

Vesa Roivainen

PIENTALON
LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN
VERTAILU

Opinnäytetyö
Sähkötekniikka


Tammikuu 2012




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkelin University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 15.1.2012				
Tekijä(t) Vesa Roivainen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikan koulutusohjelma Sähköinsinööri AMK				
Nimeke Pientalon lämmitysjärjestelmien vertailu					
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli vertailla minkälaisia kustannuseroja maalämpöpumpulla ja suoräsähköllä lämmittämässä on. Lähestyin aihetta asiakaslähtöisesti käymällä läpi molempien tapojen eri rakentamisvaiheita, lämmityskustannuksia sekä investointeja ja niiden kannattavuutta.</p> <p>Aihe on ajankohtainen, sillä kasvavat energiahinnan kustannukset aiheuttavat ihmisille haasteita valitessaan oikeata lämmitysjärjestelmää. Tarkoitukseni on antaa todellinen vertailu sähkölämmitys näkökulmasta koskien tätä kyseistä kohdetta, jonka sähkötoista vastasin.</p> <p>Minulla on vuosien kokemus sähköalalta ja olen ollut monenlaisissa kohteissa sähköasennustyössä, siksi osallistuessani koko rakennusprojektiin alusta alkaen pystyin kertomaan eri työvaiheiden eroista ja kustannuksista todellisina. Lisäksi minulla oli käytössäni todelliset sähkönkulutuslukemat ja vedenkulutuslukemat vuoden ajalta, joita voitiin vertailla vastaaviin laskennallisiin sähkölämmityslaskelmiin.</p> <p>LVI-urakkalaskelma on saatu urakoitsijalta ja sähkölämmityksen osalta laskelma on todellinen tarvikkeiden osalta ja työtuntikulut on laskettu vastaavien kohteiden työtuntien perusteella. Purkutyöt eivät kuuluneet LVI-urakkaan ja sähkötyökustannuksiin, koska rakennuttaja teki ne itse valvonnan alla.</p> <p>Kokonaisvertailulaskelman perusteella voitiin päätellä, että maalämpöjärjestelmän investointi oli kannattava pitkällä aika välillä. Kuitenkin varaavien tulisijojen käyttö olisi paljon merkittävämpi käytettäessä sähkölämmitystä. Maalämpöpumpulla on ajoittain ongelmia lämpimän käyttöveden riittävydessä esimerkkitalon perheen käytössä, vastaavasti sähkölämmitteisessä varaajassa, sitä ongelmaa ei ole. Nykyinen tekniikka mahdollistaa lämminvesivaraajan veden lämmittämisen auringon avulla yli kahdeksan kuukauden ajan, joten kuluero lämpimän käyttöveden suhteen jäisi pieneksi.</p>					
Asiasanat (avainsanat) maalämpöpumppu, sähkölämmitys, lattialämmitys					
Sivumäärä 26	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Kieli</td> <td style="width: 33%;">URN</td> </tr> <tr> <td>Suomi</td> <td></td> </tr> </table>	Kieli	URN	Suomi	
Kieli	URN				
Suomi					
Ohjaavan opettajan nimi Hannu Honkanen	Opinnäytetyön toimeksiantaja Jarmo Kaartinen				

DESCRIPTION

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences		Date of the bachelor's thesis 15.01.2012	
Author(s) Vesa Roivainen		Degree programme and option Electrical Engineering BSc degree	
Name of the bachelor's thesis Single-family house heating systems comparison			
Abstract <p>The objective was to compare the work of the theses of the kind of cost differences, geothermal pump and direct electric heating was. I approach on the topic of customer-oriented, visit the various construction phases, through both the heating costs and profitability of their investments. One of the objectives was to compare the use of heat to stay profitable investment should also be.</p> <p>The topic is timely, because of the increase in energy costs pose challenges in selecting the correct price of the heating system. My function is the actual reference for this is that from the perspective of the electric heating with electric jobs I replied.</p> <p>I have years of experience in the electricity sector and I have been all kinds of items on the work of the electrical installation for the whole of the construction project, which is why take a part I could tell you the differences between the different stages of work since the beginning, and the costs would be true. In addition, I had the actual consumption of electricity and water, I value the consumption readings of years that could compare with.</p> <p>HVAC contractors and electricity tens of calculation is derived from the heating calculation is a real and working hours costs have been calculated on the basis of the corresponding item on the basis of hours worked. Demolition materials did not belong to the HVAC and electrical installation costs because the developer took it under supervision.</p> <p>The total comparison calculation shows that the geothermal heating system investment was viable in the long term. However, the instructions for the use of the electricity consumption of the fireplaces should be much more significant when using electric heating. In addition, the geothermal pump can't make enough hot water in the use of five person family. Electrical water heating doesn't that kind of problem. Current technology allows for the use of the sun warming up the water in the boiler so the difference of the cost is very small in relation to the hot water.</p>			
Subject headings, (keywords) geothermal pump, electric heating, floor heating			
Pages 26		Language finish	
		URN	
Tutor Hannu Honkanen		Bachelor's thesis assigned by Jarmo Kaartinen	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	PIENTALON LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ.....	2
3	SÄHKÖLÄMMITYS.....	3
3.1	Lattialämmitys sähkökaapelilla	4
3.1.1	Lämmityskaapeli puurakennelattiassa	6
3.1.2	Lämmityskaapeli betonirakennelattiassa	6
3.2	Lattialämmityksen säätö ja ohjaus	7
3.3	Lattiapinnoitteen merkitys	8
4	VESIKIERTOINEN LATTIALÄMMITYS	9
4.1	Toteutus kohteessa	10
4.2	Huomioita kohteen eri tilojen lämmittämisessä.....	10
5	LVI-URAKKALASKELMA.....	13
5.1	Maalämpöpumpun kulutus	14
6	SÄHKÖURAKKALASKELMA	14
6.1	Lämpimän käyttöveden lämmitys osittain aurinkoenergialla.....	15
6.2	Sähkölämmityksen rakennustekniset muutokset	17
6.2.1	Sähkö- ja LVI-urakan alkuinvestointi erot.....	18
6.3	Sähkölämmityksen laskennallinen kulutus.....	18
7	ELINKAARISUUNNITTELU JA -KUSTANNUKSET.....	20
7.1	Elinkaarisuunnittelu	20
7.2	Elinkaarikustannukset	22
7.3	Elinkaaritarkastelut	23
8	KOTITALOUSVÄHENNYS	24
8.1	Valtion energia-avustukset	24
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	25
	LÄHTEET	27

1 JOHDANTO

Päättötyöni aihe on -50 luvulla rakennettu talo, joka saneerattiin 2009-10. Toteutin itse suunnittelemani sähkötyön opiskelujeni yhteydessä. Saneerauskohde on iso (270m²) kolmessa tasossa oleva omakotitalo. Talossa ollut öljylämmityskeskus purettiin putkistoineen ja tilalle tuli uusi maalämpöpumppu vesikiertoisella lattialämmityksellä. Talon kaikkien ulkoseinien lisäeristys muuttui siten, että ulkoseinään asennettiin 25mm runkoleijona-tuulensuojalevy ja sisäseinään lisälämpöeristeeksi 50mm mineraalivillalevy, väliin jäi 100mm purueriste. Lisäksi kaikki talon pintamateriaalit nykyaikaistettiin ja jonkin verran kantavia rakenteita muuttui uusien tilaratkaisuiden myötä. Kaikki sähköt uusittiin siten, ettei mitään vanhaa käytetty hyväksi kun ainoastaan rakennustyön aikaisessa sähköistyksessä.

Tehdessäni sähkötöitä, keskustelin talon omistajan kanssa ja yllätyksekseni huomasin, ettei mikään muu lämmitysjärjestelmä ollut tullut edes esille, kun päätös maalämmöstä oli tehty. Esitin, että voisin tehdä laskelman vertailun vuoksi mitä olisi maksanut sama työ suoralla ja osittain varaavalla sähkölämmityksellä toteutettuna.

Lämmitys on suurin energian kuluttaja rakennuksissa näillä leveysasteilla, koska rakennuksia täytyy lämmittää suurimman osan vuodesta. Lämmitystavasta riippumatta nykytekniikka mahdollistaa hyvän ja tasaisen lämmön, riippumatta ulkoilman lämpötilasta.

Asukkaan onkin tärkeää ymmärtää mistä maksaa ja mitä etua on siitä, että on rakennusvaiheessa investoinut oikeaan lämmitysjärjestelmään. On huomioitava, etten ole laskenut sähkökustannuksiin valaistuksen osuutta, koska se olisi sama kaikilla lämmitysmuodoilla. Lämmityslaitteiden hankinta ja asennus olikin iso investointi tässä kyseisessä kohteessa. Lisäksi porauskustannukset osana urakkaa ovat iso kustannuserä kokonaiskustannuksissa. Maalämpöpumpun osalta käyttö- ja huoltokustannukset eivät huoleta ensimmäisten 10-15 vuoden aikana, mutta tämän jälkeinen ajanjakso onkin hämärän peitossa, yllättäviä kuluja voi tulla. Tärkeää mielestäni olisi kuitenkin että todelliset kustannukset olisivat selvillä jo ennen kuin hankintapäätös tehtäisiin.

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli opetella itse tuntemaan maalämpöjärjestelmää ja sähkölämmitysjärjestelmää, sekä tuoda esille taloudellinen näkökulma näiden järjestelmien välille. Minulle itselleni oli tärkeää oppia tietämään tämä vertailu yhdistäen teoria ja käytäntö. Uskon että monet lämmitysjärjestelmän vaihtoa ajattelevat haluavat myös saada selvyuden investointiensa kannattavuudesta.

