyntää sähköntuotannon ja muun teollisuuden yhteydessä vapautuvaa jätelämpöä (Energiateollisuus 2014).

3.7 Puun käyttö lämmityksessä

3.7.1 Puulämmitys yleensä

Puulämmityksellä on pitkä historia ja nykyään kolme neljästä kotitaloudesta käyttää puuta ainakin osittaisena lämmönlähteenä.

Materiaalina puu on kotimainen ja oikein poltettuna ympäristöystävällinen energian lähde. Puun käyttäminen lämmityksessä on CO₂-neutraalia, sillä palamisessa va-

pautuvan hiilidioksidin määrä on sama kuin puun lahoamisessa ja puu käyttää saman verran hiilidioksidia kasvamiseensa, mitä palamisessa on vapautunut. Puun käytöllä saadaan vähennettyä ostoenergian kulutusta. (Tulisijat 2014.)

3.7.2 Tulisijat

Massiivisilla tulisijoilla tarkoitetaan painavaa raskasrakenteista varaavaa takkaa (kuvio 5.). Varaava takka on tiilestä tai vuolukivestä valmistettu massiivinen tulisija. Varaavan tulisijan lämmitys perustuu suureen massaan, joka pystyy varastoimaan paljon lämpöä. Varaavassa takassa on savukaasujen kierto, joka tehostaa lämmön siirtymistä palamisreaktiossa rakenteisiinsa. Raskaat tulisijat luovuttavat lämpöä tasaisemmin ja pitkällä aikavälillä, kun kevyempirakenteiset tulisijat luovuttavat lämmön nopeasti suurella teholla. Massiivinen takka soveltuu asuinkäyttöön kevyempää paremmin. Varaavassa takassa käytetään panospoltoa eli poltetaan kerralla täysi pesällinen. (LVI 10-40066. Toukokuu 2005.)

Takkaa käytetään nykypäivänä lähinnä lisälämmönlähteenä ja sen suurin hyöty on saada leikattua päälämmitysjärjestelmän huipputehoja (Tulisijat 2014). Varaavan takan hyötysuhde voi olla jopa 80–85 % (Motiva 2011, 30).

Kevyillä tulisijoilla tarkoitetaan kamiinoja, avotakkoja ja kevytrakenteisiä takkoja. Ominaista niille on heikko lämmönvarastointikyky ja lämpöenergian luovutus suurella teholla huoneilmaan. Tästä syystä nopeasti lämpöä luovuttava tulisija ei ole suositeltava ratkaisu omakotitalossa asuvalle. Ne soveltuvat parhaiten kesämökeille joihin saavuttaessa huoneilman lämpötila täytyisi saada nostettua nopeasti. (Pientalon lämmitysjärjestelmät. 2011, 30.)



Kuvio 5. Varaava takka.

3.7.3 Hakelämmitys

Hake on jätepuusta hakettamalla valmistettuja puupaloja, joita käytetään erikokoisissa lämpökattiloissa polttoaineena. Hakkeen tärkeimpiä laatuominaisuuksia ovat Irtokuutiometrin kuivamassa eli tiheys, kosteus, tehollinen lämpöarvo ja palakoko. Hakkeen käytöllä on ympäristöystävällisen vaikutuksen lisäksi työllistävä vaikutus, sillä aikaisemmin metsään jätetty jätepuu jalostetaan lämpökeskuksien polttoaineksi.

Haketta käytetään pääasiassa suuremmissa lämpölaitoksissa kuten voimaloissa ja maataloilla, mutta hakkeen käyttö on lisääntymässä myös pientaloissa. Pientalokäyttöä haittaavia tekijöitä ovat, pienten keskusten vaativuus hakkeen laadun suhteen. Hake tarvitsee myös 14 kertaa suuremman säilytystilan kuin öljy, sillä 1 m³ öljyä vastaa 14 m³ haketta. (Hakelämmitysopas 2001, 8–11.)

3.7.4 Pellettilämmitys

Pelletti on kokoon puristettua puusepän- ja sahanteollisuuden sivutuotteena tullutta puupuraa ja pölyä. Pelletti on ympäristöystävällinen lämmitysvaihtoehto, koska sillä on korkea energiasisältö 4,8 kWh/kg (Pellettienergia 2014).

Pelletit varastoidaan siiloon, josta ne kulkeutuvat siirtoruuvien välityksellä polttimelle. Erillistä pellettikattilaa ei välttämättä tarvitse, vaan poltin voidaan asentaa myös suurimpaan osaan puu- ja öljykattiloista. Pellettilämmitys on melko huoleton lämmitystapa, sillä termostaatti ohjaa syöttöruuvia, palamisilmapuhallinta ja poltinta automaattisesti, jolloin palamisreaktiossa vapautunut lämpö siirtyy lämmönvaihtimen kautta lämmönjakojärjestelmässä kiertävään veteen. (Motiva 2011a.)

Pellettilämmitys vaatii melko paljon tilaa, sillä lämmitysjärjestelmä tarvitsee pellettisiilon, josta pelletit siirtyvät ruuvien avulla polttimelle, sekä säilöntää varten erillisen siilon. Omakotitalon lämmitys vaatii 8 m³ säiliön, johon mahtuu vuoden tarve (Pientalon lämmitysjärjestelmät. 2011, 14–15.)

4 LÄMMÖNJAKO

4.1 Vesikeskuslämmitys

Vesikeskuslämmitys voidaan toteuttaa joko vesikiertoisilla lattialämmitysputkilla tai vesikiertoisilla pattereilla.

Vesikiertoinen lattialämmitys on yleistynyt pientaloissa, sillä noin 60 % rakentajista valitsee vesikiertoisen lattialämmityksen. Lattialämmitys lisää myös asumismukavuutta, koska lämmin lattiapinta on mukava jaloille. Lattialämmitysputkistossa kiertävä vesi on enintään 40-asteista, joten se on eniten käytetty maalämmön lämmönsiirtomenetelmä. Piilossa sijaitsevat putket eivät myöskään haittaa sisustamista. Lattialämmitys on patterilämmitystä hieman energiatehokkaampi tapa, koska laatta varaa putkista vapautuvaa lämpöä.

