

LÄMMITYSMUODON MUUTOS PIENTALOSSA

Ossi Keränen
2012
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

LÄMMITYSMUODON MUUTOS PIENTALOSSA

Ossi Keränen
22.2.2012
Tekniikan yksikkö
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

OULUN SEUDUN AMMATTIKORKEAKOULU**TIIVISTELMÄ**

Koulutusohjelma

Opinnäytetyö

Sivuja + Liitteitä

Rakennustekniikka**Insinööri****56 + 0**

Suuntautumisvaihtoehto

Aika

Rakennetekniikka**22.2.2012**

Työn tilaaja

Työn tekijä

Ossi Keränen

Työn nimi

Lämmitysmuodon muutos pientalossa

Avainsanat

Lämmitysmuoto, maalämpö, pientalo

Opinnäytetyön tavoitteena oli käydä tarkasti läpi lämmitysjärjestelmän muutosprosessi pientalossa ja käsitellä siinä huomioon otettavia asioita. Muutosrakentamisen läpivienti kuvataan todellisessa kohteessa tehdyn hankkeen avulla. Kohteeseen valittiin uudeksi lämmitysjärjestelmäksi maalämpö. Työssä kerrotaan yleisesti useista lämmitysmuodoista, mutta maalämpöä tutkitaan tarkemmin.

Aluksi työssä selvitettiin lämmitysjärjestelmän muutoksen käytännön merkitystä rakennukselle. Eri lämmitysmuotoja tutkittiin ja tarkoituksena oli löytää paras mahdollinen vaihtoehto pientalokohteeseen. Muutoshankkeen päätöksenteon etenemistä seurattiin. Tarkoituksena oli käydä oikean kohteen avulla läpi järjestelmän suunnittelu ja saada selkeä kokonaiskuva siitä, miten hankeprosessi etenee. Maalämmön muutosrakentamista tutkittiin tarkemmin ja sen toiminta pyrittiin selvittämään hyvin.

Lämmitysjärjestelmän muutosrakentamisessa täytyy ottaa huomioon monia asioita suunnittelu- ja toteutusvaiheessa. Kohteeseen valmistuneen lämpöjärjestelmän muutos pienensi lämmityskuluja rakennuksessa huomattavasti. Lopputulos on hyvä, koska hanke onnistui ongelmitta ja maalämpö on myös ekologisesti erittäin hyvä ratkaisu lämmitysjärjestelmäksi.

Degree programme

Civil Engineering

Thesis

B.Sc

Pages

56

+ appendices

+ 0

Line

Structural Engineering

Date

22 February 2012

Comissioned by

Author

Ossi Keränen

Thesis title

The Change of Heating System in Detached Houses

Keywords

Heating form, geothermal heat, detached house

The objective of this thesis was to go through the changing process of heating system in a detached house precisely and to deal with the important things which should be noticed during the process. In addition, the change process inlet is described with the help of a real project which was done on an old detached house. Geothermal heating was chosen as the heating system for the target house. Many heating forms are explored generally but geothermal heating is explored more precisely in this work.

First, the practical meaning of changing the heating system for a building was clarified in the thesis. Different kind of heating forms were studied and the best option was considered for the target detached house. The decision making of the changing process was also followed. The meaning was to go through the planning of the system and get an articulate overall picture about how the changing process proceeds with the help of a real target house. The change construction of the geothermal heating was studied and the working mechanism of it was clarified well.

There are a lot of important things that must be considered when planning and implementing a change in construction. The completed change of the heat system reduced the buildings heating costs considerably. The project achieved a good result because it succeeded smoothly and geothermal heat is also ecologically a very good choice for heating system.

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT.....	4
SISÄLTÖ.....	5
1 JOHDANTO	7
2 LÄMMITYSMUODON MUUTOSRAKENTAMINEN	9
2.1 Lämmitysjärjestelmän muutoksen käytännön merkitys	9
2.2 Vaihtoehdot	10
3 MAALÄMPÖ	12
3.1 Maalämpö	12
3.2 Maalämpöpumppu	13
3.2.1 Lämpöpumpun toimintaperiaate.....	13
3.2.2 Lämmönkeruupiiri.....	14
3.2.3 Lämpökerroin	15
3.2.4 Mitoitus.....	15
3.3 Maalämmön lämmönlähteet.....	16
3.3.1 Kallioperä lämmönlähteenä.....	16
3.3.2 Maaperä lämmönlähteenä	18
3.3.3 Vesistö lämmönlähteenä.....	19
4 MUUTOSRAKENTAMISEN PÄÄTÖKSENTEON ETENEMINEN KIINTEISTÖ SOVANTIE 4:SSÄ	21
4.1 Alkusuunnittelu ja maalämmön valinta	21
4.2 Yritysten kilpailutus, tarjousten ottaminen ja sopimuksen teko	22
5 KALLIOPERÄISEN MAALÄMPÖJÄRJESTELMÄHANKKEEN VAIHEET	24
5.1 Suunnitelmat ja niiden teko	24
5.2 Urakointi	24
5.3 Valvonta ja asiapaperit	25
5.4 Järjestelmän käyttöönotto	28
5.5 Kulutusseuranta	28
5.6 Järjestelmän häiriötilanteet.....	29
6 MUUTOSRAKENTAMINEN KIINTEISTÖ SOVANTIE 4:SSÄ.....	30
6.1 Kiinteistö Sovantie 4:n lämmitysmuodon muutosrakentamisen kuvaus ..	30
6.2 Valmistuneen hankkeen työtunnit ja aikataulu	48
6.3 Muutosrakentamisen taloudellisuus	50

7 POHDINTA	51
LÄHTEET.....	54

1 JOHDANTO

Sähkölämmitys ei ole enää nykyaikana kovin suosittu valinta omakotitaloihin. Se on käyttökustannuksiltaan kallis lämmitysmuoto. Sähkölämmityksen kalliin hinnan vuoksi tämän opinnäytetyön lämmitystarkastelun kohteena olevaan taloon ryhdyttiin miettimään ja suunnittelemaan muita lämmitysmuotoja. Työn tavoitteena on kertoa lämmitysjärjestelmän muutoksesta ja sen käytännön merkityksestä. Työssä selvitetään myös, mitä eri muutosvaiheissa täytyy huomioida ja miten laadunvarmistus toteutetaan. Eri vaihtoehtoista otetaan selvää ja samalla tutkitaan, mikä lämmitysmuoto kohteeseen sopisi.

Työssä käsitellään pääasiassa maalämpöä, joka kohteeseen valittiin mahdollisista eri lämmitysjärjestelmistä. Tarkoituksena on pyrkiä selittämään maalämmön ja maalämpöpumpun toimintaperiaate mahdollisimman selkeästi. Tässä työssä tutkitaan kalliolämpöä, joten pääpaino on maalämmössä, jonka lämmönlähteenä on kallioperä. Muista lämmönlähteistä kerrotaan vain lyhyesti.

Tämän opinnäytetyön kohteena on vuonna 1963 rakennettu puurakenteinen omakotitalo. Talon tilavuus on 100 m^3 ja asuinpinta-ala 44 m^2 . Talossa on myös kellarikerros. Kohdetta kutsutaan työssä Kiinteistö Sovantie 4:ksi. Rakennukseen on rakennettu vuonna 1985 toinen puoli, jonka koko on suurempi. Sen asuinpinta-ala on 95 m^2 . Kyseessä on siis paritalo, jonka puolikkaat eivät ole samanlaiset. Uudemman puolen eristykset ovat huomattavasti paremmat kuin vanhemman puolen. Lämmönjakona talossa toimii vanhemmalla puolella vesikiertoinen patterilämmitys. Uudemmalla puolella on sähkölämmitteiset patterit. Työssä tutkittavan ja havainnoidun lämmitysjärjestelmän muutos kohdistuu pääasiassa vain vuonna 1963 rakennettuun asuntoon.

Työssä seurataan Kiinteistö Sovantie 4:n muutosrakentamista ja samalla havainnoidaan, mitä eri vaiheissa tapahtuu. Opinnäytetyössä perehdytään pientalokohteeseen tehtävän maalämpöremontin tekemisen kaikkiin vaihei-

siin. Tarvittavista toimenpiteistä sekä dokumenteista, joita tarvitaan remonttia varten, kerrotaan niin, että maalämpöremonttia suunnittelevat ja tekevät voivat saada työstä tietoa ja apua. Tavoitteena on kuvata todellisen kohteen avulla lämmitysmuodon muutoksen toteuttaminen kokonaisuudessaan.

2 LÄMMITYSMUODON MUUTOSRAKENTAMINEN

2.1 Lämmitysjärjestelmän muutoksen käytännön merkitys

Lämmitysjärjestelmät eivät ole ikuisia. Ne vaativat jossain vaiheessa muutoksia ja uusimista. Järjestelmän uusimisen ja vaihtamisen perusteena ovat myös muut asiat, kuten ympäristöystävällisyys ja lämmityskustannusten pienentäminen. Toimiva ja kunnossa oleva vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä talossa on hyvä lähtökohta muutokselle, koska siihen saa liitettyä monta eri lämmitysvaihtoehtoa. Tässä työssä havainnoidussa Kiinteistö Sovantie 4:ssä oli tällainen tilanne. Vanha vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä oli toimiva ja siihen voitiin valita useista eri vaihtoehdoista parhaiten sopiva ja toimiva veden lämmitysmuoto. (1, s. 4-5; 2, s. 12-13.)

Joissakin rakennuksissa voi olla niin, että niihin ei kannata vaihtaa päälämmitysjärjestelmää esimerkiksi taloudellisista syistä. Toisen lämmöntuottolaitteen liittäminen järjestelmään voi olla kuitenkin hyvä vaihtoehto. Silloin vanhan varsinaisen lämmityslaitteen kunto tarkistetaan ja tehdään johtopäätökset siitä, kannattaako se vaihtaa kokonaan toiseen vai onko mahdollista asentaa sen rinnalle toinen lämmöntuottolaite. Esimerkiksi aurinkokerääjä sopii hyvin toiseksi lämmöntuottolaitteeksi. (1, s. 5.)

Järjestelmään enemmän investointi tarkoittaa yleensä sitä, että käyttökustannukset ovat selvästi pienemmät. Vastaavasti jos järjestelmään ei investoi paljoa, käyttökustannukset ovat suuremmat. Lämmitysjärjestelmää muuttaessa kannattaakin ajatella tulevaisuutta, koska energian hinnat muuttuvat jatkuvasti. Esimerkiksi sähköenergian hinta on noussut tilastojen mukaan paljon viime vuosien aikana. (3.) Tulevia hintoja on vaikea ennustaa, mutta on todennäköistä, että hinnat nousevat. (1, s. 5.)

Sähkölämmitys ei enää nykyaikana ole kovin suosittu lämmitysjärjestelmä uudisrakentamisessa. Myös vanhoille rakennuksille tehdään lämmitysjärjestelmän muutoksia juuri sähkölämmityksen vaihtamiseksi parempaan vaihto-

ehtoon. Monissa vanhoissa rakennuksissa on vanha sähköllä toimiva lämmitysjärjestelmä, joka ei ole sähkönhinnan nousun vuoksi enää taloudellinen ja hyvä lämmitystapa. (1, s. 5; 2, s. 2-3.)