2 PIENTALON LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ

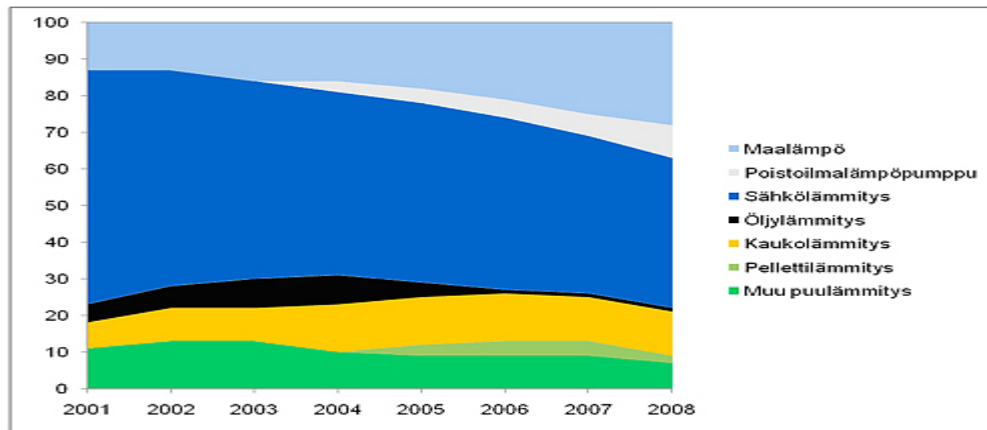
Pientalon lämmittämisessä on monia eri mahdollisuuksia, mutta lähtötilanteessa kaikkien järjestelmien toiminta jaetaan: lämpöä kehittäviin laitteisiin (lämpöpumput, -kattilat), lämmön varastointiin (varaajiin tai betonilattioihin) ja lämmönjakojärjestelmään (huonekohtainen sähkölämmitys tai vesikiertoinen lattialämmitys) ja säätö- ja ohjauslaitteet (termostaatit ja automaatiolaitteet)./1

Sähkölämmityksen osalta tässä kohteessa eri osakokonaisuudet yhdistyisivät koska huoneen lämmityslaitteet toimisivat sekä lämmönjakolaitteena, -kehityslaitteena ja alakerroksessa myös osittain varaavana. Sähkön tuotannon osalta sähköyhtiö vastaa tässä kohteessa siitä millä tavalla sähkö tuotetaan, koska aurinko- ja tuulivoimaa ei hyödynnetä (aurinkolämpöä hyödynnettäisiin vain sähkölämmitysvaihtoehdossa käyttöveden osalta).

Maalämpöjärjestelmänä, maalämpöpumppu toimii lämmön kehittäjänä ottaen porakaivosta 185m syvyydestä kalliosta varastoitunutta auringon lämpöä ja siirtää sitä tekniikkansa avulla lattiarakenteessa olevaan lämmitysputkistoon ja käyttövesiputkiston avulla lämpimäksi käyttövedeksi. Lämminvesiputkisto lämmönjakojärjestelmänä luovuttaa lämmön huoneilmaan termostaattien ja säätöventtiilien ohjaamana.

Koska olen keskittynyt työssäni vertailemaan maalämpöä ja sähkölämmitystä ei tarkoitukseni ole käydä läpi muita lämmitysmuotoja. On kuitenkin hyvä katsoa vertailun vuoksi seuraavalla sivulla olevaa taulukko 1. eri lämmitysjärjestelmistä.

Taulukko 2. osoittaa kuinka sähkölämmityksen markkinaosuus vähenee ja maalämmön markkinaosuus kasvaa.



Taulukko 1. Lämmitysjärjestelmien markkinaosuus uusissa pientaloissa./2

Huomattavaa on, että vuonna 2011 maalämmityksen osuus nousi 34 %:sta 38 %:iin eli ensi kerran suuremmaksi kuin sähkölämmitys, koska sähkölämmityksen osuus putosi 36 %:sta 35 %:iin.

VUOSI	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
MAALÄMPÖ %	18	21	25	29	28	34	38
SÄHKÖLÄMPÖ %	49	47	43	37	32	36	35

Taulukko 2. Maalämmön ja sähkölämmityksen vertailu./3

3 SÄHKÖLÄMMITYS

Kuten yllä olevat taulukot osoittavat sähkölämmitys on edelleenkin erittäin suosittu lämmitysmuotovalinta pienrakennuksissa, helppouden, huolettomuuden ja rakentamiskustannusten takia. Siinä ei myöskään tarvita erillisiä kattiloita tai isompia säätöyksiköitä, vaan kaikki mahtuvat sähköpääkeskuksen muutamalle DIN-kiskolle tai erilliseen pieneen säätöyksikköön. Mikäli asiakas ei halua koskea tai puuttua säätöihin millään tavalla, niin automaattit ja termostaatit hoitavat työn itsestään, lisäksi esimerkiksi nykyisten lattialämmityskaapeleiden käyttöikä on helposti 50 vuotta. Ainoa vaihdettava osa voi olla lattialämmitystermostaatti tai sen anturi, niilläkin käyttöikä on yli 20 vuotta normaaliolosuhteissa.

On erittäin hyvä asia, että sähkölämmitykselle on tullut todella hyviä kilpailijoita, koska se asettaa sähkölämmityksen suunnittelulle ja kehittäjälle uusia haasteita.

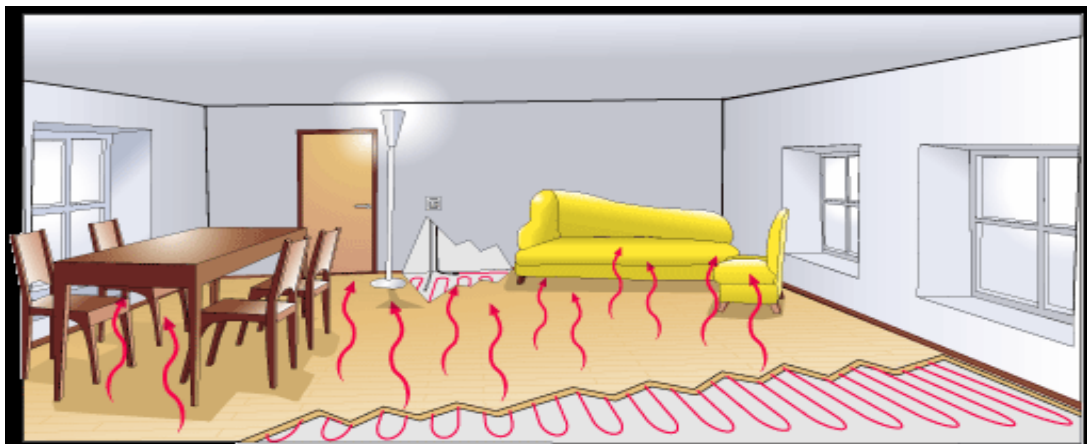
Työvuosieni varrella olen huomannut, että useimmissa rakennuskohteissa lämmitystekniikka on ylimitoitettu (laskettu varmanpäälle), myöskään sähkösuunnitteluvaiheessa ei

ole ollut tiedossa kaikkia lattiapintamateriaaleja, joilla on oma merkityksensä kaapeli tyyppien valinnassa. Jos haluamme kilpailla nykyisten energiatehokkaiden järjestelmien kanssa, sähkölämmitysjärjestelmien on kehityttävä myös taloudellisuudessa. Sähkö tulisi tuottaa osittain itse, sekä käyttövedenlämmitys tulisi ottaa osittain aurinkoenergialla (aurinkolämpökerääjien avulla) toimivaksi sähkövastusten lisäksi.

Sähkölämmityksen käyttö toimisi kuitenkin parhaiten matalaenergia taloissa, joissa eristyspaksuudet ja rakennustekniikka on kehittynyt niin, ettei lämpö pääse karkaamaan rakennuksen sisältä rakenteiden kautta. Näin lämmityskulut olisivat pieniä myös sähkölämmitysjärjestelmissä, joiden alkuinvestointi on usein edullisempaa muihin järjestelmiin nähden.

3.1 Lattialämmitys sähkökaapelilla

Lattialämmityskaapeleita käytetään yleisimmin huoneiden lämmityksessä lattiaan sijoitettuna. Lattialämmitys voidaan toteuttaa lämmityskaapelin lisäksi myös lämmityskaapelimatolla, jossa sama kaapeli on kiinnitetty valmiiksi mattoon, joka levitetään lattialle (ensiasennusvaiheessa asentajan ei tarvitse kiinnittää kuin matto). Tässä kyseisessä kohteessa asennustyön kustannukset ja kaapelien asentaminen perinteisellä tavalla olisi kuitenkin huomattavasti halvempi ratkaisu. Lattialämmityksessä käytettävillä lämmityskaapeleilla on useita valmistajia, tähän kohteeseen olen kuitenkin laskenut kustannusarvion Enston Tassu-lattialämmityskaapeleilla. ks. kohta 6 sähkölämmitysurakka.



KUVA1 Lattialämmitys /4

Tämä saneerauskohde oli todella mielenkiintoinen kohde sillä, sähkölämmitys suunnitelma syntyi samaan aikaan kun talossa tehtiin LVI-lattialämmitys asennuksia. Kohteessa ollessani minun oli helppo vertailla eri työvaiheita ja erilaisia menetelmiä sähkötyön ja LVI-putkitusten välillä. LVI-työvaiheista on kerrottu vesikiertoinen lattialämmitys kohdassa.

Päätös lattialämmitysratkaisusta oli selkeä, koska asiakas ei halunnut huoneistoon näkyviä pattereita tai lämmönvaraajia LVI-töiden osalta, siksi sähkölämmityskin toteutettaisiin lattialämmityksellä.

Lattialämmitys on mahdollista käyttää suorana (kohteen 1. ja 2. kerros), osittain varaavana lämmityksenä (kohteen pohjakerros) tai täysin varaavana.

Suorassa sähkölämmityksessä lämmitys mitoitetaan todellisten lämpöhäviöiden mukaisesti eli lämpöä luovutetaan niin paljon kuin sitä tarvitaan sillä hetkellä, eikä sitä varastoida myöhempää tarvetta varten rakenteisiin tai erilaisiin varaajiin.

Osittain varaava lämmitys sopii erittäin hyvin pohjakerroksen tiloihin, koska lattiat eristettiin polyuretaanilevyin ja valettiin 100mm paksuiksi betonilla. Pohjakerros tiloina on kodinhoito-, pesu-, työ-, askartelu- ja vaatehuoneet, näiden lisäksi vielä sauna- ja tekninen tila ks. kuva 3. lattiarakenteesta.