Patterilämmitys tuo asumismukavuutta nopean lämmönsäätymisen ansiosta. Se pystyy muuttamaan huonelämpötilaa nopeasti asetettuina aikoina. Oikein säädetyt patterit säästävät lämmityskuluissa jopa 15 %. (Hanakat 2014.)

4.2 Lämmönjaon valinta

Vanhan suoran sähkölämmityksen vuoksi myös lämmönjakojärjestelmä täytyy uusia. Saneerauskohteen ollessa kyseessä patterilämmitys valittiin kustannussyistä vertailtavien lämmitysjärjestelmien lämmönjakotavaksi. Lattialämmitys olisi vaatinut putkistojen, pumppujen ja tarvikkeiden lisäksi myös uuden pintavalun ja lattiapinnat. Lattialämmityksen teko kyseiseen kohteeseen olisi ollut yli 5400 euroa kalliimpi investointi.

Uudessa kohteessa lattialämmitys olisi pystynyt kilpailemaan patterilämmityksen kanssa, koska silloin lattiavalusta ja pintojen teosta ei olisi aiheutunut ylimääräisiä kustannuksia. Maalämmölle laskettiin myös lattialämmitykselle oma kustannusarvio, koska maalämpö toimii tehokkaammin lattialämmityksellä.

Vesikiertoisen patterilämmityksen investointilaskelmiin kuuluivat lämpöjohdot, radiaattorit, pesuhuoneen ja wc-tilojen lattialämmitys sekä niiden pintatyöt. Lämpöjohdot tarvikkeineen ja asennuksineen maksoivat 3801,40 euroa. Radiaattorit tarvikkeineen ja asennuksineen 2512,20 €. Wc:n ja pesuhuoneen lattialämmityksen pumput, putkistot ja säätöryhmät asennuksineen maksoivat 690 euroa. Lattialämmityksen alalle pintabetonointi 208 euroa ja vesieristys 260 euroa. Wc:n ja pesuhuoneen laatoitus maksoi 716,10 euroa. Kokonaishinnaksi muodostui 8187,70 € sisältäen alv:n (Taulukko 1).

Taulukko 1. Lämmönjaon kustannukset (radiaattori).

Vesikiertoiset patterit ja lattialämmitys	
Lämpöjohdot tarvikkeineen ja asennuksineen	3801,40€
Radiaattorit tarvikkeineen ja asennuksineen	2512,23€
Pesuhuoneen, komeron ja wc-tilojen lattialämmitys	
Lattialämmityksen pumput putkistot ja säätöryhmät	690 €
Pintabetoni	208 €
Vesieristys	260 €
Pesuhuone ja wc laatoitus	716,10€
yht.	8187,70€

Lattialämmityksen investointilaskelmat kattoivat lämmönjaon osat, pintabetonoinnin, vesieristyksen sekä uudet pinnat. Vanhojen pintojen purulle ei laskettu hintaa, koska sen pystyy suorittamaan omana työnä.

Lämmönjaon kustannukset olivat 5589,90 euroa, joka koostui lattialämmityksen pumpuista, putkista ja säätöryhmistä sekä asennuksista. Pintabetonointi lattialämmityksen alalle maksoi 2276,60 euroa. Pesuhuoneen vesieristys maksoi 206 euroa ja laatoitus 716,10 euroa. Eteisen, keittiön ja kodinhoituhuoneen laatoitus maksoi 1771 euroa. Muiden pintojen laminaatti asennuksineen maksoi 2814,50 euroa. Kokonaiskustannukset olivat 13644 euroa sisältäen alv:n (Taulukko 2).

Taulukko 2. Lämmönjaon kustannukset (lattialämmitys).

Vesikiertoinen lattialämmitys	Hinta
Vanhan pinnan purku omana työnä	0 €
Lattialämmityksen pumpput, putkistot ja säätöryhmät	5589,90€
Pintabetoni	2276,60€
Vesieristys 9.2m2	206 €
Pesuhuone ja wc laatoitus	716,10€
Vaatehuone+komero laatoitus 5.4m2	269,90€
Eteinen, keittiö, kodinhoitohuone laatoitus 27.7m2	1 771 €
Laminaatti	2814,50€
yht.	13 644 €

5 LÄMMITYSENERGIAN HINNANKEHITYS

5.1 Kevyt lämmitysöljy

Lämmitysöljyn hintaan suurin vaikuttava tekijä on pääraaka-aineen eli raakaöljyn hinta. Raakaöljyn hinnan muutokset voivat olla hyvin suuria johtuen öljyn epätasaisesta jakautumisesta maapallolla. Öljymaiden epävakaat olot niin poliittisesti kuin luonnon puolesta vaikuttavat eniten hinnan vaihteluun. Kysynnän vaihtelu sekä talousnäkymät vaikuttavat öljyn hintaan.

Suomalaisten öljyn hintaan vaikuttavat dollarin ja euron suhde, kuljetus-, jalostus- ja jakelukustannukset sekä varastointikustannukset. Vaikka hinnan muutokset tapahtuvat molempiin suuntiin fossiilisena polttoaineena öljyn hinta ollut kasvamaan päin.

Öljyalan keskusliiton kuluttajahintaseurannan mukaan tehty taulukko kertoo öljyn hinnan muutoksen kovasta noususta. Taulukko sisältää lämmitysöljylitran keskihinnan säiliöön toimitettuna (Öljyalan keskusliitto. 2014 b).