Lämmitysjärjestelmän muutoksen käytännön merkitys riippuu paljon siitä, minkälaisesta järjestelmästä vaihdetaan ja millainen hankitaan tilalle. Vaihtoehtoisesti voidaan myös vain liittää vanhan järjestelmän rinnalle toinen lämmityskeino. Sähkölämmityksestä siirryttäessä muihin vaihtoehtoihin lämmityskulut laskevat merkittävästi, mutta esimerkiksi järjestelmän ylläpito- ja huoltotöitä voi tulla enemmän. (1, s. 4-5.)

2.2 Vaihtoehdot

Suomen yleisin lämmitysmuoto on **kaukolämpö**. Tätä lämmitysmuotoa löytyy Suomessa lähes kaikista kaupungeista ja taajamista. Kaukolämpö sopii parhaiten tiheään asutuille ja rakennetuille alueille. Suurin osa kerrostaloista ja muista suuremmista rakennuksista ovat kaukolämmitettyjä. Omakotitaloalueille kaukolämpö ei ole siis välttämättä taloudellisin vaihtoehto. Kaukolämpöenergian hinta on kuitenkin yleensä kilpailukykyinen. (4.)

Öljylämmityskattiloiden hyötysuhde on nykyisin todella hyvä. Uusissa pienituloissa öljylämmityksen osuus on kuitenkin pieni. Suurin syy tähän ovat öljynhinnan muutokset. Järjestelmään kuuluu öljykattila, öljysäiliö ja öljypoltin. Lisäksi tarvitaan säätölaitteet. Vesikiertoinen järjestelmä toimii lämmönjakajana taloon, mutta erillistä lämminvesivaraajaa ei tarvita. Öljylämmitys voidaan yhdistää puulämmitykseen ja aurinkolämmitykseen. (5.)

Haketta, halkoja, pilkkeitä ja pellettiä käytetään **puulämmityksen** polttoaineina. Puupolttoaineet ovat ympäristöystävällisiä, koska niistä ei aiheudu hiilidioksidi- ja rikkipäästöjä. Polttoaineen täytyy kuitenkin olla riittävän kuivaa ja puhdasta. Lämmönjako tapahtuu yleensä vesikiertoisilla pattereilla tai lattialämmityksellä. Järjestelmässä voi olla varaaja, mutta se ei ole pakollinen kaikilla kattilamalleilla. (6.)

Puukattilamalleilla on joitakin eroja, kuten esimerkiksi polttoaineiden erilainen käyttö. Osa kattiloista vaatii myös enemmän lämmitystöitä. Pellettikattiloita on myös täysautomaattisia, jolloin ne eivät vaadi lämmitystöitä. Kattilat täytyy kuitenkin huoltaa tietyn ajan välein. (7.)

Aurinkolämmityksellä tarkoitetaan auringon säteilystä saatavan energian keräämistä ja käyttämistä veden tai ilman lämmitykseen. Energiaa ei muuteta sähköksi vaan se kerätään ja käytetään suoraan lämpönä. Aurinkokeräimillä lämpö otetaan talteen ja siirretään väliaineen avulla käyttöön tai varastoidaan varaajaan. Aurinkolämmitystä käytetään yleensä vesikiertolämmitysjärjestelmän kanssa, mutta joskus myös ilmanlämmityksessä. Suomessa aurinkolämmityksen ongelmana on se, että energiaa ei saada tuotettua tarpeeksi koko vuoden ajan. Aurinkoenergian hyvä puoli on ympäristöystävällisyys. (8.)

Maa- ja ilmalämpö saadaan käyttöön lämpöpumpun avulla. Ne toimivat samalla tavalla siis lämmönlähteinä. Maalämpö saadaan maaperään, kalliin tai vesistöön varastoituneesta aurinkoenergiasta käyttöön. Ilmalämpö saadaan lämpöpumpun avulla ilmastosta. Ilmalämpöpumppuja ei voida käyttää Suomessa päälämmitysjärjestelmänä kylmien talvien vuoksi. Talven kovilla pakkasilla lämmitysenergian määrä laskee ja silloin ilmalämpöpumpun lämmitysteho ei riitä kattamaan koko talon lämmitystarvetta. (9; 10.)

3 MAALÄMPÖ

3.1 Maalämpö

Maalämpö on täysin uusiutuva energianlähde. Se on veden tai maaperän massaan sitoutunutta auringon lämpöenergiaa. Kesäisin auringon säteilemä lämpöenergia varastoituu veteen ja maaperään. Talvisin lumipeite eristää maata hyvin. Vesistöissä jää ja lumi toimivat eristeenä. Lämpö ei pääse karkaamaan, koska eristeenä toimivat lumi ja jää estävät sen. Maa ei jäähdy ja routarajan alapuolella lämpötila pysyy riittävän korkeana. Suomessa auringon säteilyn tuottama maalämpö ulottuu noin 10 metrin syvyyteen. Tästä syystä lämpökaivosta saatava lämpöenergia on alkuperältään osittain geotermistä lämpöenergiaa. (2, s. 2-5; 15, s.13; 16.)

Nykyisin yleisin tapa hyödyntää maalämpöä on peruskallioon porattavan lämpökaivon tekeminen. Maalämmöllä on myös eri lämmönlähteitä ja on olemassa erilaisia keinoja käyttää sitä hyödyksi (15, s.19; 16.). Niistä kerrotaan myöhemmin luvussa 5.3.

Maalämpöä voidaan käyttää hyödyksi rakennusten lämmityksessä. Hyöty lämpöenergiasta saadaan maalämpöjärjestelmällä. Jotta varastoitunut maalämpö saadaan käyttöön, tarvitaan lämpöpumppu. Lämpöpumpulla nostetaan maalämmön lämpötilatasoa ylöspäin riittävän korkeaksi, jotta sitä voidaan hyödyntää lämmityskäytössä. Lämpöpumppu tarvitsee toimiakseen jonkin verran sähköä. (2, s. 2-4; 15, s.13.)

Maalämpöä käytetään hajautetusti pienissä rakennuskohtaisissa yksiköissä. Niissä se on taloudellisesti kannattavaa. Maalämpöjärjestelmä on kuitenkin kannattavampi varsinkin suuremmissa rakennuksissa, joissa energiankulutus on myös suurempi. Maalämmön käyttö rajoittuu pääasiassa pientaloihin, mutta sitä käytetään myös suuremmissa toimistorakennuksissa. (16.)

Pientalon energiakustannuksiin ja ympäristökuormitukseen vaikuttaa paljon lämmitysjärjestelmän valinta. Maalämmön käyttäminen on erittäin hyvä valinta ympäristön kannalta. Lisäksi sen käyttökustannukset ovat pienet. Maalämmön tulevaisuus näyttää hyvältä rakennusalailla, koska se voidaan mitoitaa täysin talon päälämmitysjärjestelmäksi myös talven koviin pakkasolosuhteisiin. Muita maalämpöä vastaavia lämmitysjärjestelmiä, jotka voivat toimia päälämmitysjärjestelmänä ei ole. Esimerkiksi ilma-vesilämpöpumput ovat menneet tekniikassa eteenpäin ja ne ovat halvempia ja helpompia asentaa, mutta niiden lämmitysteho ei riitä päälämmitysjärjestelmäksi pientaloihin. (1, s.16-17; 16.)

3.2 Maalämpöpumppu

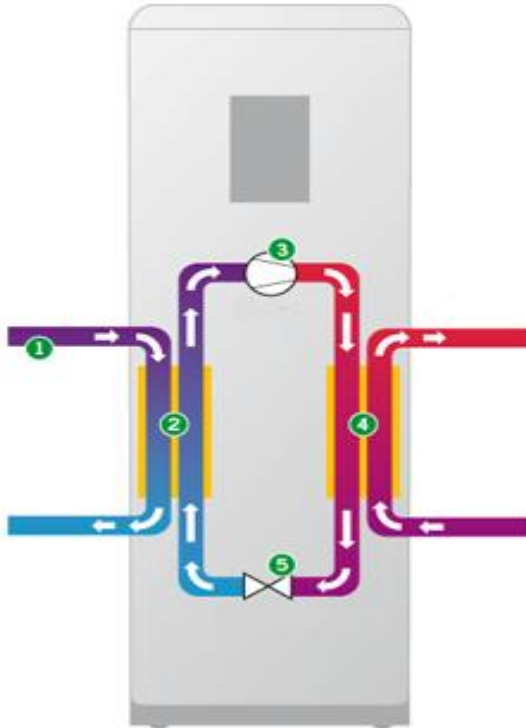
3.2.1 Lämpöpumpun toimintaperiaate

Kuvassa 1 on esitetty lämpöpumpun toimintaperiaatteen eri kohdat. Aluksi keruuputkistossa oleva lämmönkeruuneste kiertää ja kerää lämpöenergiaa ympäristöstään eli kalliosta, vedestä, ilmasta tai maaperästä. Lämmönkeruuneste on jäätymätöntä veden ja etanolin tai etyleeni-glykolin sekoitusta. (15, s. 14-15; 17.)

Haalea lämmönkeruuneste tulee lämpöpumppuun ja kohtaa lämmönvaihtimen eli höyrystimen. Liuos luovuttaa lämpöä jääkylmälle kylmäaineelle, joka höyrystyy sen lämpötilan noustua muutamasta asteen verran. Nykyisin kylmäaineena käytetään ympäristöystävällisiä hiilivetyjä tai hiilidioksidia. Höyry puristetaan korkeaan paineeseen sähköllä toimivalla kompressorilla, jolloin höyry lämpenee. (15, s. 14-15; 17.)

Syntynyt lämpö siirtyy lämmönvaihtimessa eli lauhduttimessa, kun se johdetaan sinne. Kylmäainehöyry nesteytyy jälleen, kun se luovuttaa lämmön. Lämmönvaihtimen läpi kulkee talon lämmitysjärjestelmän lämmönjakopiirin vesi tai ilma, johon lämpö siirtyy. Tästä lämmitetty vesi tai ilma jatkaa talon lämmönjakopiiriä eteenpäin ja lämmittää taloa. (15, s. 14-15; 17.)

Uudelleen nesteeksi muuttunut kylmäaine jatkaa kiertämistä lämpöpumpussa, ja sen painetta lasketaan paisuntaventtiilissä. Jääkylmäksi muuttunut kylmäaine aloittaa uuden kierron. Prosessi alkaa uudelleen, kun kylmäaine siirtyy taas höyrystimeen ja kohtaa haalean lämmönkeruunesteen. Toimintaperiaatteen vaiheet on koottu kuvaan 1. (15, s. 14-15; 17.)