Täysin varaavassa järjestelmissä lämpötilaerot kasvavat melko suuriksi, siksi niitä ei käytetä yleensä asuintiloissa. Lisäksi se ei ole taloudellista vaikka käyttäisi pelkästään halvempaa yösähköä.

Lattialämmitys vaikka se olisikin suorälämmitys, se kuitenkin varaa osan lämmöstään lattiarakenteisiin. Siksi se onkin tämän ominaisuutensa johdosta hitaammin säädettävissä kuin patterit tai kattolämmitys.

Lattialämmityksen lämpömukavuus on hyvä, koska lattiasta koettava veto saadaan estettyä ja lämpö pääsee jakautumaan tasaisesti. Lämmitettävä lattian pinta ei nouse korkeaksi niin kuin sähköpatterissa, koska lämmönsiirtopinta on paljon suurempi. Lattialämmitys mahdollistaa myös sisustuksessa huoneiden vapaan kalustamisen, koska se ei muodosta minkäänlaisia esteitä niiden sijoittamiselle. Lattialämmitys on nykyään ”ehdoton edellytys” kivipintaisille lattioille, koska kylmä kivilattia vähentää lämpömukavuutta.

Kosteat tilat kuten pesu- ja wc-tilat ovat kodeissa yleisin lattialämmityskohde, koska lämmitys nopeuttaa suihkun käytön jälkeistä tilan kuivumista sekä samalla ehkäisee kosteusvaurioiden syntymistä.

3.1.1 Lämmityskaapeli puurakennelattiassa

Puulattiaan asennettu lämmityskaapeli on aina suora lattialämmitys vaikka se hieman varaakin lämmittäessään lattian rakenteita. Sen ominaisuuksiin vaikuttavat lähinnä kaapelin teho ja lattian pintamateriaali. Sillä saavutetaan myös miellyttävämpi lattian pintalämpötila kuin varaavalla tai osittain varaavalla, koska lämmitys on jatkuvasti toiminnassa, mukavuus saadaan paremmaksi tasaisella ja pienemmällä lämpötilalla. Kohteen 1. ja 2. kerrosten lattioiden sähköurakkalaskelmassa on käytetty Tassu S kaapeleita (10W/m) ja asennusteho on 1,2 kertaa lämmitystehon tarve.



Lattiapinnoitteet: laatta, laminaatti ja korkki.

Paksukerros tasoitetta tai Ek-gipsilevy ja pinnoitteen alustarpeet.

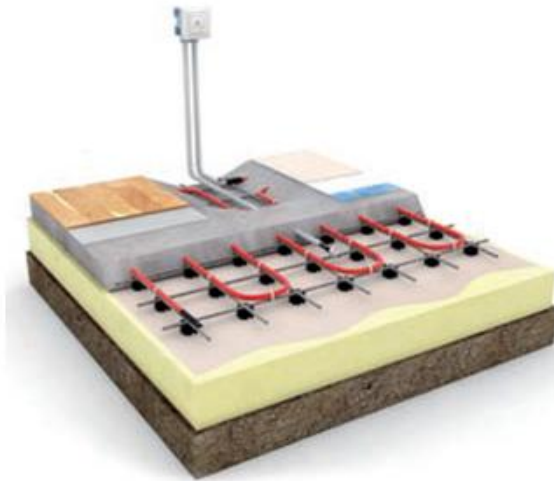
Kaapeli kuumaliima kiinnityksellä ja gipsilevysuikaleet tasoite kaapeliuraan

Ek-gipsilevy, alla puurakenteinen lattia

KUVA2. Kohteen keski- ja yläkerroksen lattialämmityksen lattiarakenne./5

3.1.2 Lämmityskaapeli betonirakennelattiassa

Osittain varaavassa lämmityksessä käytetään noin 1,5 kertaa mitoitustehoa suurempaa lämmitystehoa. Normaalieristeisissä taloissa osittain varaavalla lattialämmityksellä käytetään 80-150 W/m² asennustehoa. Lattialaatan suositellaan olevan 10-12 cm paksu. Ohuemmalla paksuudella lattia lämpenee liiaksi ja puolestaan liian paksua lattiaa lämmityksen teho ei kykene lämmittämään tarpeeksi. Kohteen pohjakerroksen lattioiden sähköurakkalaskelmassa on käytetty Tassu kaapeleita (20W/m)



Betonivalu 100mm, lämmityskaapeli nippusitein kiinnitetty 4mm verkkoon 50mm korkeudelle

Polyuretaanilevy 100mm paksu

Maa-aines: Sora alla ja hiekka päällä

KUVA3. Kohteen pohjakerroksen lattialämmityksen lattiarakenne. /6

3.2 Lattialämmityksen säätö ja ohjaus

Kohteen sähköllä lämmitettävän lattian säätöön käytettäisiin tilakohtaisia termostaatteja, joiden pudotuslämpötilaa voitaisiin ohjata lämmitysryhmittäin. Jokaisen huonetilan lämpötilaa voidaan säätää lämmön tarpeen mukaan. Lattialämmitystermostaatilla, jossa on lattiaan asennettuna anturi, säädetään lattian lämpötilaa, jolla estetään lattian pinnan lämpötilan nousu liian korkeaksi. Tällainen termostaatti soveltuu Kaikkiin tiloihin ja joissa halutaan käyttää tiettyä lattianpinnan lämpötilaa, yleisimmin sitä käytetään pesu- ja saniteettitiloissa.

Oleskelutiloissa säätöä voidaan parantaa huonetermostaateilla tai huone- ja lattiatermostaatin yhdistelmällä. Toimintaperiaatteena tällä yhdistelmällä on, että lattiatermostaatti rajoittaa lattian maksimilämpötilaa ja huonetermostaatti huolehtii, että huonetilan lämpötila ei nouse liian korkeaksi. Lämpimillä ilmoilla tämä yhdistelmä kuitenkin saattaa saada lattianpinnan, etenkin kivipinnoitteisissa lattioissa, tuntumaan kylmältä.

Ohjausjärjestelmät on varustettu yleensä varaavan lämmityksen varausohjelmilla.

Ohjausjärjestelmillä voidaan tehdä lämmityksen keskitettyjä ohjaustoimintoja, kuten esimerkiksi varaavan lämmityksen ohjausta ulkolämpötilan mukaan. Nykyaikaisiin ohjausjärjestelmiin on myös liitetty etävalvonta- ja etäohjaustoimintoja. Samaa järjestelmää voidaan käyttää myös rakennuksen muuhun ohjaukseen ja valvontaan, kuten palo- ja murtoilmoitukseen. Ohjausjärjestelmillä voidaan helposti pudottaa huoneläm-

pötilaa esimerkiksi työssäoloajaksi tai pidempien lomamatkojen ajaksi pidemmäksi aikaa. Harvoin käytössä olevat tilat voidaan pitää jatkuvasti viileämpinä. /7

3.3 Lattiapinnoitteen merkitys

Lattiapinnoitteella on hieman vaikutusta etenkin osittain ja kokonaan varaavissa lattialämmityksissä. Sen käyttäytymiseen vaikuttaa lattialaatan pinnoitteen lämpötila eikä sähköllä toteutettu lattialämmitys eroa vesikiertoisesta lattialämmityksestä. Yleisesti lattialämmitys kuitenkin soveltuu lähes kaikille pinnoitteille. Lämmitettävään lattiaan ei kuitenkaan yleisesti suositella joitakin parkettilaatuja, esimerkiksi pyökkiparkettia. Pitkäaikaisessa käytössä korkkilattiakaan, jossa on PVC pinnoite, ei välttämättä kestä ilman, että se hieman kutistuu ja reunat käpertyvät.

Yli 300mm paksut puulattiat saattaa eristää lämpöä, jolloin lämmön siirtyminen hidastuu tai jopa estyy. Tällaista käyttäytymistä voidaan vähentää käyttämällä jatkuvatoimista lattialämmitystä yhdessä sopivan termostaatin kanssa, jolloin lattian pintalämpötila pysyy tasaisena. Lattian pinnoitteessa käytettävien lakkojen sekä liima- ja saumausaineiden tulee myös olla yhteensopivia lattialämmityksen kanssa. Lattiapinnoitteiden soveltuvuus perustuu erikokoisiin lämpövastuksiin. Mitä suurempi lämpövastus on, sitä suurempi lämmönluovutus tapahtuu. Lämpövastus tosin hidastaa lattialämmityksen säätöä, koska lämpöä varataan enemmän. Lautaparketti esimerkiksi soveltuu osittain varaavan lämmitykseen paremmin ja keraamiset lattialaatat puolestaan jatkuvatoimisten lämmitysten kanssa, koska parketin lämpövastus on 20-kertainen keraamiseen laattaan verrattuna. Hyvin lämpöä eristävä pinnoite tuntuu lämpimämmältä kuin huonommin eristävä./8

Kaapelien suurimman sallitun käyttölämpötilan määrää kaapelin eristys. Asennettaessa lämmityskaapelia keittiöön, vessaan tai muihin vastaaviin tiloihin, tulee huomioida kaapelin asennuskohdat. WC:ssä lämmityskaapelia ei tule asentaa pytyn alle tai välittömään läheisyyteen, keittiössä puolestaan kaapelia ei tule asentaa kaapistojen tai suurten kodinkoneiden alle. Tämä sääntö pätee myös muihin tiloihin, joissa on kaapistoja tai isoja kodinkoneita.

Ohuissa lattiarakenteissa kaapelin maksimiteho on 10 W/m. Huoneen käyttötarkoituksesta riippuen huoneen kokonaistehoksi suositellaan 60-150 W/m². Asennusväli ei saisi olla suurempi kuin 12-15 cm, tällöin varmistetaan lattian lämmön säilyminen

tasaisena. Lattiamateriaalin ollessa hyvin eristävää, kuten puuta tai korkkia, voi asennusväli olla jopa 30 cm. Parkettilattioiden alla olevan betonin suurin sallittu pintalämpötila voi olla 30-32 °C ilman, että lattiamateriaalille asetetut arvot ylitetään.