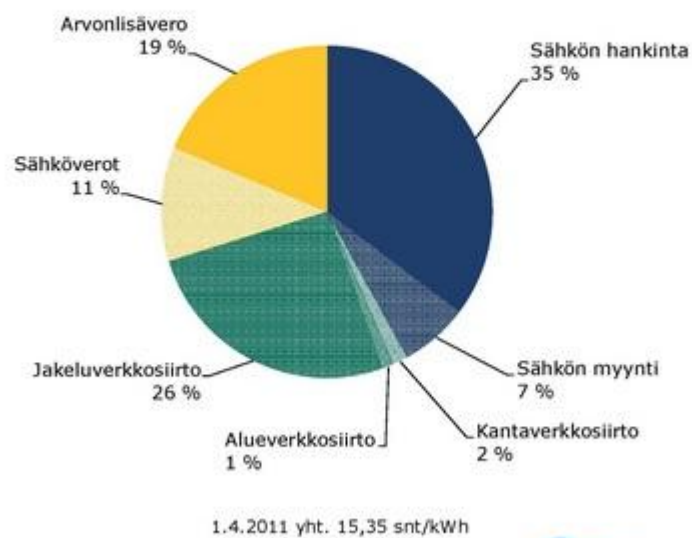
Taulukko 3. Öljyn hinnankehitys.

Öljyn hinta tammikuu 2000 - 2014	Verollinen hinta senttiä/l
2000	35,7
2001	40,2
2002	33,7
2003	40,3
2004	38,9
2005	47,7
2006	61,9
2007	54,5
2008	76,8
2009	57,4
2010	68,6
2011	104,8
2012	114,2
2013	112
2014	102

5.2 Sähkö

Sähkön hinta muodostuu suurimmaksi osaksi sähkön hankintakustannuksista, siirtomaksuista sekä veroista. Hankintakustannukset riippuvat sateista ja lumen määrästä, jotka vaikuttavat jokien virtaamaan (Kuluttajavirasto 2010). Siirtomaksut kattavat jakeluverkon rakentamis- ja kunnostamiskuluja. Veroilla valtio kattaa omia kulujaan.

Kotitalouskuluttajan sähkön hinnan muodostuminen



Kuvio 6. Sähkön hinnan muodostuminen. (Energiateollisuus, [Viitattu 22.3.2014].)

6 VERTAILTAVAT LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

6.1 Valinta

Vertailuun otettiin luonnollisestikin nykyinen lämmitysjärjestelmä, jonka päälämmitysjärjestelmänä toimii suora sähkölämmitys. Päälämmitystä tukevinä lämmitysjärjestelminä toimivat varaava takka ja myöhemmin hankittu ilmalämpöpumppu.

Toiseksi vertailtavaksi otettiin rajusti suositaan pientalorakentajien keskuudessa kasvattanut maalämpö. Valintaan vaikutti myös laitevalmistajien suuret lupaukset laitteiston ylivoimaisuudesta muihin energiamuotoihin verrattuna.

Kolmanneksi vaihtoehdoksi valittiin öljylämmitys, sillä se on ollut suosittu lämmitysmuoto pientalorakentajien keskuudessa, vaikka uusien talojen rakentajat harvoin enää valitsevat öljylämmitystä. Laitteistojen uusi tekniikka on kuitenkin parantanut öljylämmityksen energiatehokkuutta, joten se on varteenotettava vaihtoehto.

Neljäs vertailtava vaihtoehto on kaukolämpö, joka on nykyisen järjestelmän ja maalämmön ohella lähes huoltovapaa. Vaikka rakennus sijaitsee kaukolämpöverkon ulkopuolella, kaukolämpö haluttiin ottaa vertailuun, sillä se on kolmanneksi suosituin lämmitystapa pientalorakentajien keskuudessa.

Vertailusta jätettiin pois haketta ja pellettiä energiaksi käyttävät kattilat, sillä niiden varastointi vie paljon tilaa eikä erillistä rakennusta tai lisäsiipeä haluttu rakentaa. Hake- ja pellettilämmitteiset kattilat vaativat myös hieman enemmän huoltoa kuin valitut järjestelmät. Sähkökattilaa ei myöskään valittu vertailtavaksi, sillä sen energiatehokkuus on lähes sama kuin suoralla sähkölämmityksellä eikä lämmönjaon takia tulevien kustannusten vuoksi katsottu sitä järkeväksi vaihtoehdoksi saneerauskohteeseen.

6.2 Vertailun eteneminen

Kustannusten vertailu tapahtuu sähköyhtiön kulutuksen seurannan avulla, josta saatiin lämmitysenergian kulutus vähentämällä kokonaiskulutuksesta arvioitu sähkölaitteiden kulutus.

Kulutettua energiaa käytettiin vertailtaessa järjestelmien investointi ja energiakustannuksia 25 vuoden ajalle. Investointikustannukset laskettiin Talonrakennuksen kustannustieto 2013 -teoksen avulla, jolla laskettiin myös lämmönjaon hinta. Sähköjärjestelmän uusimisen arvioinnissa käytettiin Talonrakennuksen kustannustieto 2013 -kirjaa ja Taloon.com -verkkokauppaa.

7 LASKENNAN KULKU

7.1 Todellinen kulutus

Vertailu alkoi todellisen kulutuksen laskennalla, jossa käytettiin sähköyhtiön kulutuksen seurannan 2009–2013 kulutuksen keskiarvoa 16768 kWh, josta vähennettiin arvioitu muun sähkön kulutus 6300 kWh. Lämmitykseen ja lämpimään käyttöveteen käytetyn sähkön määräksi saatiin 10468 kWh.

Laskuissa saadaan selville vain lämmitykseen käytetyn sähköenergian määrä, joka on puun polton vuoksi vähemmän, mitä rakennuksen todellinen tarve on. Puusta saatavaa energiaa ei oteta laskuissa huomioon, koska puuta poltetaan myös muiden järjestelmien rinnalla.

7.2 Investointi

7.2.1 Maalämpö

Maalämmön investointikustannukset laskettiin 200 metriä syväälle lämpökaivolle, sekä 10 kW:n tehoiselle lämpöpumpulle. Hinnat sisältävät asennukset ja kaikki tarvittavat osat.

Maalämmölle laskettiin kaksi eri investointikustannusta, koska suositellumpi lämmönjakojärjestelmä on lattialämmitys, mutta saneerauskohteessa sillä on suuremmat rakennuskustannukset, sen vuoksi laskettiin myös patterilämmitteisen maalämmön kustannukset.