KUVA 1. Lämpöpumpun toimintaperiaatteen eri kohdat (17)

3.2.2 Lämmönkerupiiri

Maalämpöjärjestelmässä lämmönkerupiiriksi kutsutaan putkistoa, jossa kiertää liuos. Liuos on jäätymätöntä ainetta, joka kerää lämpöä lämmönlähteestä, kuten kalliosta. Lämmönkerupiirin mitoittaa lämpöpumpputoimittaja. Piirin oikein mitoittaminen on tärkeää, jotta verkosto ei jää liian pieneksi, jolloin se ei pysty silloin tuottamaan lämpöä riittävästi. Mitoituksella on suuri merkitys, kuten lämpöpumpunkin valinnalla. Putkistossa käytetään materiaalina yleensä tavallista muoviputkea. (2, s. 3-4; 15, s. 15-16.)

3.2.3 Lämpökerroin

Lämpöpumpun tehokkuutta kuvataan lämpökertoimella (COP = coefficient of performance). Lämpöpumppu tarvitsee toimiakseen sähköä, mutta sen avulla saatava energiamäärä on suurempi kuin pumpun tarvitsema energia. Lämpökerroin kertoo, kuinka paljon pumppu tuottaa lämpöenergiaa verrattuna sen kuluttamaan sähköenergiamäärään. (15, s. 16-19; 18, s. 4.)

Maalämpöpumpussa kompressorin toimintaan menee suurin osa sen käyttämästä sähköstä. Lämpökerroin voi vaihdella samassa lämpöpumpussa olosuhteiden ja eri kohteiden johdosta. Mitä lähempänä lämmönlähteen ja lämmön taloon siirtävän putkiston lämpötilat ovat, sitä parempi lämpökerroin pumpulla on. Tyypillisesti maalämpöpumpuilla lämpökertoimen keskiarvo vuositasolla on noin kolme. (15, s. 16-19; 18, s. 4.)

3.2.4 Mitoitus

Maalämpöpumppuja mitoitetaan nykyisin kahdella eri tavalla. Täys- tai osateholle mitoitettuina saadaan toteutettua hyvin toimivia maalämpöjärjestelmiä. Mitoitus tehdään aina tapauskohtaisesti. (2, s. 5.)

Osatehomitoituksessa lämpöpumpulla tuotetaan noin 60–85 % rakennuksen lämmityksen tarvitsemasta maksimitarpeesta kovilla pakkasilla. Silloin sen yli tarvittava lisäenergia tuotetaan sähköllä. Osatehomitoituksen hyvänä puoleena on se, että sen hyötysuhde paranee, koska kompressori ei vaadi niin paljon sähkötehoa toimintaan. (2, s. 4-5; 15, s. 19.)

Tässä työssä tutkittuun Kiinteistö Sovantie 4:ssä valittiin täysteholle mitoitettu lämpöpumppu. Täysteholle mitoitettu lämpöpumppu kattaa rakennuksen kaikki energiantarpeet, kuten lämmityksen ja lämpimän käyttöveden, myös talvipakkasilla. (2, s. 4-5; 15, s. 19.)

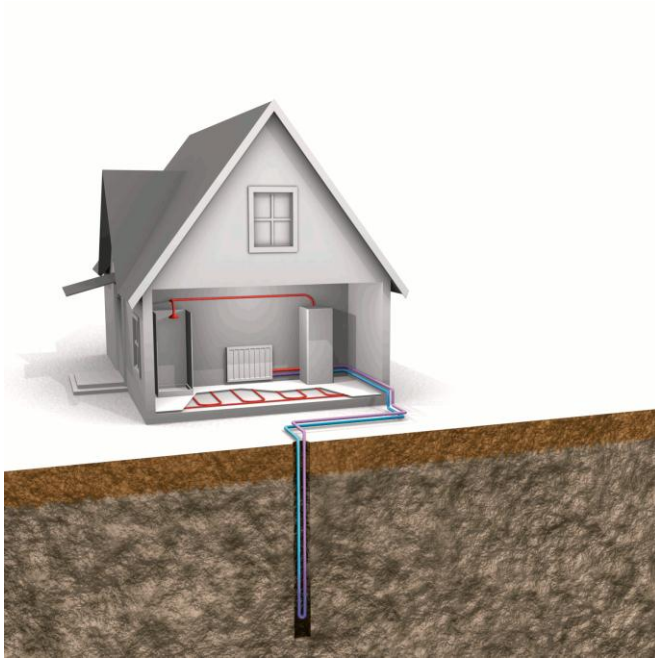
3.3 Maalämmön lämmönlähteet

Auringon energiaa on varastoitunut kallioperään, maaperään, ilmaan ja vesistöihin. Lämpöpumppu käyttää niistä löytyvää ympäristöystävällistä ja ehtymätöntä varastoitunutta energiaa lämmitykseen. Lämpöpumppuja kutsutaan eri nimillä riippuen lämmönlähteestä. Kalliosta tai maaperästä energian saavaa pumppua kutsutaan maalämpöpumpuksi. Ilmalämpöpumppu ja ilma-vesilämpöpumppu saavat energian ilmasta. Vesistölämpöpumppu saa sen nimensä mukaisesti vedestä. (19.)

3.3.1 Kallioperä lämmönlähteenä

Kallioon varastoitunut auringon energia saadaan käyttöön lämpökaivon avulla. Kallioperä on hyvä lämmönlähde, koska kallio johtaa hyvin lämpöä. Irto- maahan verrattuna se johtaa paremmin lämpöä, joten lämpökaivosta saadaan otettua suurempia lämpömääriä. (15, s. 23; 19.)

Kalliolämpö saadaan käyttöön poraamalla kallioon noin 100–200 metriä syvä lämpökaivo ja asentamalla sinne lämmönkeruuputkisto (kuva 2). Jos lämmöntarve on suuri ja kaivon syvyydeksi tarvittaisiin yli 200 metriä riittävän lämmön saamiseksi, porataan useampia kaivoja, joiden välillä täytyy olla vähintään 15 metriä matkaa. (15, s. 23; 19.)



KUVA 2. Kallioperäisen lämpökaivon lämmönkeruuputkiston asennustapa (19)

Kallion käyttäminen lämmönlähteenä on yleistynyt nopeasti viime vuosien aikana. Nykyisin lämpökaivoon liitettävä maalämpöpumppu onkin yleisin ratkaisu maalämmön eri vaihtoehtoista. Maaperällä on lähes ääretön kyky varastoida lämpöä. Tästä syystä lämpökaivojen ja porausten suuri määrä asuinalueella ei haittaa lämmönsaantia. Lämpöenergiaa riittää hyvin kaikille maaperässä, kunhan kaivoilla on väliä vähintään aiemminkin mainittu 15 metriä. (15, s. 23; 19; 20.)

Lämpökaivon etuina voidaan huomioida sen todella vähäinen vaikutus tontin ulkonäköön varsinkin maaperän lämmönkeruuputkiston asennukseen verrattaessa. Tontin kaivaustöiltä vältytään ja saadaan toimintavarma, routimaton ja pitkäikäinen järjestelmä. Lisäksi tontin ei tarvitse olla suuri ja lämpötila kalliolla yli 15 metrin syvyydessä on tasainen vuodenajasta riippumatta. (15, s. 23; 19; 20.)

3.3.2 Maaperä lämmönlähteenä

Maalämpöpumppu, joka liitetään maaputkistoon, käyttää maaperään varastoitunutta auringon energiaa. Energia saadaan tontille upotettavan putkiston avulla pumpun käyttöön samalla tavalla kuin lämpökaivostakin. (19.)

Pintamaalämmön rajoitteena ja ongelmana on tarvittava maapinta-ala. Tontin koon täytyy olla tarpeeksi suuri, koska lämmönkeruupiiri eli putkisto asennetaan vaakasuoraan. Putkisto asennetaan mutkittelevaan muotoon ja sen pituus määrittyy talon lämmitystarpeiden, tontin maaperän ominaisuuksien ja pumpun koon mukaan (kuva 3). (15, s. 20-21; 19; 20.)



KUVA 3. Maaperän lämmönkeruuputkisto asennetaan noin yhden metrin syvyyteen (19)

Järjestelmän vaativin suunnittelutehtävä on lämmönkeruuputkiston mitoitus. Mitoituksessa on todella monta asiaa, jotka vaikuttavat putkistoon. Merkittävimmät ovat kuitenkin maaperän kosteuspitoisuus ja lämmönjohtavuus. Maaperän tutkiminen ja sinne sijoitettavan putkiston suunnittelu on tärkein asia, kun lämmönlähteenä käytetään maaperää. (15, s. 20-21; 19; 20.)

Maaperäputkiston valinta lämmönlähteeksi on hyvä vaihtoehto, jos kallioperä on syvällä ja sen takia lämpökaivon poraaminen ei onnistu niin hyvin. Lisäksi

poraamista ei tarvita, joten asennuskustannukset ovat alhaisemmat kuin lämpökaivolla. (19.)

3.3.3 Vesistö lämmönlähteenä

Myös vesistöihin on varautunut energiaa. Vedestä lämpöpumppu ottaa energiaa käyttöön vesistön pohjaan asennetun ja ankkuroidun putkiston avulla. Lämmönlähteeksi soveltuvat vesistöt ovat kokemuksien mukaan merenrannat, järvet ja lammet, joiden syvyys on vähintään kaksi metriä heti rannan lähellä. (15, s. 21-23; 19.)

Lämmönkeruuputkisto ankkuroidaan veden pohjaan yleensä noin 5-10 kg:n betonipainoilla. Tämä tehdään, koska esimerkiksi jäidenlähdön aikaan putkisto voi lähteä ajelehtimaan veden ja jäiden mukana (kuva 4). Jokiin ei suositella lämmönkeruuputkiston asentamista suurempien virtauksien takia. (15, s. 21-23; 20.)



KUVA 4. Talon lämmitystarpeet vaikuttavat asennettavan lämmönkeruuputkiston pituuteen (19)

Vesistön ja talon välissä putkisto kaivetaan maahan. Putket eristetään rakennuksesta rantaan asti, ettei lämpöä pääse karkaamaan putkistosta kylmempään maahan. Lisäksi rannan lähistössä putkistoa kaivetaan maahan.

Putket on tarkoitus viedä veteen routarajan alapuolelta ja pohjan läheltä. Muuten putket voivat jäätyä kiinni vesistön jääpeitteeseen ja ne voivat vaurioitua sen johdosta. (19; 20.)

Vesistön lämmönlähteenä käyttäminen on mahdollista, jos rakennus on tarpeeksi lähellä vesistöä. Vesistölämpöpumppujen etuna pidetään sitä, ettei se vaikuta tonttiin ja sen ulkonäköön juurikaan sekä kallista poraamistyötä ei tarvitse tehdä. Putkien asennustyön suorittaminen veteen on hieman vaativampi maahan asennukseen verrattuna. (15, s. 21-23; 19.)

4 MUUTOSRAKENTAMISEN PÄÄTÖKSENTEON ETE- NEMINEN KIINTEISTÖ SOVANTIE 4:SSÄ

4.1 Alkusuunnittelu ja maalämmön valinta

Opinnäytetyön tutkittavassa Kiinteistö Sovantie 4:n paritalorakennuksessa toisella puolella oli aiemmin käytössä vain sähkölämmiteinen vesikiertolämmitys. Tästä syystä sähkölasku oli erittäin suuri kaksion kokoisessa omakotitalossa. Sähkön hinta oli noussut viime aikoina paljon. Vuoden 2011 alkuvuodesta sähkön hinta nousi entisestään edelleen ja tämän takia omistajat alkoivat miettiä muutosta lämmitysjärjestelmään. (3.)