Huomattavasti suurempi merkitys on lämpötilan vaihtelulla ja vaihtelunopeudella. Lattialämmityksen tulisi olla pääasiallisesti aina päällä, jotta voitaisiin säilyttää mahdollisimman tasainen lämpötila. Lämmitys on kuitenkin päällä termostaatin ohjaamana vain häviötehojen kompensoinnin verran. Linoleumi, korkkirouhe ja puhtaat korkkilattiat eivät yleensä sovellu lattialämmityksen kanssa käytettäväksi materiaaliksi. Kaapelia ei saa asentaa risteilemään toistensa päälle, koska tällöin etenkin itsesäätyvä kaapeli ei osaa säädellä lämpötilaa oikein sekä saattaa aiheuttaa muita häiriöitä./9

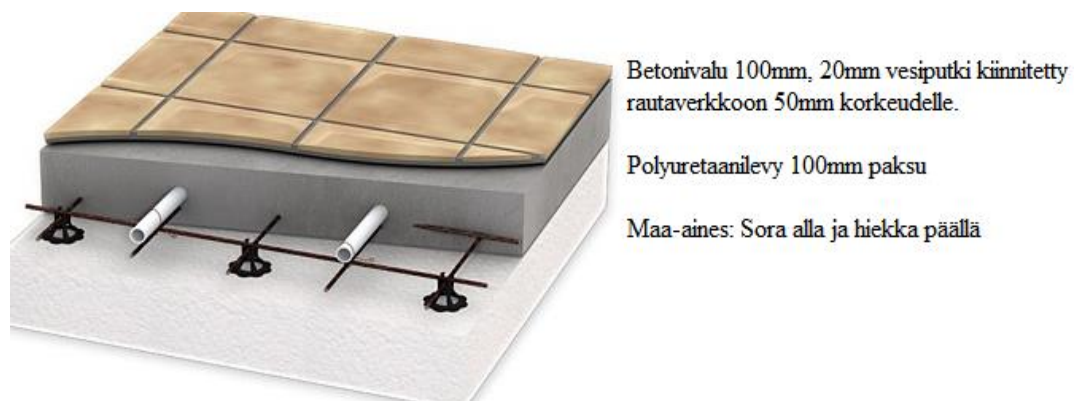
4 VESIKIERTOINEN LATTIALÄMMITYS

Lattialämmitystä nimitetään usein myös säteilylämmitykseksi, koska säteilylämmönsiirron osuus kokonaislämmönsiirrosta on suuri. Lattialämmityksessä sen osuus on 50–60 %. Lattialämmityksen etuna on näkymättömyys, koska ikkunaseinällä olevat patterit on korvattu lattian sisällä kiertävään putkeen. Putkessa kiertävä vesi lämmittää lattian ja huoneen. Kiertoveden lämpötilaksi riittää 35–40 °C, joten lämpöenergiaa voidaan tuottaa maalämpöpumpulla. Huonelämpötilaa säädetään putkistossa veden virtaamaa ja veden lämpötilaa muuttamalla. Huonekohtainen lämpötilan säädetään huonetermostatin avulla tai jakotukin päässä olevalla säätöventtiilillä. Lattialämmityksessä lämmönsiirtopinta on suuri, joten pintalämpötilan ei tarvitse olla niin korkea kuin patterilämmityksessä. Pienestä huoneilman ja lattian pintalämpötilan välisestä eroista johtuen lattialämmitys on osittain itsesäätyvä. Lattialämmitys poistaa kylmän lattian aiheuttamat ongelmat ja saa aikaan tasaisen lämpötilajakauman pystysuunnassa./10

Maalämpöpumppu ei vaadi erityistä huoltoa eikä kunnossapitoa. Kun lämmityskausi alkaa, on asukkaan syytä varmistaa että kiertovesipumput lähtevät pyörimään. Maanhantuojan ohjeen mukaan olisi hyvä jos valtuutetun huoltoliikkeen ammattitaitoinen huoltaja vierailisi kerran kahdessa vuodessa ja määrittäisi huoltotarvetta ja tarkistaisi suodattimien kunnan. Maalämpöpumpun keskimääräinen käyttöikä on 15 – 20 vuotta, perustuu kompressorin ja lämmönvaihtimen käyttöikänsä. /11

4.1 Toteutus kohteessa

Pohjakerroksessa lämmitysputket asennettiin kiinni valuverkkoon (sähkölämmitys-suunnitelmassa sama ajatus). Pohjakerroksen pintamateriaaliksi tuli laatoitus. Keski- ja yläkerrassa lattialämmitysputkien asennus- ja alustana toimii vanhalle lattialle levitetty putkiuritetty styrox-levy. Styroxlevyn päälle tulee alumiininen lämmöntasauslevy, jonka valmiiseen uraan kiinnitetään 20mm muoviputki jossa lämminvesi kiertää. Keittiön (30m²n) lattiapinnoitteeksi tuli korkkia ja muihin tiloihin laminaatti.



KUVA 4. Vesikiertoinen lattialämmitys rakenne kohteen pohjakerroksessa./12



KUVA 5. Vesikiertoinen lattialämmitys rakenne kohteen keski- ja yläkerroksessa./13

4.2 Huomioita kohteen eri tilojen lämmittämisessä

Tarkoitukseni on käydä läpi mitä piti ottaa huomioon kodin eri tilojen lattialämmityksessä.

Keittiössä kiinteät kalusteet kiinnitetään seinärakenteeseen ja tässä kohteessa tuli vain yksi ulkoneva kaapistorakennelma, sen alle voitiin asentaa lämmitys koska keittiökalu-
luseet olivat putkijaloilla varustettuja ja peitelistassa on ilmankiertoaukot. Lattialäm-
mitystä ei tule asentaa kiinteiden umpisokkelirakenteiden alle eikä myöskään kylmä-
kalusteiden alle. Onkin erittäin tärkeä että keittiökalu-
luseiden suunnitelma oli tehtynä ennen
lämmityslaitteiden lopullista suunnittelua ja asennusta.

Kohteen keittiö sijaitsi 1.kerroksessa, jossa oli puurakenteinen lattiarakenne ks. kuvat
2 ja 5. Lattialämmityksen asennus vaiheessa, oli varmistuttu, ettei keittiönkaapin jalka
tullut lämminvesiputken kohdalle. Keittiön lattiamateriaalina ollut korkki otettiin
myös huomioon asennuksessa oikea asennusväli huomioiden. Keittiöön tuli oma huo-
nekohtainen lattialämmitystermostaatti lattia-anturilla. Sähköisellä lattialämmityksellä
olisi tullut lisäksi lämpötilanpudotustoiminto.

Kohteen olohuone on keittiön vieressä yhdistettynä 1200mm leveällä kulkuaukolla.
Olohuoneessa on kaksi suurta ikkunaa ja kulkuovi parvekkeelle. Lattiapinnoitteeksi
tuli laminaatti. Lattialämmitystä asennettaessa oli otettava huomioon että ikkunoiden
ja parvekeoven kohdalle, putki (kaapelikin) asennettiin tiheämmin. Olohuoneen takan
suojapellin alle ei asennettu lämpöputkea (kaapelia).

Kohteessa on 1.kerroksessa yksi ja 2.kerroksessa kolme makuuhuonetta. Makuuhuo-
neilla on useita erilaisia ja myös muuttuvia käyttötarkoituksia. Ne toimivat nukkumis-
tiloina, mutta myös työhuoneina ja leikki- ja oleskelutiloina. Huoneen lämpötilan tulee
olla tasainen ja helposti säädettävissä käyttäjän tarpeiden mukaan. Lattialämmitys
sopii myös makuutiloihin. Mikäli lattian pintalämpötilan halutaan olevan tasainen,
käytetään lattialämmityksen säätöön lattiatermostaattia. Yhdistelmätermostaatilla sää-
detty lämmitys pitää taas huonelämpötilan tasaisena. Kaikkien makuuhuoneiden lattia-
rakenteet ovat kuvien 2 ja 5 mukaisia, joten lämpötilan säätö noudattaa suoransähkö-
lämmityksen periaatteita eli se reagoi melko nopeasti eri lämpötila muutoksiin.

Pesutiloissa lattialämmitys on erinomainen lämmitystapa. Paljaiden jalkojen alla
lämmin lattia tuntuu miellyttävältä ja lattia kuivuu nopeasti käytön jälkeen. Kohtee-
seen ei asennettu erillistä lattiatermostaattia, vaan säätö tapahtuu tarvittaessa jakotukin
päässä olevasta säätöventtiilistä. Urakkatarjous sisälsi termostaatit vain makuutiloihin,
keittiöön ja oleskelutiloihin, joten pohjakerroksen pesu-, sauna-, kodinhoito- ja

tekniset-tilat ja eteiset säätävät säätöventtiilein. Säätöventtiilit ovat jokaisen kerroksen omissa jakotukeissa.

Sähköurakkalaskelma sisältää joka tilaan oman termostaatin, joissa on lämpötilanpudotus mahdollisuus tilakohtaisesti termostaateista. Vaihtoehtoisesti lämpötilanpudotus voidaan tehdä myös sähkökeskukselta lämmitysryhmittäin.

Saunatilassa lattialämmitys on luonnollinen tapa lämmittää, lattia tuntuu miellyttävältä paljaan jalan alla ja se saadaan nopeasti kuivaksi käytön jälkeen. Lattialämmitys on syytä asentaa koko saunan alueelle varsinkin silloin, kun sauna sijaitsee ulkoseinän vieressä.

Kodinhoitotilat ovat usein todellisia monitoimihuoneita. Niissä käsitellään pyykejä ja monesti ne toimivat myös kuraeteisenä, saunan pukuhuoneena ja harrastetiloina. Tilassa on paljon kiintokalusteita, lattia on usein kostea, joten lattialämmitys soveltuu tilaan hyvin. Pyyhekuivain on myös hyvä apuväline ja soveltuu hyvin kosteiden ulkovaatteiden kuivattamiseen, sekä vesikiertoisena että sähköllä. Molemmilla järjestelmillä on omanlaisensa pyyhekuivain.