Lattialämmitteisen maalämmön investointikustannukset ovat 29688,70 euroa (Taulukko 4) ja patterilämmitteisen 24622,20 euroa (Taulukko 5).

Taulukko 4. Maalämmön investointi 1.

Maalämpö investointi	
Lämpökaivo	6870,40€
Lämpöpumppu asennuksineen	9294,20€
Lattialämmitys	13524,10€
yht.	29688,7€

Taulukko 5. Maalämmön investointi 2.

Maalämpö investointi	
Lämpökaivo	6870,40€
Lämpöpumppu asennuksineen	9294,20€
Patterilämmitys	8457,60€
yht.	24622,2€

7.2.2 Öljylämmitys

Öljylämmityksen kustannukset sisältävät lämpökeskuksen, 1.5 m³ öljysäiliön ja vesikiertoisien patterilämmityksen. Lämpökeskuksen hinta on 4304,30 euroa joka sisältää lämpökeskuslaitteet varusteineen, savupiippuineen sekä asennuksineen.

Öljysäiliön kustannukset on laskettu 1.5 m³ kokoiselle muovisäiliölle varusteineen. Lämmönjako toteutetaan vesikiertoisella patterilämmityksellä, jonka hinta asennuksineen on 8457,50 euroa sisältäen alv:n.

Taulukko 6. Öljylämmityksen investointi.

Öljylämmitys investointi	
Lämpökeskus asennuksineen	4304,30€
Öljysäiliö 1.5m ³ sis. varusteet	1227,60€
Lämmönjako	8457,60€
yht.	13989,5€

7.2.3 Suora sähkölämmitys

Suoralle sähkölämmitykselle laskettiin myös kustannukset, koska vanhat ovat 24 vuotta vanhoja. Radiaattorien suunniteltu käyttöikä on 20–25 vuotta. Sähkölämmityksen uusimiskustannukset ovat 3014,0 euroa sisältäen alv:n. Uusimiskustannuksiin ei kuulu lattialämmitystä, sillä sen suunniteltu käyttöikä on 50 vuotta.

Taulukko 7. Suoran sähkölämmityksen investointi.

Suora sähkölämmitys investointi	
Patterit ja termostaatit	1803,70€
Asennus	1210,25€
yht.	3014,0€

7.2.4 Kaukolämpö

Kaukolämmön investointi on hinnaltaan öljylämmityksen tasoa ilman ylimääräistä lämpökanavaa, joka maksaa 120 €/metri talon ulkopuolella ja 50 €/metri talon sisäpuolella.

Investointikustannukset koostuvat lämmönjaosta, liittymismaksusta ja alakeskuksesta. Liittymismaksu sisältää kaiken alajakokeskukseen asti, hinta töineen 2556,5 euroa. Alakeskus osineen ja asennuksineen maksoi 2917,0 euroa. Lämmönjako vesikiertoisilla radiaattoreilla asennuksineen maksoi 8457,60 euroa. Kokonaiskustannuksiksi saatiin 13931,10 euroa sisältäen alv:n.

Taulukko 8. Kaukolämmön investointi.

Kaukolämpö investointi	
Alakeskus	2917.0€
Liittymismaksu	2556.5€
Lämmönjako	8457.6€
yht.	13931.1€

7.3 Investointi ja 25 vuoden kannattavuus nykyisillä energian hinnoilla

Investointikuluja tärkeämpää on tarkastella järjestelmän vaihdon ansiosta tulleita säästöjä, joilla maksetaan investointi takaisin. Tarkasteluajaksi valittiin 25 vuotta, koska sen ajan jälkeen lämmitysjärjestelmät vaativat kustannuksiltaan suurempia korjauksia.

Laskelmissa käytetty lämmitykseen käytettävän sähköenergian keskiarvoa käytetään 25 vuoden aikajakson vuosittaisena kulutuksena. Laskelmassa oletetaan sähköenergian hinnan pysyvän vakiona 0,13 €/kWh sekä öljyn hintana 1,038 €/L. Öljyn hinta muutettiin €/kWh:ksi ja öljylitran energiamääränä käytettiin 10,02 kWh/L ja kattilan hyötysuhteena käytettiin 90 %:a. Öljylämmityksen hinnaksi saatiin 0,1151 €/kWh.

$$(1,038\text{€/L}) / (10.02\text{kWh/L} \times 0.9) = 0,1151\text{€/kWh}$$

Taulukossa 9 olevat tulokset ovat kertainvestointeja, joihin on lisätty 25 vuoden arvioitu ostoenergian kulutus.

Taulukko 9. Investointi ja 25 v. kulutus.

Maalämpö investointi ja kulutus 25v lattialämmityksellä	
Lämpökaivo	6870.40€
Lämpöpumppu asennuksineen	9294.20€
Lämmönjako	13524.10€
Energian kulutus 25v 13c/kWh	11340.30€
yht.	41 029 €
Maalämpö investointi ja kulutus 25v patterilämmityksellä	
Lämpökaivo	6870.40€
Lämpöpumppu asennuksineen	9294.20€
Lämmönjako	8457.60€
Energian kulutus 25v 13c/kWh	11340.30€
yht.	35962.5€
Öljylämmitys investointi ja kulutus 25v.	
Lämpökeskus asennuksineen	4304.30€
Öljysäiliö 1.5m3 sis. varusteet	1227.60€
Öljyn kulutus €/kWh	30121.70€
Lämmönjako	8457.60€
yht.	44111.20€
Suora sähkölämmitys investointi ja kulutus 25v.	
Patterit ja termostaatit	1803.70€
Asennus	1210.25€
Energian kulutus	34 021 €
yht.	37 035 €
Kaukolämpö investointi ja 25 vuoden kulutus	
Alakeskus	2917.0€
Liittymismaksu	2556.5€
Perusmaksu €/vuosi	11757,5€
Energiamaksu 54.40€/MWh+ALV	17653.25€
Lämmönjako	8457.6€
yht.	43341.85€

7.4 Investointi ja kannattavuus 25 vuoden ajalle 5 % vuosittaisella hinnan nousulla

Energian hinnat ovat nousseet joka vuosi johtuen verotuksesta ja maailmanmarkkinatilanteesta. Öljy, sähkö ja kaukolämpö ovat nousseet vuodesta riippuen keskimääräisesti noin 5 % vuodessa, siksi laskelmissa täytyy ottaa huomioon arvioitu energian hinnan nousu.