Päätöksenteko muutosrakentamisessa alkaa vaihtoehtojen tutkimisella ja valinnalla. Erilaisista lämmitysvaihtoehdoista otettiin selvää ja maalämmön suosio viime aikoina on noussut selkeästi. Se oli myös selvästi paras tapa saada säästöä talon lämmityskuluissa niin, että sen toteuttaminen ei vaatisi liian suurta remonttia. Lisäksi otettiin tietysti selvää, paljonko lämmityskulut voivat laskea rakennuksessa eli kuinka paljon sähkölaskun summa laskee kuukaudessa, jos lämmitykseen ei käytetä sähköä vaan jotain muuta tapaa.

Kiinteistö Sovantie 4:ssä pientaloon ei ollut mahdollisuutta saada kaukolämpöä. Kyseisellä alueella ei ole kaukolämpöverkostoa, joten tämä vaihtoehto oli heti suljettu pois.

Öljylämmitystä ei valittu muutokseen, sillä öljynhinnan kehitys on arvaamaton. Öljynhinnan nousujen ja vaihtelujen takia lämmitysjärjestelmän hyvästä taloudellisuudesta ja tulevaisuudesta ei ollut varmuutta.

Puulämmityksen työmäärän vuoksi Kiinteistö Sovantie 4:ssä ei haluttu siirtyä puulämmityksen päälämmitysjärjestelmänä käyttämiseen. Lisäksi olisi täytynyt miettiä ja suunnitella polttoaineen hankintaan ja varastointiin liittyvät asiat, jotka olisivat lisänneet töitä tulevaisuudessa.

Aurinkoenergian hyvin hyödyntäminen ympäri vuoden ei onnistu Suomessa, joten aurinkolämmityksen käyttäminen päälämmitysmuotona ei onnistu. Kiinteistö Sovantie 4:ään haluttiin kuitenkin muuttaa päälämmitysmuoto. Tästä syystä aurinkolämmitystä ei valittu käytettäväksi.

Ilmalämpöpumppu ei riitä päälämmitysjärjestelmäksi, joten se ei käynyt. Maalämmöllä oli omakotitalon lämmitysmuodon valintavaiheessa monia hyviä puolia. Vesikiertolämmitystä ei tarvinnut vaihtaa, maalämmön mitoitus onnistui hyvin ja uusiutuvan energian antama mahdollisuus hakea energiaavustusta vaikuttivat valintaan paljon. Myös muutoksen helppo toteuttaminen oli tärkeä asia, ja siksi Kiinteistö Sovantie 4:ään valittiinkin muutettavaksi lämmitysjärjestelmäksi maalämpö. Koska maalämpö valittiin lämmitysmuodoksi, siitä kerrotaan tarkemmin luvussa 5.

Tutkimisen ja vertailun jälkeen päädyttiin valitsemaan eri lämmitysvaihtoehdoista maalämpö kallioperään asennetulla keruuputkistolla. Sen asentaminen on helppo tehdä vanhaankin rakennukseen. Kallioperään keruuputkisto on helppo asentaa eikä suurempia töitä tarvitse tehdä. Vaihtoehtona esimerkiksi maaperään vaakasuoraan asennettavassa keruuputkistossa koko piha olisi täytynyt kaivaa auki putkiston asennusta varten. Näin suuriin töihin ei haluttu ryhtyä. Toisaalta kallioperään asennetussa keruuputkistossa poraus-työt maksavat paljon (2, s. 4.).

4.2 Yritysten kilpailutus, tarjousten ottaminen ja sopimuksen teko

Seuraavaksi etsittiin mahdollisia yrityksiä, jotka tekevät maalämpöremontteja. Päätettiin ottaa yhteyttä kolmeen eri yritykseen, joista tuli työntekijä tutki-maan rakennuksen lämmitystilanteen, suunnittelemaan lämpöpumpun kapasiteetin ja antamaan tarjouksen remontista. Hinnaltaan tarjouksissa ei ollut suuria eroja, mutta yksi vaihtoehdoista oli kuitenkin selkeästi paras. Siitä huomattiin, että tarjoukseen panostettiin ja talon tutkimustyö tehtiin kunnolla. Lisäksi tarjouksentekijältä saatiin erinomainen idea mitoittaa maalämpö-kaivon kapasiteetti niin, että se riittää toisellekin puolelle paritaloa myöhem-

min. Kun halutaan tehdä rakennuksen toisellekin puolelle lämpöremontti, po-
raustöitä ei ole ollenkaan ja kustannukset ovat paljon pienemmät. Nyt re-
montti kuitenkin tehtiin vain paritalon pienemmälle ja vanhemmalle puolelle,
jossa lämmityskustannukset olivat liian suuret.

Tarjouksista yksi siis oli parempi kuin muut, joten valinta oli helppo. Kyseisen
yrityksen tarjouksentekijän kanssa tehtiin sopimus remontista ja se allekirjoi-
tettiin. Sopimusta tehdessä otettiin huomioon, että remonttia tekevät myös
rakennuksen omistajat itse. Kaikkia töitä ei siis laskettu tarjouksessa koko-
naan yrityksen työntekijöiden tehtäväksi, vaan kaikki mahdolliset työt tehtiin
itse. Näin remontin hintakin laski.

Sopimuksessa sovittiin myös kaikista remontissa tarvittavista laitteista ja tar-
vikkeista. Kaikesta oli määritelty hinnat mahdollisimman tarkasti, kuitenkin
niin, ettei hinta ainakaan nouse. Esimerkiksi maalämpöpumpun valinta ja va-
littujen tarvikkeiden laatu vaikuttivat remontin hintaan. Sopimuksen teko on-
nistui ilman ongelmia, eikä myöhemminkään tullut mitään ongelmia sopi-
muksen suhteen.

5 KALLIOPERÄISEN MAALÄMPÖJÄRJESTELMÄ- HANKKEEN VAIHEET

Työssä tutkittavaan Kiinteistö Sovantie 4 -pientaloon tehtiin kallioperäisen lämmönlähteen mukainen remontti. Luvuissa 4.1-4.6 käydään läpi kyseisen järjestelmähankkeen eri vaiheet.

5.1 Suunnitelmat ja niiden teko

Hankesuunnitelmat aloitetaan tutkimalla vanha lämmitysjärjestelmä ja sen kunto. Vanhasta järjestelmästä täytyy selvittää, sopiiko sen lämmönjakotapa uuteen järjestelmään. Tilanteen mukaan rakennukseen suunnitellaan uusi lämmönjakojärjestelmä, jos se on tarpeen. Vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä toimii hyvin maalämpöpumpun kanssa. (2, s. 2.)

Tämän jälkeen suunnitellaan ja mitoitetaan lämpöpumpun koko ja porareiän syvyys sekä valitaan käytettävä lämpöpumppu. Niihin vaikuttaa useat asiat, kuten esimerkiksi lämmitettävän talon koko, valittu lämmitysteho, maaperä ja talon eristykset. Myös lämpöpumpulle ja esimerkiksi lämminvesivaraajalle tarvittavien tilojen tarvittava määrä voi vaikuttaa suunnitelmiin ja päätöksiin. (1, s. 17; 2, s.4-5.)

Kun lämmitysjärjestelmä on saatu suunniteltua, voidaan jatkaa suunnittelua porareiän paikan valinnalla ja hankkimalla tarvittavat piirustukset. Myös muut tarvittavat asiapaperit hankitaan. Seuraavaksi suunnitellaan hankkeen aikataulua, urakoinnista ja tarvittavien rakennusmateriaalien hankinnasta tehdään sopimus. (1, s. 5; 2, s. 4-5.)

5.2 Urakointi

Urakoinnista sovitaan tarjousta ja sopimusta tehdessä valitun yrityksen kanssa. Urakointi tehtiin Kiinteistö Sovantie 4:ään täysin sopimuksen mukai-

sesti. Urakan vaativimmat ja ammattitaitoa vaativat työt suoritti lähes kokonaan yksi yrityksen työntekijä, jonka kanssa sopimus myös tehtiin. Sähkö- ja kaivuutyöt kävivät tekemässä muut työntekijät. Urakan sopimuksessa määriteltiin, kuka tekee tietyt työt. Tarkoituksena oli, että helpommat ja yksinkertaiset työt tekivät remontin tilaajat itse ja muut työt tekivät yrityksen työntekijät.

Urakoinnin teosta ja töiden ajoituksesta ei ollut tarkempia suunnitelmia. Työt tehtiin mahdollisimman tarkkaan ja rauhassa. Kiirettä ei ollut talon lämmityksenkään suhteen, koska urakka aloitettiin kesällä, kun lämmitystä ei enää lämpimien ilmojen johdosta tarvittu. Sähkötöiden valmistuttua saatiin käyttövesi heti lämpimäksi rakennukseen. Hankkeen ja urakan todellinen läpimenoaika oli noin 2,5 kuukautta.

5.3 Valvonta ja asiapaperit

Hankkeella täytyi olla KVV-työnjohtaja, joka **valvoi** työn edistymistä ja tarkisti, että kaikki asennetaan ja rakennetaan oikein. Sitä varten tehtiin myös hakemus ja siihen täytyi saada hyväksytty päätös. Hakemuksista ja asiapapereista kerrotaan tarkemmin myöhemmin. KVV-työnjohtajana toimi hankkeen tehneen yrityksen työntekijä. Maalämpöpörausta varten täytyi olla ammattitaitoinen valvoja. Pörausta valvoi porausyrityksen työnjohtaja.

Työn valmistuttua sen kävi vielä tarkistamassa Oulun kaupungin rakennusvalvontaviranomainen. Viranomaisen teki hankkeelle LVI-loppukatselmuksen. Loppukatselmuksesta saatiin virallinen ja hyväksytty päätös. Mitään huomautuksia katselmuksessa ei ollut.

Maalämmön asentamiseen ja kalliolämpöreian tekemiseen tarvitaan **luvat**. Lupakäytännöissä on eroja eripuolella Suomea. Lisäksi lupaprosessin hinnoissa on myös eroja. (11, s. 11.) Luvat tarvitaan seuraavien syiden takia:

- Porattavat reiät eivät saa vaarantaa kaupungin infraa.
- Porareivät saadaan kartalle ja näin niiden paikat tunnetaan tarkkaan myöhemminkin.

- Reiät eivät saa mennä liian lähelle naapurin rajaa niin, että naapurin mahdollisuus tehdä samanlainen systeemi vaarantuu.
- Porareiän lämmöntuottokapasiteetin täytyy olla suurempi vaadittavaan energiantarpeeseen verrattuna, joka on osoitettava laskelmilla riittäväksi.