WC- ja suihkutilat ovat yleensä hyvin pieniä ja niissä lämmityslaitteiden sijoittelu vaatii vähän suunnittelua. Lattialämmityksen asennuksessa tulee ottaa huomioon kalusteet, jotka ovat kiinteästi lattiassa ja että termostaatti on hyvä asentaa kuivaan tilaan, silloin kun on lattialämmitysanturi käytössä. Vaikka kohteemme saniteettitilat olivatkin melko pieniä, niin niitä ei yhdistetty eteis- tai makuutilojen lämmityspiireihin, koska niissä haluttiin olevan korkeampi lämpötila. Lattialämmityksen lisälämmitykseksi näihin tiloihin asennettiin myös pyyhekuivain.

Eteistiloissa, auloissa ja tuulikaapeissa syntyy kylmän aikaan ulko-ovien aukaisemisen yhteydessä hetkellisesti suuria lämmitystarpeita. Vaikka tämä on otettu huomioon mitoituksessa, se ei silti estä kokonaisuudessaan vedon tunnetta niissä tiloissa, joissa kylmä ilma pääsee liikkumaan lattian pinnassa ulko-oven avautuessa. Eteistilojen lattiapinnoitteena käytetään usein kivilaattaa, mutta kohteessamme pinnoitteeksi tuli laminaatti. Lattialämmityksen yksi hyvä puoli on, että se kuivattaa lattialle ulkojalkineissa tulleen veden nopeasti. Kohteemme eteisten lattialämmitys on mitoitettu lämmittämään myös porrastiloja.

Pohjakerroksen vaatesäilytystilojen lattialämmitykset ovat yhdistetty kodinhoitohuoneen lattialämmityspiiriin. Makuuhuoneiden vaatekomerot oli asennettu jälkeempään, joten niiden sokkeleihin oli ohjeeksi annettu tehdä ilmankiertoaukot.

5 LVI-URAKKALASKELMA

Kuten lyhennelmässä mainitsin, LVI-urakkalaskelmatiedot on saatu urakoitsijalta. Erillisiä muita työtunteja ei ole laskutettu asiakkaalta, joten erittelyn mukaan voimme vertailla todellisia kuluja sähköurakan lämmityksen investointeihin.

Maalämpöpumpun asennuksen todelliset kustannukset tässä kohteessa olivat 18000€ (näkyvät myös taulukossa). Tähän on lisättävä LVI-lattialämmityksen kustannukset, jotka ovat 12800€.

Lisäksi sähköasennustyötä tuli termostaattien, jakotukkien toimilaitteiden ja lämmityksen ohjauslaitteiden kytkemisessä. Työ- ja tarvikekulut olivat 350€.

Yhteiset asiakkaan maksamat todelliset kokonaiskustannukset maalämpöpumpun ja LVI-lattialämmityksen osalta ovat siis **31150€**.

Muut LVI-työt ja tarvikkeisiin kohtaan, on lisättävä vaihtoehtoiseen sähkölämmitys järjestelmään tulevan lämminvesivaraajan asennukseen liittyvät kulut (kappale 6.1).

Taulukko 3. LVI- urakatoteutus asiakkaalle.

Thermia Diplomat Optimum 12G2	8550
Poraus 182m+putket+glykoli	6900
Asennustarvikkeet+työ	1550
Yhteensä	18000 €
LVI-työ lattialämmityksen ja tarvikkeiden osalta	12800
Muut LVI-työt ja tarvikkeet	10200
Kaikki LVI-työt yhteensä	41000€

5.1 Maalämpöpumpun kulutus

Koska päättötyöni tarkoitus oli saada mahdollisimman todellinen vertailu sähkönkulutuksesta, halusin odottaa reilun vuoden ja saada kWh-mittarista todelliset sähkönkulutukset koko vuoden ajalta. Yhden kalenterivuoden aikana kokonaissähkönkulutus kohteessa oli 19850kWh/v. Maalämpöpumpun kulutus oli 7865kWh/v, josta käytöveden lämmityksen osuus on 1118 kWh/v.

Tiedot perustuvat maalämpöpumpun todellisiin käyttötunteihin, jotka lähetin Thermia Partnersin tuotepäällikkö Roland Mattssonille. Kohteen maalämpöpumpun kokonaiskulutukseksi jäi siis vain 39,3% sähkön kokonaiskulutuksesta.

6 SÄHKÖURAKKALASKELMA

Vertailuna LVI-urakan investointeihin olen laskenut sähköllä toteutetun lämmityksen tarvike ja työkulut. Lisäksi sähkösuunnitelmaa tehdessä lämmityksen osuus lisää kolmasosan suunnittelutyötä.

Taulukko 4. Sähkölämmityslaskelma

Kpl	Hinta	Tyyppi	Teho/W	Pit/m	Kok.hinta
1	142,80€	TASSU 1600	1600	72	142,80€
2	54,10€	TASSU 440	440	20	108,20€
2	74,90€	TASSU 900	900	40	149,80€
1	91,70€	TASSU 1200	1200	54	91,70€
1	60,55€	TASSU 600	600	29	60,55€
6	207,20€	TASSU S 1100	1100	106	1243,20€
5	155,40€	TASSU S 800	800	79	777,00€
1	40,00€	TASSU 240	240	11	40,00€
1	118,30€	TASSU S 600	600	59	118,30€
1	69,65€	TASSU S 300	300	29	69,65€
17	32,90€	TERMOSTAATTI			559,30€
17	2,10€	Kojerasia			35,70€
3	3,10€	Jakorasia+liittimet			9,30€
		MMO 7*1,5S jota asiakkaalla oli 100m			0,00€
1	1,10€	MMJ 5*1,5S		100	110,00€
500	5,50€	Nippuside pieni			5,50€

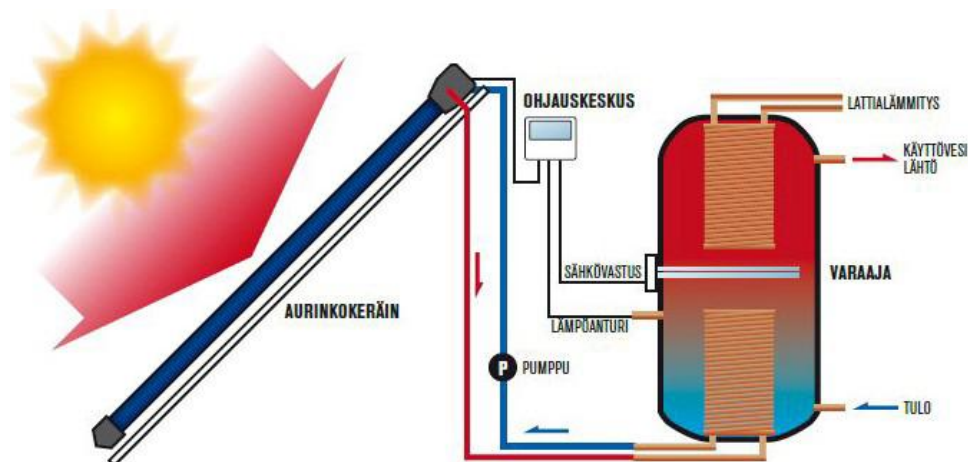
80	0,75€	Kuumaliima tanko	60,00€
		Sähkökeskuksen tyyppimuutos	100€
Lattilämmitykseen liittyvien tarvikkeiden kokonaishinta			3681,00€
Lattialämmitys asennus työhinta 35h*40€			1400,00€

Taulukon tarvikkeiden hinnat ovat kevään 2009 todelliset hinnat (lattialämmityskaapeleiden osalta tarjous Sähköpalvelu Paananen Ky). Työn osalta olen ottanut huomioon vastaavista kohteista menneet työajat. Muut tarvikkeet ovat asiakkaan maksamia todellisia hintoja, joita on jo käytetty kohteessa valaistusasennuksissa ja muissa rakennus töissä.

Sähkösuunnitelman osalta lämmityksen osuus on 200€ ja sähkölämmitystoteutuksen hinta olisi 5 081,00€ joten näiden yhteishinnaksi muodostuisi **5 281,00€**.

6.1 Lämpimän käyttöveden lämmitys osittain aurinkoenergialla

Aurinkolämmitys perustuu auringon säteilyn suoraan hyödyntämiseen lämmityksessä. Passiivisesti me saamme auringon lämpösäteilyä ikkunoiden läpi ja rakenteisiin varastoituneena. Kun haluamme hyödyntää aurinkoenergiaa aktiivisesti, me tarvitsemme avuksemme sitä varten erityisesti rakennettuja lisälaitteita. Näistä tavallisimmat ovat aurinkokerääjät, lämpövaraajat ja niihin liittyvät putkistot ja säätölaitteet. Lisäksi varaajassa tulee olla sähkövastus, joka huolehtii veden lämmittämisestä sitten kun auringon UV-säteily ei ole riittävä.



KUVA 6. Aurinkolämmitys varaajajärjestelmä./14

Kerääjän hyötysuhde on parhaimmillaan, kun säteilyvoimakkuus ja ulkolämpötila ovat korkeat ja lämmitettävän nesteen lämpötila alhainen. Vaikkakin aurinkokerääjä ei ole useinkaan optimaalisessa olosuhteessa, siitä huolimatta se tuottaa jopa talvella osan varaajan lämmöstä. Varaaja ja aurinkokerääjä ovat järjestelmän keskeiset osat. Ohjauskeskus ohjaa lämpötilatietojen mukaan lämmityksen toimintaa.

Kiertopumppu käynnistyy silloin, kun kerääjän lämpötila on varaajan lämpötilaa korkeampi. Lisälämpö tuodaan erilliseen varaajaan, jolloin se ei missään olosuhteissa pääse kulkeutumaan kerääjään./15

Jos lämmitys toteutettaisiin sähkölämmityksenä, tulisi investointeihin lisätä käyttöveden lämmitysvaraaja, jota olisi mahdollisuus lämmitellä osittain auringonlämmöllä.

Esimerkkinä varaaja Oso Super RTV 300 E asiakashinta 1 040€, joka erittäin käyttökelpoinen viiden hengen perheen käyttöön.