Taulukko 10. Investointi ja 25 vuoden kulutus 5 %:n korotuksella.

Maalämpö investointi ja kulutus 25v lattialämmityksellä sähkön arvioitu hinnannousu 5% vuodessa	
Lämpökaivo	6 870,40 €
Lämpöpumppu asennuksineen	9 294,20 €
Lämmönjako	13 524,10 €
Energian kulutus 25v hinnan ka 28,51c/kWh	27 633,30 €
yht.	57 322 €
Maalämpö investointi ja kulutus 25v patterilämmitys sähkön arvioitu hinnannousu 5% vuodessa	
Lämpökaivo	6 870,40 €
Lämpöpumppu asennuksineen	9 294,20 €
Lämmönjako	8 457,60 €
Energian kulutus 25v hinnan ka 28,51c/kWh	27 633,30 €
yht.	52 255,50 €
Öljylämmitys investointi ja kulutus 25v. öljyn hinnan arvioitu nousu 5% vuodessa	
Lämpökeskus asennuksineen	4 304,30 €
Öljysäiliö 1.5m3 sis. Varusteet	1 227,60 €
Öljyn kulutus 0,2045€/kWh	53 517,65 €
Lämmönjako	8 457,60 €
yht.	67 507,15 €
Suora sähkölämmitys investointi ja kulutus 25v. sähkön arvioitu hinnannousu 5% vuodessa	
Patterit ja termostaatit	1 803,70 €
Asennus	1 210,25 €
Energian kulutus 25v hinnan ka 28,51c/kWh	74 610,70 €
yht.	77 624,70 €
Kaukolämpö investointi ja 25 vuoden kulutus energian hinnan arvioitu 5% vuodessa	
Alakeskus	2 917,00 €
Liittymismaksu	2 556,50 €
Perusmaksu	11757,5 €
Energiamaksu 25v. Ka 119,30€/MWh+ALV	38 713,80 €
Lämmönjako	8 457,60 €
yht.	64402,4 €

7.5 Todelliset kustannukset

Pelkät investointikustannukset eivät kerro koko totuutta, sillä harvalla on sijoittaa kymmeniä tuhansia lämmitysjärjestelmään ilman rahoitusta. Niinpä mainokset ovat osittain harhaan johtavia, koska yritysten mainokset hinnoista eivät huomioi lainaan lainan vaatimia korkoja.

Seuraavassa taulukossa on huomioitu korkojen vaikutukset taulukkoon X. Korot on laskettu annuiteettimenetelmällä, jossa laina maksetaan tasaeräperiaatteella, eli lyhennys sekä korko maksetaan yhdessä samansuuruisena koko laina-ajan (Optimi 2005, 86–87).

$$A = \frac{\frac{i}{m} * r^{m*n}}{r^{m*n} - 1} * N, \text{ jossa}$$

N = lainan määrä

A = tasaerä eli annuiteetti

i = vuotuinen korkokanta desimaalimuodossa

n = laina-aika vuosina

m = maksukertoja vuodessa (12kk)

Taulukko 11. Investointi ja 25 vuoden kulutus 5 %:n hinnannousulla ja 6 %:n korolla.

Maalämpö investointi ja kulutus 25v lattialämmityksellä sähkön arvioitu hinnannousu 5% vuodessa	
Investointi sis. 6% koron	39552,65 €
Energian kulutus 25v hinnan ka 28,51c/kWh	27 633,30 €
yht.	67185,95€
Maalämpö investointi ja kulutus 25v patterilämmitys sähkön arvioitu hinnannousu 5% vuodessa	
Investointi sis. 6% koron	31062,8€
Energian kulutus 25v hinnan ka 28,51c/kWh	27 633,30 €
yht.	58696,1€
Öljylämmitys investointi ja kulutus 25v. öljyn hinnan arvioitu nousu 5% vuodessa	
Investointi sis. 6% koron	16227,4 €
Öljyn kulutus 0,2045€/kWh	53 517,65 €
yht.	69745 €
Suora sähkölämmitys investointi ja kulutus 25v. sähkön arvioitu hinnannousu 5% vuodessa	
Investointi sis. 6% koron	3159,2 €
Energian kulutus 25v hinnan ka 28,51c/kWh	74 610,70 €
yht.	77769,9 €
Kaukolämpö investointi ja 25 vuoden kulutus energian hinnan arvioitu 5% vuodessa	
Investointi sis. 6% koron	16159,6 €
Perusmaksu x 25v.	11757,5 €
Energiamaksu 25v. Ka 119,30€/MWh+ALV	38 713,80 €
yht.	66630,9 €

Taulukko 12. Investointi ja 25 vuoden kulutus 6 %:n korolla.