Maalämpöremonttia varten täytyi hakea **toimenpidelupa**. Toimenpidelupaa varten tarvitaan seuraavia selvityksiä ja asiapapereita:

- rakennuslupahakemus
- ilmoitus rajanaapureille
- tontin valtakirja
- todistus rakennuspaikan hallinnasta
- asemapiirros

Lupahakemuksessa on kohta rajanaapureille ilmoituksesta. Se tehdään, jos porattavan reiän etäisyys naapurin rajasta on suurempi kuin 10 metriä. Naapureita täytyy kuulla jos reiän etäisyys rajasta on alle 10 metriä, koska alle 10 metrissä rajalta järjestelmä ottaa lämpöä myös naapurin tontilta. Tontin valtakirjaa tarvitaan, jos luvan hakijana on joku muu kuin tontin haltija. Asemapiirroksessa täytyy näkyä reiän paikka ja pumpulle menevä yhteys katkoviivalla. (13.)

Maalämpöreiälle on määritetty tiettyjä vaatimuksia sen paikan suhteen. Reiän täytyy olla yli 1,5 metrin etäisyydellä kaupungin rajasta tai kadun reunasta. Lisäksi reiän on oltava naapurin rajasta yli 1,5 metrin etäisyydellä ja, jos etäisyys on alle 10 metriä rajasta, täytyy naapureilta saada suostumus reiän poraamiseen. Poraussäännöistä on tullut aiemmin, niiden puuttumisen tai vajavaisuuden takia, jonkun verran myös ongelmia eri puolilla Suomea. Suomessa on myös määritetty joitakin alueita, joille maalämpöreikiä ei saa porata. (12, s. 10; 13.)

Ennen Kiinteistö Sovantie 4:n remontin aloittamista täytyi siis hankkia tarvittavat luvat. Lisäksi remonttia varten haettiin myös energia-avustusta. Remontin suunnittelu oli aloitettu hyvissä ajoin keväällä, ja tarkoitus oli aloittaa

työt vasta toukokuussa kun poraustyöt pystyttiin tekemään lumien ja maan sulattua. Näin lupien ja energia-avustuksen hankkimisen kanssa ei tullut kiirettä.

Maalämpöremonttia varten täytyi hakea toimenpidelupa. Maalämpöreiän paikka saatiin tontille hyvin, niin että se ei ollut liian lähellä naapurin rajaa eikä kaupungin rajaa. Toimenpidelupaa varten ei tarvittu naapurin suostumusta, mutta selvitys naapureille tiedottamisesta täytyi kuitenkin olla. Asemapiirros, jossa reiän paikka näkyy, tarvittiin myös. Piirustukset tehtiin skannaamalla vanha asemapiirros ja muuntamalla se AutoCAD-ohjelmalla muokattavaksi. Ohjelmalla piirrettiin reiän paikka ja asemapiirroksista tulostettiin 1:500 mittakaavassa kolme sarjaa. Lisäksi tarvittiin energialaskelma ja selvitys rakennuspaikan omistus- ja hallintaoikeudesta. Energialaskelma saatiin yritykseltä.

Toimenpideluvasta saatiin hyväksytty päätös 7.4.2011. Päätöksessä kerrottiin lisäselvityksistä ja poikkeuksista sekä KVV-työnjohtajan vaadittavasta hyväksynnästä. Enää tarvitsi vain täyttää KVV-työnjohtajan hakemuspaperit ja saada hyväksyntä siihen.

Energia-avustus tarkoittaa, että remontin kuluihin voi saada 20 prosenttia avustusta, kun pientalo siirtyy käyttämään uusiutuvaa energiaa. Energia-avustusta haetaan kunnalta, joka hakee rahoituksen avustusta varten valtiolta. Tarkemmin avustuksen summa selviää hankkeen budjetin varmistuttua. (14, s. 5.)

Kiinteistö Sovantie 4:n haetun energia-avustuksen hakemuksen päätöstä ei ollut tullut ennen töiden aloittamista. Avustuksesta päätös tuli myöhemmin, mutta päätöksen puuttuminen ei estänyt töiden aloittamista. Jotta työt voitiin aloittaa, täytyi kuitenkin hakea **ennakkoaloituslupaa**. Ennakkoaloitusluvan myöntäminen ei kuitenkaan sido kuntaa avustuksen myöntämiseen, joten varmuutta energia-avustukseen ei ollut töiden alettua ja valmistuttua. Luvasta saatiin myönnetty päätös 28.4.2011 ja työt aloitettiin suunnitelmien mukaan toukokuun alussa. (14, s. 5.)

5.4 Järjestelmän käyttöönotto

Maalämpöpumpun käyttöönotto on yksinkertainen toimenpide. Pumput ovat hyvin automatisoituja ja niiden asetuksia ei tarvitse paljon edes ensimmäisellä käynnistyskerralla muuttaa. Pumppuun laitetaan virrat päälle ja asetukset tarkastaa pumpun asentaja. Tämän jälkeen odotetaan hetki ja tarkistetaan, että pumppu alkaa toimia ja lämmittää vettä. (2, s. 8-10.)

Pumpun asetusten muuttaminen on joissain tilanteissa tarvittavaa. Pumpun mukana tulee kattava ohjekirja, jossa myös neuvotaan pumpun asetukset ja niiden muuttaminen. Myös pumpun asentaja osaa muuttaa pumpun asetuksia ja auttaa sekä antaa neuvoja pumpun käyttöönotossa. Käyttöönoton jälkeen on syytä tarkistaa pumpun toimintaa lyhyin väliajoin mahdollisten ongelmien takia. Jos pumppu kuitenkin toimii normaalisti, voi tarkistuskertoja alun jälkeen vähentää. (2, s. 8-10.)

5.5 Kulutusseuranta

Kulutusseuranta on helppo tehdä kallioperäiseen maalämmitysjärjestelmään. Täytyy vain seurata, paljonko lämpöpumppu käyttää sähköä tuottaakseen talon lämmitysenergian. Myös vanhojen kulutusmäärien vertaaminen onnistuu helposti, jos vanhat kulutusmäärät on kirjattu ylös aiemmin ennen maalämmön käyttöönottoa. Niitä vertailemalla myös näkee hyvin selkeästi, kuinka hyvä ratkaisu maalämpöenergian käyttö on. Lämpöpumpulle voidaan asentaa oma sähköenergiamittari ja sen avulla seurata, kuinka paljon sähköä kuluu lämpimän käyttöveden ja rakennuksen tilojen lämmitykseen. Lopuosa sähkönkulutuksesta menee rakennuksen sähkölaitteisiin ja valaistukseen. Mittarin asentaminen ei kuitenkaan ole pakollista, koska sähkölaitteisiin ja valaistukseen kulunut energia voidaan arvioida ja laskea suunnilleen. Tällä tavalla saadaan myös lämmitykseen kuluneen energian määrä laskemalla. (1, s. 17.)

5.6 Järjestelmän häiriötilanteet

Järjestelmän häiriötilanteita varten saatiin urakan tehneeltä ja järjestelmän asentaneelta yritykseltä toimintaohjeet. Lisäksi saatiin myös lämpöpumpun kattava ohjekirja, josta saa ohjeita mahdollisia erilaisia häiriötilanteita koskien. Häiriötilanteissa lämpöpumppu hälyttää automaattisesti. Sähkövastus menee myös automaattisesti päälle häiriötilanteissa, joten veden lämmitys ei keskeydy. Huoltoon tulee ottaa yhteyttä, jos vika ei poistu kuittauksella. (2, s. 10-11.)

6 MUUTOSRAKENTAMINEN KIINTEISTÖ SOVANTIE 4:SSÄ

6.1 Kiinteistö Sovantie 4:n lämmitysmuodon muutosrakentamisen kuvaus

Tämän työn tutkittavaan pientaloon tehtiin siis kallioperäinen maalämpöremontti ja hankkeen rakentamisen etenemistä seurattiin. Suunnittelujen jälkeen rakennustyöt alkoivat lämpökaivon porauksella. Sopimuksen mukaan remontin tekevä yritys hoiti yhteydenotot porausyrityksen kanssa. Poraukset aloitettiin viikolla 19. Porausyritys toi kuorma-autolla tela-alustaisen porauskoneen paikalle. Aluksi 170 mm halkaisijaltaan olevaa teräsputkea porattiin maahan niin pitkälle, että maa loppui ja kallio alkoi. Sen jälkeen kalliota porattiin 200 metrin syvyyteen asti. Kaikki irtomaa ja vesi imettiin paineella pois porakaivosta.

Yleensä poraustyöt saadaan tehtyä yhden päivän aikana riippuen poraussyvyydestä. Tällä kertaa porauksen yhteydessä tuli kuitenkin vastaan hieman ongelmia. Noin 100 metrin syvyydessä paine nousi poraajien mukaan liian korkeaksi ja vettä tuli kaivon kautta liikaa. Ensimmäinen porauspäivä päätettiin lopettaa ja jatkaa porausta seuraavana päivänä kestävämmillä poisto-putkilla. Toisena päivänä poraus saatiinkin tehtyä loppuun asti, eli tarvittavaan 200 metrin syvyyteen. Kaivossa olevien putkien suut suljettiin, jotta niiden sisään ei pääse maata (kuva 5). Kolmantena päivänä poraajat kävivät viimeistelemässä työn ja hakemassa laitteensa sekä koneensa. Poraustöihin kului aikaa yhteensä noin 14 tuntia. Töitä teki kaksi poraajaa sekä työnjohtaja oli välillä paikalla valvomassa työntekoa.



KUVA 5. Porakaivon pintaosa ja aloitetut kaivuutyöt

Porauksen jälkeen muut työt aloitettiin kaivuutöillä. Maalämpöputket täytyi saada menemään sokkelin alta rakennuksen kellarikerrokseen, johon lämpöpumppu ja lämminvesivaraaja sijoitettiin. Suunnittelua vaikeutti paljon se, että ei tiedetty tarkalleen, kuinka syvällä asti sokkeli on. Kaivuussyvyys myös lisääntyi, koska maalämpöputket täytyi saada laskemaan porakaivoa kohti (kuva 6). Tässä vaiheessa tehtiin vain suurin osa kaivuutöistä, koska putkia ei vielä voitu liittää porauskaivoon.



KUVA 6. Maata jouduttiin kaivamaan yli kahden metrin syvyyteen

Viikolla 20 aloitettiin vanhojen laitteiden purku kellarista. Ensimmäisenä täytyi purkaa vanha lämminvesivaraaja, joka oli liian suuri tulevaan järjestelmään. Vanhan varaajan koko oli 1500 litraa ja uuden 600 litraa. Tarkoituksena oli saada talon käytölle paremmin sopiva varaaja. Kun vanhan säiliön 1500 litraa vettä lämmitettäisiin, osa vedestä ehtisi jäähtyä ennen käyttöä, ja se täytyisi lämmittää uudelleen. Pienemmällä säiliöllä pyrittiin vähentämään hukkalämmitystä (kuva 7).



KUVA 7. Lämmityksen taloudellisuuden vuoksi vanha lämminvesivaraaja vaihdettiin uuteen

Vanha varaaja jouduttiin purkamaan palasiksi, jotta se saatiin ulos kellarista. Ovi oli liian pieni, joten varaajaa ei olisi saatu kokonaisena ulos. Aiemmin, kun vanha varaaja asennettiin paikoilleen, kellarissa oli suurempi autotallin ovi. Vanha varaaja oli säilynyt yllättävän hyvin. Se oli ruostunut vain vähän muutamista kohdista. Uusi varaajakaan ei mahtunut oviaukosta sisään, joten oli suunniteltu, että hankitaan kokonaan uusi ovi ja levennetään oviaukkoa samalla 10 cm. Näin saatiin samalla vaihdettua huonosti lämpöä eristävä vanha ovi pois.

Ensiksi varaaja tyhjennettiin vedestä. Varaajasta poistettiin kaikki lähtevät ja tulevat putket sekä sähköjohdot. Varaajan kyljistä täytyi purkaa ensin metallinen suojakuori pois. Sen jälkeen eristeet irrotettiin, jotta se pystyttiin leikkaamaan palasiksi ilman tulipalon syttymistä. Kun eristeet oli saatu tarpeeksi hyvin irti kyljen pinnasta, varaaja leikattiin yhteensä neljään eri osaan ja vietiin ulos (kuva 8).



KUVA 8. Varaajan polttoleikkaus osiin

Ensimmäisen seinäosan leikkauksen jälkeen varaajan pohjalta tyhjennettiin vesipumpun avulla loputkin vedet. Lisäksi kaikki vanhat ylimääräiset putket purettiin pois (kuva 9). Näitä töitä tehtiin kolmen päivän aikana yhteensä 9 tuntia.



KUVA 9. Uusi varaaja suunniteltiin asennettavaksi vanhan varaajan jättämään aukkoon

Maalämpöputket täytyi saada vedettyä huoneen toiselle puolelle. Ne kuitenkin haluttiin saada niin, etteivät ne ole tiellä tai näkyvissä. Ainoaksi vaihtoehdoksi jäi vetää putket lattialaatan alle. Niinpä lattialaatta piti piikata huoneen poikki noin 40-50 cm:n leveydeltä ja kaivaa syvyyttä lisäksi (kuva 10).



KUVA 10. Lattialaattaa piikatessa täytyi varoa putkia

Aluksi piikkausta yritettiin valmiiksi kotoa löytyvällä pienellä piikkauskoneella. Siinä eivät kuitenkaan riittäneet tehot lattialaatan piikkaukseen, joten päätettiin myöhemmin vuokrata tarpeeksi iso kone kyseiseen työhön. Piikkaus onnistui vuokrakoneella helposti. Vanhaa lattialaattaa ei oltu valettu kovin syvälle asti ja raudoituksiakaan ei ollut. Viemäriputken kanssa täytyi kuitenkin varoa, ettei sitä rikkonut. Maata täytyi kaivaa jonkun verran vielä laatan piikkauksen jälkeen, jotta putket saatiin tulemaan sokkelin alta sisäpuolelle (kuva 11).



KUVA 11. Lattialaatta piikattuna ja ura valmiina putkien asennusta varten

Putkimies toi tarvittavan pituiset maalämpöputket ja niiden suoja-putket. Ne valmisteltiin paikoilleen asettamista varten. Samalla oli tarkoitus myös laittaa putket paikoilleen ulkoa, mutta kaivuutöissä tuli vastaan ongelmia. Koska putket täytyi saada sokkelin alta menemään sisälle niin, että putket laskivat pois päin rakennuksesta, maata täytyi kaivaa lähes 3 metrin syvyydelle. Kaivettava maa oli hiekkamaata, joka alkoi sortua kokoajan lisää. Niinpä sovittiin, että tilataan paikalle kaivuri, koska lapiokaivaminen ei oikein onnistunut.

Tässä vaiheessa levennettiin myös oviaukkoa. Toiselta puolelta aukkoa levennettiin noin 15 cm. Harkkoja leikattiin timanttilaikalla molemmilta puolilta ja lopuksi pinta tasoitettiin. Näin oviaukko oli tarpeeksi leveä, jotta uusi varaaja ja maalämpöpumppu saatiin vietyä sisälle (kuva 12). Piikkaustyöt, oviaukon levennys ja maalämpöputkien valmistelut tehtiin viikolla 21. Niihin kului aikaa yhteensä 11 tuntia.



KUVA 12. Oviaukkoa levennettiin sopivaksi uutta leveämpää ovea varten

Kaivuri saatiin tilattua seuraavalle maanantaille. Kaivuutyöt sujuivat aiempaa paljon helpommin ja paremmin, mutta maata täytyi kaivaa huomattavasti enemmän kuin oli suunniteltu. Lämpökaivon ympärille täytyi saada tarpeeksi työskentelytilaa. Lapiokaivuulla tästä ei olisi tullut mitään. Noin kahden tunnin kaivuutöiden jälkeen maalämpökaivon ympärillä oli tarpeeksi tilaa ja se saatiin tarpeeksi syväksi (kuva 13).



KUVA 13. Ilman kaivurin apua näitä kaivantoja ei olisi saatu tehtyä ajoissa

Maalämpökaivon yläosasta täytyi leikata poikki noin 2,5 metriä pitkä osa, että voitiin tehdä lämmönkeruupiiriä varten putkiliitokset (kuva 14). Putket vedettiin paikoilleen sokkelin alta sisäpuolelle ja varmistettiin, että ne laskevat maalämpökaivoa kohti.



KUVA 14. Töitä vaikeutti huomattavasti kaivannon syvyys

Kaivon putket yhdistettiin hitsaamalla sisälle vietäviin putkiin. Lämpökaivon yläpään putkien liitoskohdan ympärille laitettiin suojaksi eristeitä. Kun liitoskohta oli kunnossa ja putket paikoillaan, maat levitettiin takaisin kuoppaan ja ulkotyöt olivat valmiina (kuva 15).



KUVA 15. Lämpökaivon yläosassa lämmönkeruupiirin putket liitettiin toisiinsa ja liitos suojattiin

Kaivuutyöt ja putkien kiinnitys tehtiin viikolla 22. Niihin kului yhtenä päivänä aikaa noin neljä tuntia. Samalla viikolla tehtiin myös lattian valutyöt sisällä. Tarkoituksena oli saada sisällä kaikki muut työt mahdollisimman valmiiksi ennen kuin uusi lämminvesivaraaja ja lämpöpumppu tuotiin sinne. Se helpotti putkimiehen työskentelyä myöhemmin. Putket oli saatu vedettyä ulkoa ja ne olivat paikallaan sisälläkin, joten huoneen poikki piikattu lattialaatta voitiin valaa takaisin umpeen. Valutöihin kului aikaa yhteensä kolme tuntia.

Viikolla 23 saapui uusi lämpöpumppu (kuva 16). Se siirrettiin paikoilleen maanantaina illalla odottamaan tulevien päivien asennustöitä.



KUVA 16. Lämpöpumppu on merkiltään Oilon Home Geopro GT 11

Myös varaaja saapui samaan aikaan työmaalle. Molemmat, sekä varaaja että pumppu, ovat Oilon Home Oy yrityksen valmistamia (kuva 17). Samalla suunniteltiin ja valmisteltiin uusien sekä vanhojen vesiputkien asennus- ja irrotustöitä. Putkien asennus täytyi suunnitella tarkasti niin, että vesikierto toimii halutulla tavalla. Lisäksi tarvittavat putket täytyi saada hyvin mahtumaan ja helposti asennettua paikoilleen. Pumpun ja varaajan välille tuleville putkille oli tilaa riittävästi.



KUVA 17. Lämminvesivaraajan merkki on Oilon Home GT 600 -varaaja

Putkityöt aloitettiin purkamalla loput jäljellä olevat vanhat putket pois. Putkien asentaminen oli yksinkertaista ja helppoa työtä. Suunnittelussa täytyi kuitenkin olla tarkkana. Putkimies suunnitteli putkille paikat ja sopivat liitoskohdat. Lisäksi hän mittasi ja leikkasi oikeanpituiset putket sekä tilasi ja haki oikeanlaiset liitospaleet paikan päälle. Putket ja liitospaleet kiinnitettiin mahdollisimman hyvin. Liitospaleiden kierteisiin laitettiin hamppua ja kittiä, jotka pitävät putket paikoillaan todella hyvin kuivuttuaan (kuva 18).



KUVA 18. Osa putkitöistä tehtynä ja liitettynä lämminvesivaraajaan

Kuten suunnitteluvaiheessa sovittiin, lämpöpumpun teho mitoitettiin riittämään paritalon toisellekin puolelle valmiiksi. Tämän vuoksi myös talon toisen puolen meno- ja tulovettä varten vedettiin valmiiksi putket viereiseen huoneeseen seinän läpi. Reikien piikkaus harkkojen läpi onnistui helposti. Nämä putket jäävät odottamaan myöhempää remonttia paritalon toiselle puolelle, kun sinne vaihdetaan vesikiertolämmitys ja otetaan myös maalämpö käyttöön sähkölämmityksen tilalle (kuva 19).



KUVA 19. Valmiit lähtövesiputket talon toista puolta varten

Tärkeintä oli suunnitella tarkkaan putkien reitit ja paikat, jotta vastaan ei tule ongelmia. Mitään suurempia ongelmia putkien asennuksessa ei tullut. Välillä täytyi hankkia uusia putkenkappaleita ja muita tarvikkeita, mikä hieman hidasti työtä. Loppua kohti putkien asentamisessakin oli ja hieman vaikeuksia niiden suuren määrän takia. Tilaa ei ollut enää niin paljon kuin alkuvaiheessa.

Sähkötöitä täytyi myös tehdä jonkin verran ja sitä varten sopimuksen mukaan remonttia tekevä yritys hankki paikalle sähkömiehen. Sähkömies kävi yhtenä päivänä katsomassa tilannetta ja suunnittelemassa, miten tarvittavat työt tehdään ja mitä niiden toteuttamiseen tarvitaan. Suunnitteluun kului aikaa noin tunti. Seuraavana päivänä sähkötyöt tehtiin kaikki kerralla.

Vanha sähkökytkin purettiin pois ja ylimääräiset sähköjohdot, jotka menivät vanhan lämminvesivaraajan vastuksille, purettiin. Uuteen lämminvesivaraajaan asennettiin lämpöparoni sähkölämmityselementti. Siinä on kaksi 4,5 kilowatin sähkövastusta. Lämpöparoni asennettiin siltä varalta, jotta sähköllä saadaan lämmitettyä vesi ja talo, jos lämpöpumppuun tulee ongelmia (kuva 20).



KUVA 20. Vesi saadaan lämmitettyä mahdollisissa häiriötilanteissa myös lämpöparonin avulla

Järjestelmään on kytketty myös kiertovesipumpulla toimiva lämmityskattila, joten tarvittaessa lämmitys onnistuu myös puilla. Sähkökaapista vedettiin uudet johdot vastuksille ja lämpöparonille. Lisäksi sähköjohdot täytyi vetää kaapista lämpöpumpulle ja lämpötila-anturille, joka asennettiin ulos mittamaan lämpötilaa. Lopuksi lisätyönä huoneeseen asennettiin vielä kaksi va-

laisinta ja pistorasiaa. Sähkötyöt tehtiin viikolla 23 ja niihin kului aikaa seitsemän tuntia.

Kun uudet putket oli saatu asennettua varaajan ja vanhojen vesikiertoputkien välille, suunniteltiin, miten putket, välikappaleet ja mittarit asennetaan lämpöpumpun ja varaajan välille. Tämä oli paljon helpompaa kuin aiempien putkien suunnittelu ja asennus, koska varaajan ja pumpun välille putkia tuli paljon vähemmän.

Maalämpökaivosta tulevat putket eli lämmönkeruupiiri täytettiin etanolilla, koska niistä täytyi saada poistettua ilma. Sen jälkeen ne yhdistettiin lämpöpumppuun. Etanoli kiertää lämmönkeruupiirissä. Lämpökaivon porauksen yhteydessä asennetuissa putkissa etanoli oli jo valmiina. Myöhemmin liitetyt putket, jotka vedettiin sokkelin alta talon sisälle, eivät sisältäneet vielä etanolia.

Pumpun ja varaajan viereen asennettiin kaksi paineentasaussäiliötä. Lämpöpumpun vieressä oleva säätelee maalämpökaivoon 200 metrin syvyyteen menevien maalämpöputkien eli keruupiirin painetta. Toinen paineentasaussäiliö säätelee talon vesikiertoputkissa olevaa painetta (kuva 21).



KUVA 21. Paineentasaussäiliöt säätelevät putkien paineita ja kiertävän nesteen nopeutta

Tässä vaiheessa putkityöt alkoivat olla tehtynä. Joihinkin pattereihin vaihdettiin vielä termostaatit ja varaaja täytettiin vedellä. Se lämmitettiin sähköllä ensin ja kokeiltiin, että vesi kiertää oikein putkistossa. Mitään ongelmia vesikiertossa ei löytynyt ja mikään putkiliitoskaan ei vuotanut. Patterit ilmattiin, koska ne olivat olleet tyhjillään. Samalla todettiin myös, että sähköparoni toimii ja varaajan laipat eivät vuoda. Laippojen eristäminen on tarkoitus tehdä myöhemmin. Putki- ja patterityöt saatiin tehtyä loppuun viikolla 24.

Jäljellä ei ollut enää suurempia töitä. Kellarin ovi asennettiin paikoilleen ja oviaukon reunat eristettiin mahdollisimman hyvin. Vanhaan oveen verrattuna uusi ovi oli selkeästi tiiviimpi ja hyvin lämpöä eristävä eli energiaovi (kuva 22).



KUVA 22. Uusi, tiiviimpi ja hyvin lämpöä eristävä ovi asennettuna

Lämminvesivaraajan vieressä olleet epätasaisuudet betonilattiassa valettiin umpeen. Valutyöt onnistuivat hyvin ja lattiasta saatiin tasainen (kuva 23). Osa vesikiertoputkista ja lisäksi kaikki putket lämpöpumpun ja varaajan välillä eristettiin vielä myöhemmin.



KUVA 23. Lattiassa varaajan viereen jäänyt aukko täytyi valaa umpeen

Maalämmön osalta työt alkoivat olla valmiina (kuva 24). Lopuksi vain varmistettiin, että kaikki säädöt ovat kunnossa lämpöpumpussa. Lämpöparoni oli sammutettu jo aiemmin ja veden lämpötila varaajassa oli laskenut.

Lämpöpumppuun kytkettiin virrat päälle ja tarkistettiin, että se alkoi toimia oikealla tavalla. Myöhemmin tultiin tarkistamaan, onko veden lämpötila noussut, ja samalla putkimies opetti pumpun asetuksien muuttamista ja säätöä. Pumpun käyttöönotto sujui ongelmitta.



KUVA 24. Putkityöt, pumppu ja varaaja asennettuna ja valmiina toimimaan

Remontin loppuksi tehtiin vielä joitakin lisätöitä. Varaajan ja lämpöpumpun huoneen lattiaa tasoiteltiin mahdollisimman hyvin. Lisäksi siihen laitettiin vesieristys ja lattialaatoitus (kuva 25).



KUVA 25. Huoneen lattiasta tehtiin vedenkestävä ja tasainen

Ulko-ovea varten asennettiin ulos katos, jotta vesi ei pääse suoraan satamaan oveen. Näin ovi kestää varmasti pitempään eikä kosteusongelmia pääse syntymään (kuva 26). Myös kellarikerroksen seiniin laitettiin lisäeristyksiä.



KUVA 26. Ulos, oven päälle asennettiin katos suojaamaan ovea vedeltä

Remontin päätyttyä huone on käytännöllisempi. Lisäksi huoneessa on selkeästi enemmän tilaa, koska vanha varaaja oli paljon suurempi uuteen verrattuna. Lopuksi työn valmistuttua Oulun kaupungin rakennusvalvontaviran-

omainen kävi vielä tekemässä LVI-lopputarkastuksen Kiinteistö Sovantie 4:ssä. Remontti sujui kokonaisuudessaan erittäin hyvin. Mitään suurempia ongelmia tai yllätyksiä sen aikana ei tullut. Lämpöpumppu alkoi lämmittää varaajan vettä heti niin kuin pitikin ja lämmitysjärjestelmä toimi (kuva 27).



KUVA 27. Lämpöpumpun käyttöönotossa ei ollut ongelmia

6.2 Valmistuneen hankkeen työtunnit ja aikataulu

Remontti aloitettiin toukokuun alussa poraustöillä ja kokonaisuudessaan se oli valmiina heinäkuun puolessa välissä. Hankkeen yleisaikataulu näkyy taulukossa 1. Osa töistä tehtiin itse, niin kuin sopimuksessa oli sovittu. Töillä ei ollut mitään kiirettä, koska kesällä lämmitystä ei tarvittu.

TAULUKKO 1. Hankkeen toteutunut yleisaikataulu

Työvaihe	Viikko	Päivät
Poraustyöt	19	Ma 9.5 – Ke 11.5
Vanhan varaajan purku	20	Ma 16.5 – Ke 11.5
Lattian piikkaus + oven karmit	21	Ma 23.5 – Ti 24.5
Kaivuutyöt	21	Ti 24.5
Kaivuutyöt, putkien asennus ulkoa sisälle	22	Ma 30.5
Lattialaatan valu	22	To 2.6
Varaaja ja lämpöpumppu paikoilleen	23	Ma 6.6
Putkien suunnittelu ja asennus varaaja/vesikierto	23	To 9.6 – Pe 10.6
Sähkötyöt	23	To 9.6 – Pe 10.6
Putkien suunnittelu ja asennus lämpöpumppuun	24	Ma 13.6
Putkien ja pattereiden asennustyöt	24	Ti 14.6 – Ke 15.6
Loppusäädöt lämpöpumppuun	24	To 16.6
Oven ja katoksen asennus	25	Ma 20.6, To 23.6 – Pe 24.6
Seinien maalaus ja lisäeristyksen asennus	27	Ke 6.7 – Pe 8.7
Lattian tasoitus ja laatoitus, putkien eristys, viimeistely	26, 28	La 2.7, Ma 11.7 – Ke 13.7

Työt siis tehtiin sillä tahdilla, kun ehdittiin ja aikaa oli. Yhteensä työtunteja hankkeelle kertyi 203. Omia töitä oli yhteensä 107 tuntia. Eri työvaiheisiin kuuluneet työtunnit näkyvät taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Työvaiheet ja niihin kuluneet työtunnit

Työ	Tekijä	Aika (h)	Omia töitä (h)	Yhteensä työtunteja
Poraustyöt	2 poraajaa	14	0	28
Vanhan varaajan purku	Putkimies	9	18	27
Lattian piikkaus + oven karmit	-	-	7	7
Kaivuutyöt	-	-	10	10
Kaivuutyöt, putkien asennus ulkoa sisälle	Putkimies, kaivurikuski	4	8	16
Lattialaatan valu	-	-	3	3
Varaaja ja lämpöpumppu paikoilleen	Putkimies	1	2	3
Putkien suunnittelu ja asennus varaaja/vesikierto	Putkimies	25	12	37
Putkien suunnittelu ja asennus lämpöpumppuun	Putkimies	10	4	14
Sähkötyöt	Sähkömies	7	0	7
Putkien ja pattereiden asennustyöt	Putkimies	7	2	9
Loppusäädöt lämpöpumppuun	Putkimies	1	1	2
Oven ja katoksen asennus	-	-	2	2
Lattian tasoitus ja laatoitus, putkien eristys	-	-	36	36
Seinien maalaus ja lisäeristyksen asennus	-	-	2	2
		95	107	203

6.3 Muutosrakentamisen taloudellisuus

Hankkeen lopulliseksi hinnaksi tuli yhteensä 23 660 euroa. Lämmitysjärjestelmän tarjouksessa hinnaksi arvioitiin noin 23 100 euroa, mutta sen lisäksi remontissa oli muita kustannuksia, joita tarjoukseen ei laskettu. Niitä olivat esimerkiksi kellarihuoneen eli teknisen tilan uusi ulko-ovi, lattialaatat ja muita rakennustarvikkeita. Muiden kustannusten hinnaksi arvioitiin noin 1000 euroa, joten tarjouksen ja lisäkustannusten arviointi oli tehty hyvin, hieman yli toteutuneen summan. Energia-avustus hyväksyttiin hankkeeseen ja lisäksi kotitalousvähennyksellä saatiin asennustöiden osalta korvauksia. Energia-avustuksen osuus oli 2577 euroa, ja kotitalousvähennyksen 5459 euroa. Näin hankkeesta jäi maksettavaksi 15 624 euroa.

Vuosittainen energiansäästö on arvion mukaan noin 2300 kWh. Sähkönhinta voi muuttua tulevaisuudessa paljonkin. Siksi hankkeen takaisinmaksuaikaa ei voi sanoa varmaksi vaan se on arviointia. Vuosittaista energiansäästöä laskettaessa on käytetty arvioituna sähkönhintana 0,12 €/kWh. Vuosittaiseksi energiansäästökseksi tuli sillä laskettuna 2289 euroa. Hankkeeseen investoinnin takaisinmaksuaika arvioidulla sähkönhinnalla on noin 7 vuotta.

TAULUKKO 3. Maalämpöön siirtymisen kustannukset, säästöt ja takaisinmaksuaika

Kohde: Omakotitalo, Kiinteistö Sovantie 4			
Kohteen pinta-ala	1	hum ²	185
Energiankulutus, ennen	2	kWh/vuosi	30297
Energiankulutus, jälkeen,	3	kWh/vuosi	11221
Muutos - %	4	%	63
Investoinnin hinta, alv = 23 %	5	€	23660
Saatu energia-avustus	6	€	2577
Saatu kotitalousvähennys	7	€	5459
Nettohinta	8	€	15624
Energiansäästö vuodessa	9	kWh/vuosi	19076
Energiansäästö vuodessa (sähkönhinnan ollessa 0,12 €/kWh)	10	€	2289
Järjestelmän vuosittainen huolto	11	€	0
Takaisinmaksuaika	12	V	6,83

7 POHDINTA

Työn tavoitteena oli tutkia lämmitysjärjestelmän vaihdosta maalämpöjärjestelmään usealta eri kannalta. Lisäksi selvitettiin erilaisia lämmitysvaihtoehtoja ja muutoksessa huomioitavia asioita. Kiinteistö Sovantie 4:ään valitun maalämmön toiminnan selvittäminen ja ymmärtäminen onnistui hyvin monipuolisten lähteiden avulla. Tavoitteena oli myös käydä läpi muutoshankkeen läpivienti.