Varaajaan liitettävä aurinkokeräin järjestelmä, jossa kaikki asennukseen tarvittava on valmiina Nova Solar 1 asiakashinta 1 270€, joka pystyy tuottamaan kyseisen varaajan tarpeeseen (laskennallinen maksimi tuotto on 3kw/m²). Tyhjiöputkien teho alkaa heiketä vasta 15 vuoden käytön jälkeen. /15

Kysyin kohteeseen asennushintaa ja hinta-arvio oli yläkanttiin 1 500€.

Eli aurinkolämmitys järjestelmä lämminvesivaraajan kokonaishinnaksi tulisi 3 810€ tähän kun lisätään sähkölämmityksen hinta 5 281€, on näiden yhteishinta **9 091€**.

Lämpimän käyttöveden osuus maalämpöpumpun sähkönkulutuksessa oli 1118 kWh/a. Koska käyttöveden lämpötila on suurempi kuin lattiassa kiertävän veden, on hyötysuhde käyttövesipuolella pienempi. Käyttöveden lisälämpö on sähkövastuksella tuotettu.

D5 kaavan 5.1 oletusarvoilla laskettuna yhden vesikuution lämmittämiseen tarvittava lämpöenergia on 58 kWh/m³. Lämpimän käyttöveden osuus on tyypillisesti 40 % asuinrakennuksen talousveden kokonaiskulutuksesta.

Kohteen kokonaisvedenkulutus (mittarilukema m³) oli 230 m³ josta 40 % (tilastollinen) on lämpimän veden osuus. 92 m³ (40 % / 230 m³) kertomalla 58kWh/ m³ saadaan lämpimän käyttöveden sähkön osuus tavallisella käyttövaraajalla 5336kWh/a. Aurinkolämmitys lämminvesivaraajalla kulutus putoaa n. 3000 kWh/a. Ero maalämpöpumpun kulutukseen käyttövettä lämmitäessä on **1218 kWh/a** maalämpöpumpun hyväksi.

6.2 Sähkölämmityksen rakennustekniset muutokset

On myös otettava huomioon että LVI-urakkalaskelmassa on huomioitu lattiaa lämmitävien putkien kaikki alusta materiaalit. Myös sähkölämmityksen osalta on laskettava nämä kustannukset 1. ja 2. kerrosten osalta. Kuva 2 lattiarakenteesta osoittaa, että puulattian päälle on asennettava kipsilevy.

Levytettävä yhteenlaskettu pinta-ala on 180m². Yhden kipsilevyn pinta-ala on 3,12m², joten levymäärä on 57,7 levyä. Levykerroksia tulee asentaa pohjalle ja pintaan, joten levyjen menekki on 116 kpl.

Erikoiskovan kipsilevyn hinta oli asiakkaalle 11,60/kpl vuonna 2009, jolloin hän oli tilannut muutenkin 150 kpl kyseistä levyä. Hänen huonekorkeutensa oli 2450mm, jolloin hänelle jäi hukkapaloja, joita olisi voinut käyttää lattialämmityskaapelin lenkkien väliin täytteenä.

Lattiatasoite Weber 3300 käytetään kipsilevylattiassa, yksi 25kg säkki maksoi vuonna 2009 20€ asiakkaalle. Yhden säkin riittoisuus on 0,016 m³ ja tarve kokonaisuudessaan on 0,224 m³ (0,01m*0,02m*1119m) eli 14 sakkia.

Kipsilevyjen yhteishinta on 116*11,60€=1 345,60€ ja tasoitesäkkien 14*20€=280€ ja levyihin tarvittavat 4000 kpl kipsilevyruuvia maksaa 26€. Lisäksi tarttuvuuden parantamiseksi kipsilevy on käsiteltävä primerillä jota laimennetaan ¼. Yksi litra primeriä riittää 30m², jolloin kuusi litraa on koko alalle riittävä määrä. Primerin hinta on 10,5€/lt joten kokonaishinnaksi muodostuu 63€.

Rakennustarvikkeiden yhteishinnaksi muodostui $1\,346+280+26+63=1\,715\text{€}$

Levyjen asennus lattioihin ja tasoitteen laitto Rakennusliike Pihkaniska Oy:n (teki asiakkaan rakennusurakan) laskemana urakan lisätyönä $35\text{€/h} * 25\text{h}=875\text{€}$

Koko lattialämmityksen toteuttaminen sähköllä maksaisi $9\,091+1\,715+875=11\,681\text{€}$.

6.2.1 Sähkö- ja LVI-urakan alkuinvestointi erot

Opinnäytetyöni kappaleessa viisi LVI-urakkalaskelmassa sain summan 31 150€ jota ei olisi tullut sähkölämmitys ratkaisussa. Sähkölämmitys ratkaisun kokonaisinvestoinniksi sain kappaleessa 6.2 11 681€.

Tarkastelen investointien erotusta, joten summa 19 469€ on asiakkaan maksama summa, jolle halutaan maalämpöpumppu ratkaisulla taloudellista hyötyä. Asiakas on ottanut remonttia varten lainaa 19 469€ enemmän kuin on ollut tarve, lasken hinnan samalle 15 vuoden ajalle, jolle todellinen lainakin on otettu.

Asiakkaan lainankorko v. 2009 12kk. OP-prime+ pankinmarginaali on yhteensä 2,5%. Oletetaan että tarkistuspäivänä kerran vuodessa koko lainan aikana lainankoron keskiarvo olisi 3,0 %, joten lasken koko lainan tällä korolla. Lainanmäärän 19 469€ todelliseksi kustannukseksi 15vuoden ajalla muodostuisi 24 470€.

Laskelmissa ei voi tietää taloustilanteen tulevia muutoksia, jotka voivat muuttaa lainojen korkoja jyrkemmin, mutta viimeiset 5 vuotta 12 kk:n lainan korot ovat pysyneet maltillisina.

6.3 Sähkölämmityksen laskennallinen kulutus

Kohteen maalämpöpumpun esitteessä mainittu hyötysuhdeluku oli 4,2. "Hyötysuhde tarkoittaa sitä, kuinka paljon lämpöä lämpöpumppu tuottaa verrattuna sen siihen tarvitsemaan sähkömäärään. Hyötysuhde on riippuvainen lämmönlähteestä, toisin sanoen keräysputkistossa olevasta lämpötilasta sekä radiaattoriveden lämpötilasta. Testi osoittaa, että kuuden lämpöpumpun hyötysuhde on noin kolme. Se tarkoittaa, että maalämpöpumput tuottavat kolme kertaa enemmän energiaa kuin ne käyttävät. Näillä luvuilla mainokset toimivat.

Eräät valmistajat ilmoittavat lämpöpumppunsa hyötysuhteeksi viisi, mikä voi vaikuttaa erinomaiselta. Kun valmistajat ilmoittavat lämpökertoimen on tärkeää kiinnittää huomiota siihen, minkälaisia olosuhteita mittauksessa on käytetty. Mikä lämpötila on lämmönkeruusäiliössä ja keruupiirissä letkussa? Entä onko kalliolämpöpumpun sisäiset kiertopumput huomioitu hyötysuhdetta laskettaessa?/16

Kohteen maalämpöpumpun todellinen vuosikulutus vuoden 2010 ajalta sähköenergialle oli 6 747kWh/v. Sähkölämmityksen osalta kokonaiskulutus olisi jos kertoimena käytettäisiin 4,2 28 337,4 kWh/v. Tämä luku ei kuitenkaan ole täysin vertailukelpoinen, kuten edellinen kappale antoi ymmärtää. Tämän vuoksi laskin vertailun alla olevien rakennuksen todellisten tietojen perusteella.

ENERGIALASKENNAN LÄHTÖTIEDOT:

3-KERROKSIINEN PIENTALO (3 makuuhuonetta)

*rakennuksen bruttoala 280 m²

*alapohja betonia, muuten keskirasakas rakenne

*vaipan U-arvot ja pinta-alat:

*huonekorkeus 2,4 m

*ilmatilavuus 648 m³

	A m ²	U-arvo W/m ² K
Ulkoseinä	230,4	0,21
Yläpohja	153	0,19
Alapohja	90	0,26
Ikkunat	31,2	1
Uiko-ovet	4,4	0,7

KUVA 7. Kohteen rakennustekniset tiedot.

Laskin D5-kaavojen mukaan tehdyn laskurin avulla lämmityksen tarvitseman kokonais- energiantarpeen määräksi 26 834 kWh/a. kokonaisvertailua varten tarvitsemme lisätä muiden sähkölaitteiden kulutuksen 11 985 kWh/a ja lisäksi lämpimänkäyttöveden sähkönkulutus 2336 kWh/a.

Sähkölämmityksen laskennallinen kulutus on yhteensä **41155 kWh/a**

Taulukko 5. Kohteen sähkönkulutuksen seurantataulukko.

vuodet	vesikiertolämmitys sähkölasku €/a	kulutetun sähkön hinta €/kWh	sähkölämmitys sähkölasku €/a	sähkölämmityksen hinta €/kWh
2009	2739,3	0,138	5185,5	0,126
2010	2821,5	0,138	5341,1	0,126
2011	2906,1	0,138	5501,2	0,126
2012	2993,3	0,138	5666,3	0,126
2013	3083,1	0,138	5836,3	0,126
2014	3175,6	0,138	6011,4	0,126
2015	3270,9	0,138	6191,7	0,126
2016	3368,9	0,138	6377,5	0,126
2017	3470,0	0,138	6568,8	0,126
2018	3574,2	0,138	6765,9	0,126
2019	3681,4	0,138	6968,9	0,126
YHT.	27828,8		52680,0	Erotus 24 851,2

Maalämpöpumppu järjestelmä- ja sähkölämmitys järjestelmä investointien erotus 15 vuoden laina ajalle oli 24 470€ sähkölämmityksen hyväksi (kappaleessa 6.2.1 laskettu). Sähkölaskuissa 11 vuoden ajalla syntyi 24 851,2 € säästöt, tämän jälkeinen aika on kohteen perheelle pelkkää säästöä sähkölaskujen suhteen. Maalämpöpumpun kestoikäksi on arvioitu 15-20v, vaikka pumppu uusittaisiinkin, sähkön kulutus säästöillä voi investoida uuden pumpun ja näin päivittää tekniikkaa.