Maalämpö investointi ja kulutus 25v lattialämmityksellä nykyiset energian hinnat	
Investointi sis. 6% koron	39552,65 €
Energian kulutus 25v 13c/kWh	11340,3 €
yht.	50892,95€
Maalämpö investointi ja kulutus 25v patterilämmitys nykyiset energian hinnat	
Investointi sis. 6% koron	31062,8€
Energian kulutus 25v 13c/kWh	11340,3 €
yht.	42403,1 €
Öljylämmitys investointi ja kulutus 25v. nykyiset energian hinnat	
Investointi sis. 6% koron	16227,4 €
Öljyn kulutus €/kWh	30121,70 €
yht.	46349,1 €
Suora sähkölämmitys investointi ja kulutus 25v. nykyiset energian hinnat	
Investointi sis. 6% koron	3159,2 €
Energian kulutus 25v 13c/kWh	34021 €
yht.	37180,2 €
Kaukolämpö investointi ja 25 vuoden kulutus nykyiset energian hinnat	
Investointi sis. 6% koron	16159,6 €
Perusmaksu x 25v.	11757,5 €
Energiamaksu 25v. Ka 54,40€/MWh+ALV	17653,25 €
yht.	45570,35 €

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Taulukoista nähdään jotta suuria investointeja vaativat järjestelmät menettävät hyötyään lainan koron huomioimisen jälkeen. Nykyisellä sähköhinnalla ei kannata investoida saneerauskohteessa vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Halvin vertailtavista uusista järjestelmistä oli maalämpö vesikiertoisilla radiaattoreilla, se tulee yli 5000 euroa kalliimmaksi ratkaisuksi 25 vuoden kokonaiskustannuksilla kuin suoran sähkölämmityksen uusiminen.

Jos pitkään jatkunut sähkön ja öljyn hinnannousu jatkuu odotetulla tavalla tai jopa rajummin, maalämpö on huomattavasti kannattavampi vaihtoehto kuin suora sähkölämmitys. Ennusteen mukaisen hinnan nousun mukaan maalämmön investointi tuottaa vanhaan järjestelmään verrattuna 762,95 euron hyödyn vuodessa.

Kaukolämpö ja öljylämmitys kilpailivat nykyisillä energian hinnoilla keskenään, mutta öljyn hinnan nousun arvion myötä kaukolämpö olisi noin 3000 euroa halvempi 25 vuoden aikana. Kumpikaan vaihtoehtoista ei kuitenkaan pärjännyt kustannuksissa vanhan järjestelmän säilyttämiselle.

LÄHTEET

- Alakangas, E., Airaksinen, L., Alanen, V-M., Kainulainen, S., Puhakka, A., Siponen, T. & Soini, R. 2001. Hakelämmitysopas. Helsinki, Joensuu: Motiva
- Energiakorjaus. 2013. Sähkölämmitys. [Verkkajulkaisu]. Oulu rakennusvalvonta. [Viitattu 13.3.2014]. Saatavana: http://www.energiakorjaus.info/pages/kortit/Pientalo_14_Sahkolammitys_2013_02_01.pdf
- Energiateollisuus. Ei päiväystä. Kaukolämmitys. [Verkkajulkaisu]. Energiateollisuus. [Viitattu 14.3.2014]. Saatavana: <http://energia.fi/koti-ja-lammitys/kaukolammitys>
- Energiateollisuus. Ei päiväystä. Mistä sähkön hinta muodostuu. [Verkkajulkaisu]. Energiateollisuus. [Viitattu 22.3.2014]. Saatavana: <http://energia.fi/sahkomarkkinat/sahkon-hinta-ja-sopimukset/mista-sahkon-hinta-muodostuu>
- Haahtela, Y & Kiiras, J. 2013. Talonrakennuksen kustannustieto. Haahtela-Kehitys Oy. Helsinki: Haahtela-kehitys Oy
- Hanakat. Ei päiväystä. Lämmönjako – patteri- ja lattialämmitys. [Verkkajulkaisu]. Hanakat. [Viitattu 3.4.2014]. Saatavana: <http://www.hanakat.fi/tuotteet/lammitys/lammönjako-patteri-ja-lattialammitys>
- Karjalainen, K., 2005. Optimi: Matematiikkaa talouselämän ammattilaisille. 5. uud. p. Helsinki: Otava
- Kuluttajavirasto. 2010. Teemana sähkö. [Verkkajulkaisu]. Kuluttajavirasto. [Viitattu 13.3.2014]. Saatavana: <http://www.kuluttajavirasto.fi/Page/d41daa01-5937-4191-9d34-a92792a9ffaa.aspx>
- LVI 11-10394. 2005. Kevytöljylämmitys. Ohjekortti. Rakennustieto
- LVI 10-40066. 2055 Tulisijan, lämmitysjärjestelmän ja ilmanvaihtojärjestelmän yhteiskäyttö tiedonjyväkortti. Rakennustieto.
- Motiva Oy. 2011 a. Pellettilämmitys. [Verkkajulkaisu]. Motiva Oy. [Viitattu 20.3.2014]. Saatavana: http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysm_uodot/pellettilammitys

Motiva Oy. 2011 b. Kotitalouksien sähkönkäyttö. [Verkkajulkaisu]. Motiva Oy. [viitattu 26.3.2013]. Saatavana: http://www.motiva.fi/files/8300/Kotitalouksien_sahkonkaytto_2011_Tutkimusraportti.pdf

Motiva Oy. 2009. Huonekohtaisten vesimittareiden käyttö ja vaikutukset rakennusten energiankulutukseen. [Verkkajulkaisu]. Motiva Oy. [Viitattu 30.3.2013]. Saatavana: http://www.motiva.fi/files/5725/Tyoryhmamuistio_Huoneistokohtaisten_vesimittareiden_kaytto_ja_vaikutukset_rakennusten_energiankulutukseen.pdf

Oy Callidus Ab. Ei päiväystä. Tehokas maalämpöpumppu säästää puhtaasti. [Verkkajulkaisu]. Oy Callidus Ab. [Viitattu 30.3.2014]. Saatavana: <http://callidus.fi/fi/lammitys/tuotteet/lampopumput/alpha-innotec-swc>

Pientalon lämmitysjärjestelmät. 2011. Motiva Oy

Sähköala. Ei päiväystä. Sähkölämmitys pientalossa. [Verkkajulkaisu]. Sähköala. [Viitattu 13.3.2014]. Saatavana: http://www.sahkoala.fi/koti/sahkolammitys/fi_FI/etusivu/

Tulisijat. Ei päiväystä. Puulämmitys. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 11.3.2014]. Saatavana: <http://www.tulisijat.tv/tietoa/sivuti.htm#merkitys>