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmä oli osallistuva. Kiinteistö Sovantie 4:än muutosrakentamisen seuraaminen, havainnointi ja myös itse sen tekeminen eri vaiheiden osalta oli erittäin tärkeä ja hyvä tapa oppia. Muutoksen läpiviennin suunnitteluun ja rakentamiseen sekä hankkeen kokonaisuuden oppi ymmärtämään hyvin, kun siihen pääsi osallistumaan itse koko ajan. Kallioperäisen lämpöjärjestelmän rakennusvaiheiden ymmärtäminen ei jäänyt vain teorian ja ohjeiden varaan, vaan käytännöntyön näkeminen vaikutti paljon. Lisäksi työn edetessä ongelmatilanteissa oli helppo kysyä apuja ja neuvoja hankkeen suorittaneen yrityksen ammattitaitoisilta työntekijöiltä.

Lämmitysjärjestelmän muutoksen läpivienti kuvattiin ja havainnoitiin todellisen kohteen avulla. Pientaloon valittiin lämmitysmuodoksi kallioperäinen maalämmitys. Se ei vaatinut kauan kestäväää ja vaikeaa hanketta, vaan sen toteuttaminen oli helppoa. Hankkeen valmistuttua myös laadunvarmistus voitiin tehdä lämmitysjärjestelmää seuraamalla pitkään valmistumisen jälkeen. Järjestelmässä ei tähän mennessä ole ilmaantunut mitään suurempia ongelmia vaan se on toiminut hyvin.

Lämmitysmuodon muutoksen kustannusarviointi on tärkeä arvioida ennen muutoksen aloittamista. Kiinteistö Sovantie 4:ään tehtiin kustannusarvio yrityksen toimesta ja se piti hyvin. Se arvioitiin hieman yli, jotta mitään yllättäviä kustannuksia ei pääse tulemaan. Tämä on mielestäni hyvä tapa välttyä rahoituksen loppumiselta silloin, kun hanke on vielä kesken.

Käytännön merkitys lämmitysjärjestelmän muutoksella Kiinteistö Sovantie 4:ssä olevassa pientalossa on lämmityskustannuksien kannalta suuri, mutta ylläpitotöitä se ei juuri muuttanut. Lämpöpumput ovat melkein täysin automatisoituja ja niitä ei tarvitse säätää usein. Joskus täytyy tehdä muutoksia lämmitysasetuksiin. Ennen käytössä ollut sähkölämmityskään ei vaatinut paljon ylläpitotöitä. Maalämpöpumppu ei myöskään tarvitse paljoa tilaa, joten tilantarve ei juuri muuttunut.

Järjestelmän valmistuttua vesikierrossa huomattiin ongelma vasta myöhemmin, kun kylmemmät ilmat tulivat ja tarvittiin lämmitystä. Yksi vesikiertopumpuista ei toiminut, joten asiasta soitettiin yritykselle, joka remontin teki. Yrityksestä tuli paikalle sama työntekijä, joka oli tehnyt remontinkin asennukset. Epäkunnossa oleva vesikiertopumppu vaihdettiin uuteen ja kokeiltiin, että järjestelmä toimi sen jälkeen. Huoltotoiminta toimi hyvin.

Lämmityskustannuksiin muutos vaikutti eniten. Sähkölaskut pienenevät huomattavasti maalämpöpumpun käyttöönoton jälkeen. Sähkön kulutusseuranta oli tehty Kiinteistö Sovantie 4:ssä jo aiempina vuosina, joten uuden lämmitysjärjestelmän vertaaminen vanhaan onnistui hyvin. Kesällä lämmitystä ei kuitenkaan paljon tarvittu, joten ennen kunnan vertailuja täytyi odottaa syksyn ja talven kulutuksia. Lisäksi muita käytännönmerkityksiä muutoksella oli energian ympäristöystävällisyys ja saatavuus. Täysin uusiutuva maalämpöenergia ei ainakaan lopu.

Maalämpö on mielestäni erittäin hyvä vaihtoehto lämpöjärjestelmää uudistettaessa. Se on täysin uusiutuvaa energiaa ja ympäristöystävällinen lämmitysmuoto. Järjestelmän rakentaminen on kustannusten osalta kalliimpaa kuin joidenkin muiden mahdollisten päälämmitysjärjestelmien, mutta tulevaisuuden kannalta se on paljon parempi ratkaisu. Yleensä maalämpöjärjestelmän vaihtaminen vanhaan pientaloon ja sen käyttö jatkossa maksaa itsensä takaisin noin 5-10 vuodessa riippuen talon koosta ja lämpöpumpusta.

Maalämpöä harkitsevan kannattaa suunnittelussa ja toteutuksessa ottaa huomioon monia asioita. Tärkeimpiä niistä ovat kuitenkin mielestäni tarkistaa

maalämmön soveltuvuus talon lämmönjakoverkoston ja koko järjestelmän oikeinmitoitus. Huonosti mitoitettu maalämpöjärjestelmä ei välttämättä paranna rakennuksen energiatehokkuutta. Hyvin mitoitettuna se kuitenkin vaikuttaa huomattavasti ja rakennuksen lämmityskustannukset pienenevät. Maalämmön sopiminen kyseiselle tontille on myös tärkeää tarkistaa. Maalämpö vaatii lämmönlähteestä riippuen hyvän maaperän sekä tarpeeksi suuren tontin, sopivan vesistön tontin lähellä tai sopivan kallioperän porakaivoa varten. Toteutuksessa on tärkeää tarkistaa tukien mahdollisuus. Energiaavustuksella ja kotitalousvähennyksellä asennustyön osalta saadaan jo suuria säästöjä hankkeeseen investoinnissa. Lämmönkeruupiiriä asennettaessa on tärkeää huomioida, että putkisto laskee lämpöpumppua kohti. Putkistoa täytettäessä liuoksella mahdolliset putkiston sisälle jäävät ilmakuplat voivat aiheuttaa ongelmia myöhemmin.

Maalämpöä täytyisi mielestäni mainostaa enemmän ja saada ihmiset tuntemaan sen ominaisuudet ja toiminta. Maalämmön suosio uudisrakentamisessa on kasvanut koko ajan. Myös vanhojen rakennusten lämmitysmuodon muutoksissa se on tullut suosituimmaksi. Muita keinoja energiatehokkuuden parantamiseen työn kohteen tapaisissa vanhoissa pientaloissa olisi lämmöneristyksen lisääminen.

Kokonaisuudessaan työ oli mielenkiintoinen ja haastava. Lisäksi oli hienoa ymmärtää, kuinka tehokas ja hyvä lämmitysmuoto maalämpö on. Hankkeen käytännöntyön tekeminen ja näkeminen lisäsi myös huomattavasti mielenkiintoa ja ymmärrystä lämmitysjärjestelmän muutoksesta ja maalämmöstä. Toivon, että työstä olisi hyötyä lämmitysjärjestelmän muutoksesta, maalämmöstä sekä muutoksen hankkeen läpiviennistä tietoa etsiville.

LÄHTEET

1. Pientalon lämmitysjärjestelmät. 2011. Motiva Oy. Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/2701/Pientalon_lammitysjarjestelmat.pdf. Hakupäivä 15.11.2011.
2. Lämpöä omasta maasta. 2011. Motiva Oy. Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/3378/Lampoa_omasta_maasta_maalampop_umpu.pdf. Hakupäivä 15.11.2011.
3. Sähkönhinnan kehitys. 2011. Energiamarkkinavirasto. Saatavissa: <http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/Kehitys1112.pdf>. Hakupäivä 13.12.2011.
4. Kaukolämmitys. 2011. Energiateollisuus ry. Saatavissa: <http://www.energia.fi/koti-ja-lammitys/kaukolammitys>. Hakupäivä 14.12.2011.
5. Öljylämmitys. 2011. Motiva Oy. Saatavissa: http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot/oljylammitys. Hakupäivä 14.12.2011.
6. Hake-, pilke- ja halkokattilat. 2011. Motiva Oy. Saatavissa: http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot/hake-pilke-ja-halkokattilat. Hakupäivä 14.12.2011.
7. Pellettilämmitys. 2011. Motiva Oy. Saatavissa: http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot/pellettilammitys. Hakupäivä 14.12.2011.
8. Aurinkolämmitys. 2011. Wikipedia. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Aurinkolammitys>. Hakupäivä 15.12.2011.

9. Maalämpö. 2011. Motiva Oy. Saatavissa: http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot/maalampo. Hakupäivä 15.12.2011.
10. Ilmalämpö. 2011. Motiva Oy. Saatavissa: http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot/ilma-vesilampopumppu. Hakupäivä 15.12.2011.
11. Hellsten, Johanna 2011. Maalämpöporauksen lupakäytännöissä huomattavaa kirjavuutta. Rakennuslehti 25.8.2011. S. 11.
12. Heikkinen, Heikki 2011. Lämpökaivojen porauksista tuli kuntien peilinappula. Rakennuslehti 25.8.2011. S. 10.
13. Hienonen, Markku 2011. Tarkastusinsinööri. Rakennusvalvonta Oulu. Maa- ja kalliolämmöstä.
14. Lahola, Marjaana 2011. Energia-avustukset tippuvat. Kaleva 25.8.2011. S. 5.
15. Leppäharju, Nina 2008. Kalliolämmön hyödyntämiseen vaikuttavat geofysikaaliset ja geologiset tekijät. Oulu: Oulun yliopisto, fysikaalisten tieteiden laitos, geofysiikka. Pro gradu –tutkielma.
16. Maalämpö. 2011. Wikipedia. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Maalämpö>. Hakupäivä 14.11.2011.
17. Näin lämpöpumppu toimii. 2011. Thermia Partners Oy. Saatavissa: <http://www.thermia.fi/lampopumppu/nain-lampopumppu-toimii.asp>. Hakupäivä 21.11.2011.
18. Hanki hallitusti maalämpöjärjestelmä. 2011. Motiva Oy. Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/4764/Hanki_hallitusti_maalampojarjestelma.pdf. Hakupäivä 15.11.2011.

19. Neljä lämmönlähdettä. 2011. Thermia Partners Oy. Saatavissa:
<http://www.thermia.fi/lampopumppu/Nelja-eri-lammonlahdetta.asp>.
Hakupäivä 21.11.2011.

20. Maalämpöpumppu. 2011. Suomen Lämpöpumppuyhdistys SULPU ry.
Saatavissa:
[http://www.sulpu.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=20
&Itemid=32](http://www.sulpu.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=32). Hakupäivä 14.11.2011.