Taulukon vuotuiset sähkölaskut on laskettu diskonttaamalla, korkona on käytetty 3 %. Sähkön hintana on käytetty nykyistä hintatasoa, joten hintaero vain suurenee sähkön hinnan noustessa.

7 ELINKAARISUUNNITTELU JA -KUSTANNUKSET

Rakennuksen elinkaari on ajanjakso, johon lasketaan kuuluviksi rakennusmateriaalien ja-tarvikkeiden valmistusvaihe, rakennuksen rakentamisvaihe, käyttövaihe ja purkamisvaihe. Usein siitä käytetään myös nimitystä rakennuksen käyttöikä, mikä varsinaisesti tarkoittaa pelkästään käyttövaihetta, mikä onkin elinkaaresta ylivoimaisesti pisin vaihe. Pientalon elinkaaren tavoite- ja suunnittelupituudeksi on syytä asettaa 100 vuotta. Rakennus voidaan purkaa aikaisemmin, mutta hyvin tehtynä ja huollettuna se voi olla käytössä pitempäänkin.

7.1 Elinkaarisuunnittelu

Rakennuksen elinkaarisuunnittelu (tai käyttöikäsuunnittelu) tarkoittaa rakenteiden, materiaalien ja teknisten järjestelmien valintaa ja rakennuksen ylläpidon suunnittelua siten, että se täyttää vaatimukset hallitulla ja optimoidulla tavalla koko sen käyttöajan. Siihen kuuluu siis normaalin rakennussuunnittelun lisäksi käytön aikaisen huollon ja rakenteiden, materiaalien, teknisten järjestelmien (lämmitys, ilmanvaihto) tai niiden osien kunnostustoimenpiteiden ja niiden aikavälien (kunnostusjaksojen) etukäteissuunnittelu. On luonnollisesti järkevää pyrkiä tekemään sellaisia valintoja, että huolto- ja kunnostustoimenpiteitä tarvitaan käytön aikana mahdollisimman vähän. Kestävillä rakenteilla, materiaaleilla ja teknisillä järjestelmillä saadaan myös kestävä ja pitkäikäinen pientalo. Tavoitteena voi olla elinkaaren aikaisten kokonaiskustannusten minimointi, mutta tarkastelu voidaan kohdistaa myös elinkaaren aikaisiin ympäristövaikutuksiin. /18./

Elinkaarisuunnittelun keskeinen tuotos on rakennuksen huoltokirja. Siihen kirjataan käytön aikana tarvittavat huolto- ja kunnostustoimenpiteet ja niiden arvioidut aikavälit. Elinkaarisuunnittelun yhteydessä voidaan myös varautua tiedossa ehkä olevaan mutta myöhemmin tapahtuvaan lisätilan rakentamiseen tai käyttötarkoituksen muuttamiseen käyttöään jossain vaiheessa. Perheen kasvaessa tarvitaan ehkä lisätilaa tai sukupolven vaihtuessa tilantarve vähenee tai muuttuu, jolloin rakennuksen tulisi joustavasti mukautua uusiin tilantarpeisiin. Muuntojoustavuus ja mahdollinen käyttötarkoituksen muutos kannattaa ottaa elinkaarisuunnittelussa huomioon. Elinkaarisuunnittelu on haaste suunnittelijoille, mutta rakennuttajien pitäisi olla arvioimassa, millaisiin tilojen käyttötarpeisiin käytön aikana on syytä varautua. Elinkaarisuunnittelun materiaalina voidaan hyödyntää ympäristöministeriön tuottamaa *Ympäristöopasta*, joka antaa hyvän mallin arvioida pientalon teknistä laatua, mutta taloudellisiin tarkasteluihin voidaan hyvin soveltaa tavanomaisia investointilaskennan periaatteita ja menettelytapoja. /18./

Elinkaarisuunnittelu on suunnitteluvaiheessa tehtävien valintojen tekemistä. Eri vaihtoehtoja puntaroidessa elinkaarikustannukset ovat muiden tekijöiden ohessa tärkeä valintaperuste. Siksi kustannuslaskennalla on elinkaarisuunnittelussa keskeinen rooli. Voidaankin sanoa, että elinkaarisuunnittelussa on kaksi keskeistä haastetta:

1. Rakenteiden ja materiaalien kestoikien arviointi eli kunnossapitajaksojen määrittäminen.
2. Elinkaarikustannusten arviointi. Rakennuskustannusten lisäksi joudutaan arvioimaan myös vuosikustannuksia ja kunnossapitokustannuksia.

Voidaan puhua myös koko rakennuksen elinkaarisuunnittelun sijasta jonkin rakennusosan elinkaarisuunnittelusta. Tällaisia rakennusosia voidaan pientalostakin erottaa runsaasti, kuten ikkunat, vesikatto, lämmitysjärjestelmä tai sen osat, julkisivuverhous jne. Rakennusosiin kohdistuva tarkastelu onkin käytännössä yleisempää. /18./

Kohteen saneeraustyöt kokonaisuudessaan olisi hyvä esimerkki elinkaarisuunnittelusta, minä kuitenkin pitäydyin aiheessani ja laskin elinkaarikustannukset vain rakennuksen energiakulutuksen osalta.

7.2 Elinkaarikustannukset

Pientalon elinkaaren aikaiset kokonaiskustannukset koostuvat useasta osasta:

1. Rakentamisen aikana syntyvät investointikustannukset eli tontin hinta, suunnittelu, liittymismaksut ja itse rakentamisesta aiheutuvat kustannukset.
2. Vuosittain syntyvät hoitokustannukset, kuten lämmitys, sähkö ja verot.
3. Kunnossapitojaksojen välein syntyvät kunnossapitokustannukset.
4. Elinkaaren lopussa syntyvät purkamis- ja uudelleenkäyttö- tai hävittämiskustannukset.

Elinkaaren aikana voidaan rakennuksessa tehdä myös alkuperäistä käyttötarkoitusta parantavia tai muuttavia rakennustöitä. Niitä ei kuitenkaan voida ennalta arvata, joten ne yleensä jätetään huomioon ottamatta elinkaarikustannuksia arvioitaessa.

Jotta elinkaaren eri vaiheissa syntyviä kustannuksia voidaan verrata toisiinsa ja laskea yhteen, tulisi kustannukset saattaa yhteismitallisiksi. Nykyarvomenetelmässä tulevaisuudessa syntyvät kustannukset (hoitokustannukset ja kunnossapitokustannukset) muutetaan diskonttaamalla vertailuajankohdan eli yleensä rakentamisajankohdan investointikustannuksiksi. Purkamiskustannukset ovat pieniä ja ne voidaan tavallisesti jättää laskelmista pois. Tämän jälkeen eri kustannusten nykyarvot voidaan laskea yhteen, jolloin saadaan elinkaaren kokonaiskustannusten nykyarvo rakentamishetkellä. Ne voidaan ilmaista joko kokonaiskustannuksina € tai kustannuksina asunoneliömetriä kohden (€/asm²).

Diskonttauksessa tarvitaan laskennallinen korkoprosentti. Se voitaisiin valita useilakin eri perusteilla. Valitsin kuitenkin asiakkaan todellisen asuntolainan koron arvioitun keskikoron, joka on riippuvainen jokaisen vuoden tarkistuspäivän korosta, viidentoista vuoden ajalla.

Yleensä laskennallinen korkoprosentti on suuruusluokkaa 2-5 %, mutta myöskin 0 %:a voidaan perustella. Pientalon rakennuttajan on syytä olla mukana korkoprosenttia valitsemassa.

Hoitokustannuksista suurimman osan muodostavat energiakustannukset (lämmitys ja sähkö). Energian hinnan tulevaa kehitystä on esim. 100 vuoden tähtäyksellä vaikea ennustaa, mutta yleensä sen reaaliarvon arvioidaan tulevaisuudessa nousevan huomattavasti.

tavasti. Tämä voidaan ottaa huomioon elinkaarilaskelmissa kertomalla energian laskentahetken hinta arvioidulla korotuskertoimella.

Pientalon kokonaiselinkaarikustannuksia voidaan käyttää esim. kahden tai useamman pientalon keskinäiseen vertailuun. Pientalosta haaveileva perhe voi vertailla esim. eri talovalmistajien tarjoamia talomalleja ja niiden hintoja keskenään. Tällöin elinkaarikustannukset ovat tärkeä mutta ei ainoa vertailukriteeri. Muut ns. laatutekijät, joiden painotus riippuu aina arvioijasta, on myös syytä ottaa huomioon. On huomattava, että elinkaarikustannusten laskennallinen arviointi on aika työläs tehtävä ja laskentatuloksiin sisältyy aina epävarmuustekijöitä.

7.3 Elinkaaritarkastelut

Käytännössä elinkaaritarkastelut on useimmiten järkevää kohdistaa koko rakennuksen sijasta rakennusosia, materiaaleja ja teknisiä järjestelmiä koskeviin valintatilanteisiin. Eli koko rakennuksen elinkaarisuunnittelu jaetaan pienempiin osiin, joiden yhteydessä tehtävät suunnitteluvalinnat tehdään elinkaarikustannukset minimoiden, mutta kuitenkin laadulliset vaatimukset täyttäen. Tällöin elinkaarikustannusten laskenta kohdistetaan vain niihin kustannuksiin, jotka ovat erilaisia eri vaihtoehtojen välillä. Menettelytapa on periaatteessa seuraava:

1. Valitaan tarkasteltaviksi muutamia vaihtoehtoisia ratkaisumalleja, jotka täyttävät toiminnalliset ja laadulliset vaatimukset ja ovat toteuttamiskelpoisia.
2. Arvioidaan rakennuksen elinkaaren pituus, pientalolle noin 100 vuotta.
3. Arvioidaan kullekin vaihtoehdolle investointikustannukset rakentamisaikana (rakennuskustannukset).
4. Arvioidaan kullekin vaihtoehdolle kunnossapitokustannukset ja kunnossapitokustannukset elinkaaren aikana.
5. Arvioidaan kullekin vaihtoehdolle vuosikustannukset (lämpö, sähkö, huolto tms.).
6. Arvioidaan laskennallinen korkoprosentti ja diskontataan kunnossapitokustannukset ja vuosikustannukset rakentamishetkeen. Koska korkoprosentti vaikuttaa aika voimakkaasti vaihtoehtojen välisiin kustannuseroihin, voidaan vertailulaskelmat tehdä esim. kolmea erilaista korkoprosenttia käyttäen.
7. Lasketaan kunkin vaihtoehdon investointikustannukset ja diskontatut kunnossapito- ja vuosikustannukset yhteen, jolloin saadaan kullekin vaihtoehdolle elinkaarikustannukset.