Öljyalan keskusliitto. 2014 a. Kuluttajahintaseuranta vuodesta 2000 alkaen. [Verkkajulkaisu]. Öljyalan keskusliitto. [Viitattu 25.3.2014]. Saatavana: <http://www.oil.fi/fi/tilastot-1-hinnat-ja-verot/11-oljytuotteiden-kuluttajahintaseuranta>

Öljyalan keskusliitto. 2014 b. Öljylämmitys Suomessa. [Verkkajulkaisu]. Öljyalan keskusliitto. [Viitattu 25.3.2014]. Saatavana: <http://www.oil.fi/fi/lammitys/oljylammitys-suomessa>

LIITTEET

LIITE 1. Pohjapiirustus ja leikkauskuva

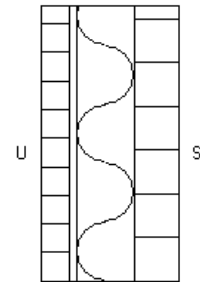
LIITE 2. U-arvot

Liite 2. U-arvot

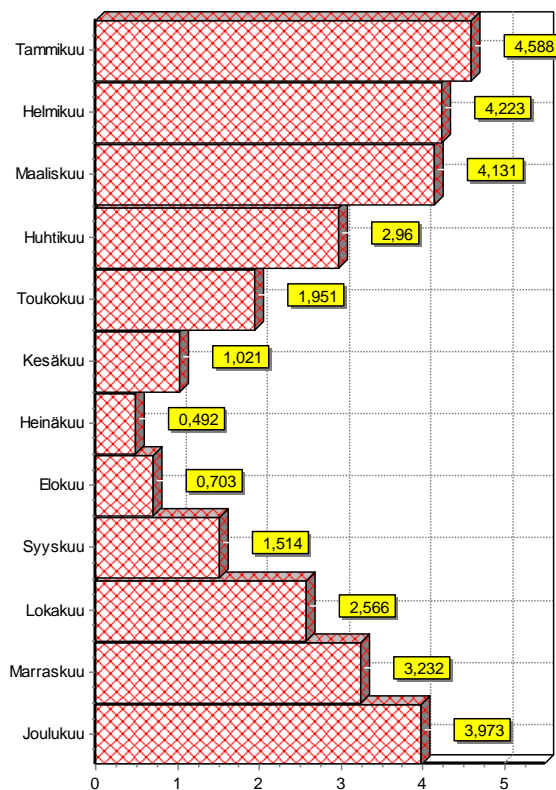
Rakennuskohde:	Sisältö:	
Suunnittelija:	Päiväys: 22.3.2014	Tunnus:

Rakenteen kerrostiedot: Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:
Kalkkiehkekatili	85.00
Tuulettuva ilmarako	20.00
Mineraalivilla	175.00
Kalkkiehkekatili	130.00



Lämpöväiö: (Yhteensä 31.353 kWh)



Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.236 W/m ² K
Paksuus:	410.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	392.25 kg
Hinta:	0.00 euro

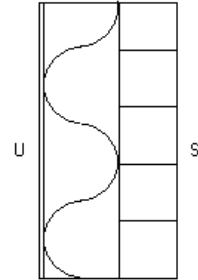
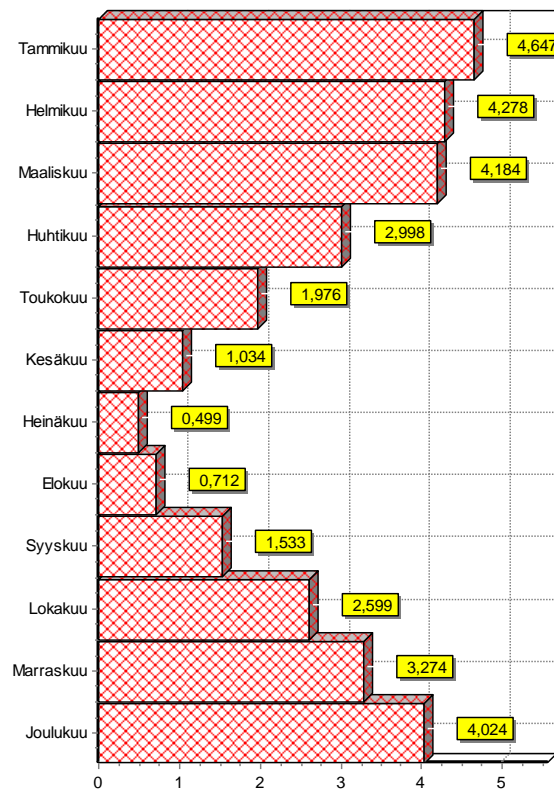
Vesihöyryn vastus:	4444.446 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000225 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	4.233 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.070 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000

Lisätiedot:

Rakennuskohde:	Sisältö:	
Suunnittelija:	Päiväys: 22.3.2014	Tunnus:

Rakenteen kerrostiedot: Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:
Kipsilevy	9.00
Mineraalivilla	175.00
Kalkkihiekkatiili	130.00


Lämpöhäviö: (Yhteensä 31.758 kWh)

Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.239 W/m ² K
Paksuus:	314.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	250.05 kg
Hinta:	0.00 euro