8. Arvioidaan eri vaihtoehtojen laadullisia ominaisuuksia ja valitaan suunnittelu ratkaisuksi parhaan laatu/hinta-suhteen omaava vaihtoehto.

8 KOTITALOUSVÄHENNYS

Tässä kohteessa kotitalousvähennys ei koske LVI- ja sähköitä, sillä rakennusurakoitsijan urakka jakautui vuosille 2009 ja 2010 siten että kaikki heidän tekemä työ kattoi perheen kotitalousvähennysoikeuden moninkertaisesti.

8.1 Valtion energia-avustukset

Avustuksia voidaan myöntää ympärivuotisessa omassa asuinkäytössä olevin pientalojen omistajille laite- ja materiaali investointeihin, joilla parannetaan asuntojen energiataloutta ja vähennetään energiankäytöstä aiheutuvia päästöjä sekä lisätään uusiutuvien energiamuotojen käyttöönottoa. Tätä avustusta voi saada sellaisen asuinrakennuksen omistaja, jos asuinrakennuksessa on enintään kaksi asuinhuoneistoa. Asunnossa asuvan ruokakunnan pysyvät bruttotulot kuukaudessa eivät yhteenlaskettuina saa ylittää seuraavia henkilöluvusta riippuvia tulo rajoja:

Taulukko 4. Tulorajat perheen henkilöluvun mukaan./

Henkilöluku	1	2	3	4	5
Tulot euroa/kk	1 230	2 025	2 820	3 615	4410

Yksi lisää perheessä lisää 795€ tulo rajaa.

Valtion energia avustusten ongelmakohdat tulivat esille kohteen perheelle hyvin konkreettisesti. Syksy on energia avustusten osalta erittäin huonoa rakentamisen aikaa, varsinkin jos rakentamispäätös tehdään vasta samana syksynä. Hakuaika on nimittäin keväällä (ainakin Savonlinnassa), raha ei riitä mitenkään syksyn hakijoille. Jos vielä molemmat pariskunnasta ovat normaalityössä, ovat yllä olevat tulo rajat melko alhaiset että voisi edes hakea energia avustusta.

Mielestäni jos haluamme saada säästöjä energian käytössä, avustusta pitäisi saada kaikkien sitä hakevien ja sitä pitäisi saada hakea koko vuoden ajan, jopa takautuvasti

jolloin voisi selkeästi pystyä osoittamaan säästöjen todellisuus. Ajatus, että kaikkien avustusta saavien pitäisi jälkikäteen lähettää energiatodistus säästöjen todellisuudesta kuulostaa hyvältä.

Ikävä kyllä kohteeni perhe ei saanut senttiäkään energia avustusta, vaikka sitä selvitti ja vaikka siihen olisi ollut hyvät perusteet ja näytöt.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työni tarkoituksena oli vertailla kustannuseroja joita tulee lämmitysjärjestelmien rakentamistavoissa ja materiaaleissa, sekä millaiset erot saadaan lämmityskustannuksissa. Sain myös todettua että maalämpöinvestointi oli kannattava tässä kyseisessä kohteessa, vaikkakin alkuinvestointi oli suuri sähkölämmitysjärjestelmään nähden. Se että joissakin päättötöissä on tuotu esille, että jo viiden vuoden jälkeen maalämpöinvestointi olisi kuoleutunut, ei toteutunut ainakaan tässä kohteessa. Tämä todistaa vain sitä että jokainen kohde on arvioitava erikseen.

En ottanut laskelmissani huomioon tulisijojen lämmityshyötyä sähkölämmitysratkaisussa, koska halusin nähdä vain tutkimieni järjestelmien todellisen eron kohteessa.

Uskon kylläkin että maalämpöjärjestelmällä talon lämmittämisessä ei hyödynnetä tulisijojen antamaa lämmityshyötyä, niin hyvin kuin sähkölämmityksessä. Monet sähkölämmittäjät ovat valveutuneempia uuniensa lämmittäjiä, koska heidän tavoitteena on myös vähentää kasvavia lämmityskulujaan. Keskustelin kohteen talon omistajan kanssa. Hänellä tulisijat ovat mukavuuskäytössä ja varalla mahdollisen lämmitysjärjestelmän ongelmatilanteen vuoksi. Kuitenkin on hyvä ymmärtää että tehdessään lämmitysjärjestelmä valintaa ihmisten on syytä ottaa huomioon myös tulisijojen antama todellinen hyöty lämmityskustannuksissa.

Tehdessäni sähkötöitä kiinnitin samalla huomiota rakennustöihin. Jäin jälkepäin ajattelemaan, että kohteen kannattavimmat korjaukset olivat energiataloudellisesti ajateltuna ulkoseinien ja yläpohjan lisäeristäminen ja lattialämmityksen asentaminen. Koska näissä taloissa ulkoseinät ovat huonosti eristettyjä, jolloin lattianrajassa vedon tunne voimistuu. Lattialämmitystä voidaan säätää pienemmälle teholle kuin pattereita ja näin energiaa säästyy jokaista astetta kohden 5–8 %. Lisäksi uudet ikkunat ja ovet hyvillä lämpökertoimilla lisäsivät kodin energiansäästö ominaisuuksia ja mukavuutta.

Se että käytössäni oli rakennuksen rakentamisvaiheen kustannukset ja todelliset kulusarvot oli erittäin tärkeää työni kannalta. Olenkin hyvin kiitollinen Savonlinnan LVI-palvelun, Rakennusliike Pihkaniska Oy:n ja Jarmo Kaartisen antamiin todellisiin tietoihin, joiden perusteella olen voinut laskelmani tehdä. Lisäksi SSS Oy:n sähkölas-kujen käsittelijöiden antamat tiedot helpottivat laskelmiani. Erityiskiitos Joni Koistiselle D-5 laskentaohjelmasta, jonka avulla rakennuksen energiatarvelaskelma tuli hyvinkin lähelle totuutta. Lisäksi kiitän ohjaavaa opettajaani Hannu Honkasta asiantuntevasta avusta koko opinnäytetyöni aikana.

Mielenkiintoista oli huomata laskelmissa millainen merkitys olisi ollut koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihto LTO:lla. Ilmanvaihdon hyötysuhteeksi saadaan yleensä noin 50 % hyvällä säädöllä ja oikein mitoitetulla kojeella. Tähän kohteeseen olisi ollut erittäin helppo lisätä tämä järjestelmä, koska monet seinät ja lattiatkin olivat auki sekä isoja koteloiteja oli tehty toisille putkijärjestelmille. Kohteeseen asennettu koneellisen ilmanpoistojärjestelmän hyöty on pelkästään kosteidentilojen kuivattaminen ja huoneilman raikkaana pitäminen, tuloilma venttiilit ovat asennettu huoneiden seiniin ja suodattimien läpi tuleva raaka ulkoilma lisää lämmityskustannuksia. Lämmön talteenotto järjestelmä olisi hyödyttänyt yhtä paljon molempia tutkimiani lämmitysjärjestelmiä, joten tässä vertailussa sitä ei otettu huomioon.

Muuttuvina tekijöinä voidaan pitää sähkökustannusten mahdolliset muutokset, sekä korkojen muutokset, joita ei voida ennustaa kovin pitkälle aikavälille maailman poliittisten ja taloudellisten epävarmuustekijöiden johdosta.

Olen kuitenkin pyrkinyt tuomaan tähän teoriavoittoiseen insinööriyömaailmaan hie-man käytännön läheisemmän näkökulman työni avulla. Uskoin onnistuneeni.

LÄHTEET

1. http://www.motiva.fi/files/2701/Pientalon_lammitysjarjestelmat.pdf/ s.8 johdanto
2. [http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/rakennustutkimus RTS Oy/](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/rakennustutkimus_RTS_Oy/) kuva
3. [http://www.adata.fi/portals/2/attachments/Koulutus/seminaari esitys Jussila.pdf/s.11](http://www.adata.fi/portals/2/attachments/Koulutus/seminaari_esitys_Jussila.pdf/s.11)
4. http://www.amk.fi/material/attachments/vanhaamk/etuotanto/lattialamm_tila.gif/ tekstin kuva
5. http://www.ensto.com/download/13212_sahkolammitysratkaisut.pdf/ s.25 kuva 2
6. http://www.ensto.com/download/13212_sahkolammitysratkaisut.pdf/ s.24 kuva 1
7. http://www.ensto.com/download/13212_sahkolammitysratkaisut.pdf/ s. 10, 12 ja 13 teksti
8. http://www.amk.fi/material/attachments/vanhaamk/etuotanto/lattialamm_tila.gif/ lattiapinnoitteet teksti
9. http://www.ensto.com/download/13212_sahkolammitysratkaisut.pdf/ s.22 teksti
10. www.sulpu.fi/ maalämpöpumput/ kappale 2
11. Sähköposti vaihto ja puhelinkeskustelu 28.11 tuotepäällikkö Roland Mattsson
12. Upofloor lattial..pdf./s.28 kuva 1

13. Upofloor lattial..pdf./s.32 kuva 2
14. <http://www.varaaja.com/files/varaajacom/html/Aurinkokuva3.jpg>
15. http://www.motiva.fi/files/2220/AurinkoEnergia_www.pdf/ s. 5 teksti
16. <http://www.thermia.fi/tuotteet/maalampopumpputesti.asp/> lehtiartikkeli
17. www.finlex.fi/data/normit/29520-D5-190607-suomi.pdf
18. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=51696&lan=fi>