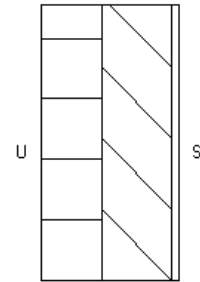
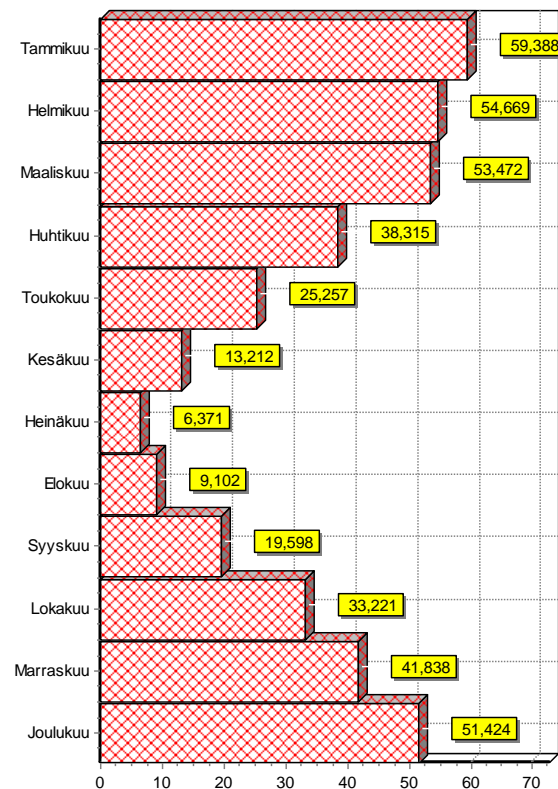
Vesihöyryn vastus:	3425.926 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000292 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	4.179 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.070 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000

Lisätiedot:

Rakennuskohde:	Sisältö:	
Suunnittelija:	Päiväys: 22.3.2014	Tunnus:

Rakenteen kerrostiedot: Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:
Kalkkiehiekkatiili	85.00
Puu (mänty)	100.00
Kipsilevy	9.00


Lämpöhäviö: (Yhteensä 405.868 kWh)

Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	3.058 W/m ² K
Paksuus:	194.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	211.80 kg
Hinta:	0.00 euro

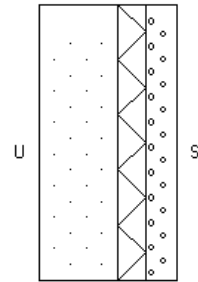
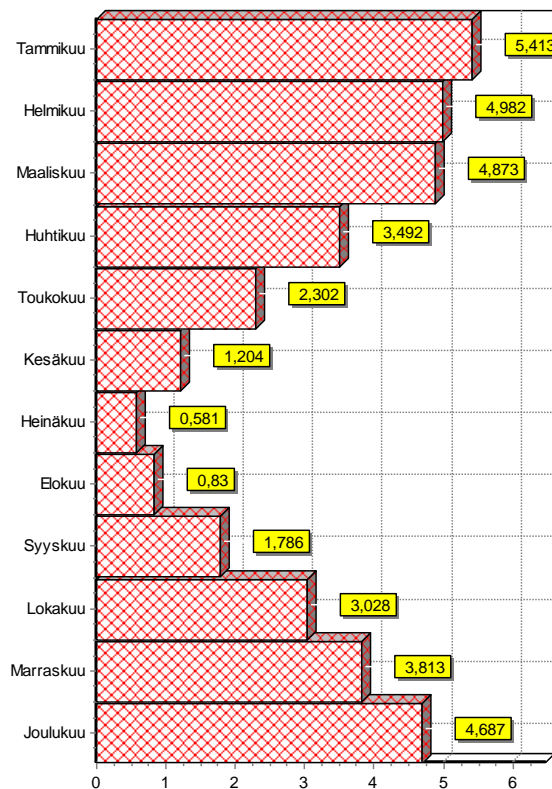
Vesihöyryn vastus:	2129.630 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000470 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	0.327 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.070 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000

Lisätiedot:

Rakennuskohde:	Sisältö:	
Suunnittelija:	Päiväys: 11.4.2014	Tunnus:

Rakenteen kerrostiedot: Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:
Keytsora	200.00
Muovikalvo 0.20 mm	0.20
Polystyreeni	70.00
Betoni	80.00


Lämpöhäviö: (Yhteensä 36.990 kWh)

Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.279 W/m ² K
Paksuus:	350.200 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	258.98 kg
Hinta:	0.00 euro

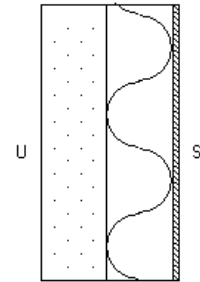
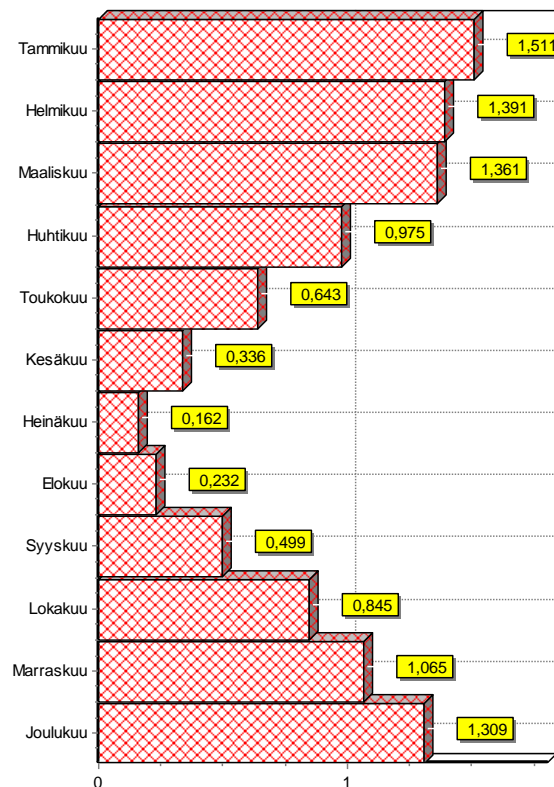
Vesihöyryn vastus:	135231.995 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000007 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	3.588 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.170 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000

Lisätiedot:

Rakennuskohde:	Sisältö:	
Suunnittelija:	Päiväys: 11.4.2014	Tunnus:

Rakenteen kerrostiedot: Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:
Puukuitueriste	300.00
Mineraalivilla	300.00
Tervapaperi	1.00
Puu (mänty)	25.00


Lämpöhäviö: (Yhteensä 10.330 kWh)

Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.078 W/m ² K
Paksuus:	626.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	31.50 kg
Hinta:	0.00 euro

Vesihöyryn vastus:	4955.357 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000202 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	12.847 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.100 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000

Lisätiedot: