



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

OMAKOTITALON MAALÄM- MÖN JA LISÄLÄMMÖNERIS- TYKSEN KUSTANNUSVER- TAILU

TEKIJÄ: Olli Kokki

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennusmestarin tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Olli Kokki			
Työn nimi Vertailu omakotitalon maalämmön ja lisälämmöneristyksen kustannuksista			
Päiväys	30. tammikuuta 2019	Sivumäärä/Liitteet	25
Ohjaaja(t) Viljo Kuusela, lehtori, Antti Korpinen, lehtori			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Ukko Kokki			
Tiivistelmä			
<p>Opinnäytetyön aiheena oli vertailla maalämmön ja lisälämmöneristyksen kustannuksia omakotitalossa. Tavoitteena oli selvittää kummankin edut ja haitat sekä selvittää kustannukset 25 vuoden ajalle, jotta tilaaja pystyisi vertailemaan edellä mainittuja vaihtoehtoja. Siten tilaaja pystyisi päättämään, vaihtaako lämmitysjärjestelmän kustannustehokkaampaan maalämpöön vai parantaisiko talon energiatehokkuutta lisäeristämällä.</p> <p>Lähtökohtana oli vuonna 1957 rakennettu omakotitalo. Talon vanha, mutta hyväkuntoinen julkisivurappaus haluttiin säilyttää, mikä aiheutti lisälämmöneristykseen rajoituksia. Työ toteutettiin laskemalla kustannukset molempien vaihtoehtojen kustannukset ja vertailemalla niitä sekä keskenään että myös nykyisiin talon käyttökustannuksiin. Kustannukset laskettiin 25 vuoden ajalle, jotta kokonaiskustannukset selviäisivät. Ympäristöllisiä asioita huomioitiin materiaalien valinnassa.</p> <p>Työn tuloksena saatiin kustannusvertailu maalämmön ja lisälämmöneristyksen välille. Vertailusta selviää, että vaihtoehtojen investointikustannukset olivat hyvin saman suuruiset, mutta pitemmän ajan kuluessa lisälämmöneristys on edullisempi. Kuitenkaan kumpikaan investointi ei kannata taloudellisesti 25 vuoden aikana puulämmityksen edullisuuden takia.</p>			
Avainsanat lisälämmöneristys, maalämpö, energiatehokkuus, kustannusvertailu,			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author Olli Kokki			
Title of Thesis Cost Comparison between Geothermal Heat and Thermal Insulation			
Date	30 January 2019	Pages/Appendices	25
Supervisor(s) Mr. Viljo Kuusela, Senior Lecturer; Mr. Antti Korpinen, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners Mr. Ukko Kokki			
<p>Abstract</p> <p>The subject of this final project was to compare the costs of geothermal heat and additional thermal insulation in a veteran house. The aim was to find out the best ways to exploit these options aswell as to find out the costs in a 25-year timeline so that the client would be able to compare the options. This would enable the client to decide whether to change the heating system to more cost effective geothermal energy or improve the energy efficiency of the house by adding insulation.</p> <p>The starting point was a small house built in 1957. It was required to keep the old, but well-maintained, facade cladding which caused restrictions to additional heat insulation. The work was carried out by calculating the costs for the two options and comparing them to each other and also with the current maintance costs. The costs were calculated for a 25-year timeline to find out total costs. Environmental issues were taken into account in the selection of materials.</p> <p>The result was a cost comparison between geothermal heat and additional heat insulation. The comparison shows that the investment costs of the alternatives were very similar, but in the long run, the additional thermal insulation is cheaper. None of the alternatives will pay itself back in 25 years because of the low cost of wood heating.</p>			
Keywords thermal heat, cost comparison, additional thermal insulation, energy efficiency			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO JA AIHEEN ESITTELY	5
2	MAALÄMPÖ LÄMMITYSVAIHTOEHTONA	6
2.1	Maalämmön luvanvaraisuus	6
2.2	Toimintaperiaate	6
2.3	Maalämpöputkistot	7
2.3.1	Lämmönkeruuputkistojen asennus maaperään	7
2.3.2	Lämmönkeruuputkistojen asennus vesistöön	8
2.3.3	Lämmönkeruuputkistojen asennus poraamalla maa- ja kallioperään	9
2.3.4	Lämmönvaihdin	10
3	LISÄLÄMMÖNERISTYKSEN VAIHTOEHDOT	11
3.1	Lisälämmöneristykseen kosteustekninen vaikutus rakenteeseen	11
3.2	Ulkopuolinen lisälämmöneristys seinään	12
3.3	Sisäpuolinen lisälämmöneristys seinään	12
3.4	Ikkunoiden ja ovien uusiminen	12
3.5	Lisälämmöneristys yläpohjaan	13
4	MAALÄMPÖ JA ENERGIATEHOKKUUDEN PARANNUS KOHTEESSA	14
4.1	Kohteen esittely	14
4.2	Maalämmön soveltuvuus kohteeseen	15
4.3	Lisälämmöneristys kohteessa	16
5	MAALÄMMÖN JA LISÄLÄMMÖNERISTYKSEN KUSTANNUKSET 25 VUODEN AIKANA	19
5.1	Kohteen nykyiset kustannukset	19
5.2	Maalämmön kustannukset	19
5.3	Lisälämmöneristykseen kustannukset	20
5.4	Lisälämmöneristykseen energiansäästö	22
5.5	Kustannusten vertailu	22
6	POHDINTA	24
	LÄHDELUETTELO	25

1 JOHDANTO JA AIHEEN ESITTELY

Tämän opinnäytetyön aiheena on vertailla omakotitalon maalämmön ja lisälämmöneristyksen kustannuksia. Opinnäytetyön aihe valikoitui, koska vanhojen talojen lämmityskustannuksista kysellään jatkuvasti enemmän ja olisi hyvä tutkia, kumpi on kannattavampaa, parantaa rakenteen energiatehokkuutta vai muuttaa toiseen lämmitystapaan. Aihe on peräisin veljeltäni, joka hiljattain osti omakotitalon. Talo on rakennettu vuonna 1957 ja se on puolitoistakerroksinen pitkästä tavarasta rankarakenteena tehty talo. Näin ollen rakennepaksuus on pieni ja lämmöneristävyys heikko, joten lisälämmöneristys voisi olla hyvä vaihtoehto. Talon ulkovuoraus on rapattu pinta, jota ei mielellään haluttaisi peittää tai uusida. Talossa on vanhat kaksikerrosikkunat. Talon lämmitysjärjestelmä on tällä hetkellä puulla lämmitettävä kattila, joka alkaa olla käyttöikänsä päässä. Kattila tulee uusida joka tapauksessa lähivuosina, mutta työssä keskitytään vertailemaan kustannuksia maalämmön ja lisälämmöneristyksen välillä.

Opinnäytetyön tekeminen on ajankohtainen, koska remontti tehdään keväällä 2019. Opinnäytetyö antaa toivottavasti ohjeita vanhojen talojen omistajille, jotka miettivät lämmitysvaihtoehtoja tai lisäeristyksen vaikutusta taloonsa. Työssä päätetään ensin, miten maalämpöä ja lisälämmöneristystä käytetään kohteessa ja lasketaan molemmille vaihtoehdoille kustannukset 25 vuoden ajalle.

Tutkimusaineistona on käytetty tilaajan antamia tietoja, Ratusta saatuja menekkitietoja ja itse otettuja valokuvia kohteesta. Myös erinäisiä verkkosivustoja on käytetty työssä. Aihetta sivutaan joissain aiemmin tehdyissä opinnäytetöissä, niitä käytetään omaan työhön mallina ja ohjeena. Työssä hyödynnetään myös Korjausrakentaminen 1- ja 2-opintokursseilla opittua sisältöä.

2 MAALÄMPÖ LÄMMITYSVAIHTOEHTONA

Maalämpö on auringosta, lämpimästä ilmasta ja sateesta maaperään sekä vesistöihin kertynyttä energiaa. Lämpöenergia varastoituu suurimmaksi osin maan ja kallion pintaosiin. Syvemmällä kalliolla lämpöenergia tulee radioaktiivisten aineiden hajoamisprosessista. Maalämmön idea on johtaa lämpöenergiaa maaperästä/kallioperästä/vesistöistä maalämpöpumpulle, joka lämmittää maalämpöputkistoihin siirtyneen peruslämmön kompressorin ja lauhduttimen avulla noin 65 asteeseen ja luovuttaa lämmön lämmitysjärjestelmään ja käyttöveteen. Maalämmön käyttönotolla voidaan kohteesta riippuen säästää jopa 75 % talon lämmityskustannuksissa. Jos maalämpöpumpun kompressorin pyörittämiseen käytetään yksi kilowattitunti, se pystyy tuottamaan kolme kilowattituntia lämpöenergiaa. (Suomen Uusiutuva Energia, 2010)

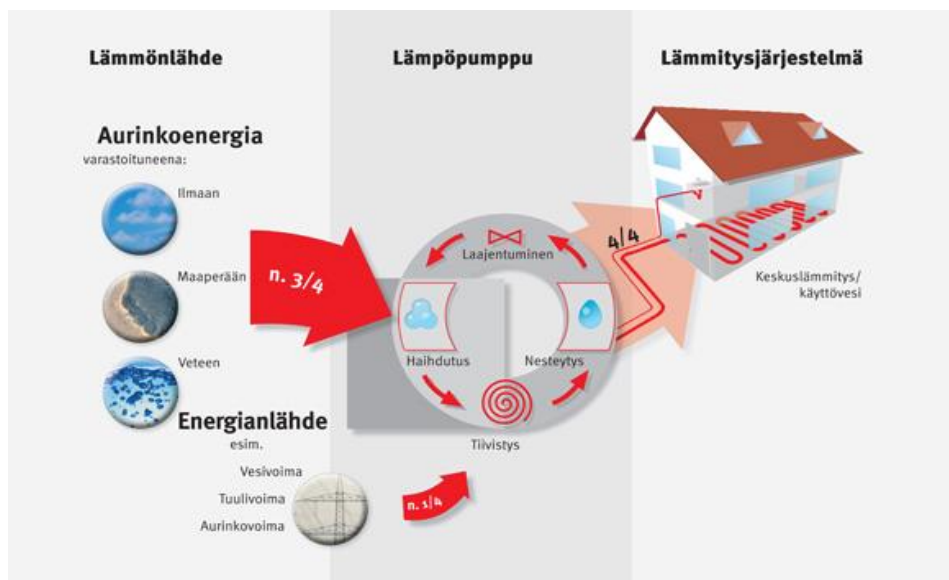
Maa- ja kallioperän lämpötila vaihtelee paikallisesti sekä maantieteellisesti. Samalla alueella saattaa esiintyä muutaman asteen lämpötilaeroja. Kunkin vuoden ilmalämpötila vaikuttaa maanpinnan lämpötilojen vaihteluun. Suomessa maaperän lämpötila vakiintuu 14 - 15 metrissä 5 - 6 asteeseen. Lämpötila nousee syvemmälle mentäessä n. 1 asteen 100 metriä kohti. Maalämpö sopii energianlähteeksi niin uudisrakennuksiin kuin saneerauskohteisiin. Hyvin suunniteltu, asennettu ja huollettu järjestelmä säästää luontoa, energiaa ja rahaa. Maalämpö voi vähentää yli puolet kiinteistön ulkopuolisen energian tarpeesta ja jos kiinteistöön valitaan lisäksi uusiutuva sähkö, pääsee hiilidioksidipäästöistä kokonaan eroon. (Suomen uusiutuva energia, 2010)

2.1 Maalämmön luvanvaraisuus

Maalämmön ottaminen lämmitystavaksi vaatii erillisen luvan. Lupa vaaditaan silloin, kun rakennuksen lämmitysjärjestelmää vaihdetaan tai uusitaan maalämpöä hyödyntäväksi, tai kun maalämpöä halutaan käyttää lisälämmön lähteenä. Toimenpidelupaa haetaan kunnan rakennusvalvonnasta ja luvan hinnoittelu on kunnan omassa päätösvallassa. Toimenpidelupa ei koske uudisrakentamista, sillä uuden rakennuksen lämmitysjärjestelmä ratkaistaan rakennusluvan yhteydessä. (Ympäristöministeriö, 2011)

2.2 Toimintaperiaate

Maalämpö tuottaa lämmitysenergiaa rakennukseen ja sen käyttöveteen. Maalämpöputkistot keräävät lämpöenergiaa maaperästä/kallioperästä/vesistöistä maalämpöpumpulle. Putkistoissa käytetään etanolipohjaista maalämpönestettä. Putkistoista saadaan noin 1 - 9-asteista liuosta, jonka maalämpöpumppu muuttaa noin 30 - 70-asteiseksi, jotta sitä voidaan käyttää käyttöveden lämmittämiseen ja rakennukseen lämmitykseen (Kuva 1). Lämmitysjärjestelmän tulee olla vesikiertoinen, parhaat tekniikat maalämmön hyväksikäyttöön ovat vesikiertoinen lattialämmitys sekä vesikiertoiset patterit.



Kuva 1 Maalämmön toiminta (Lämpökotiin.fi)

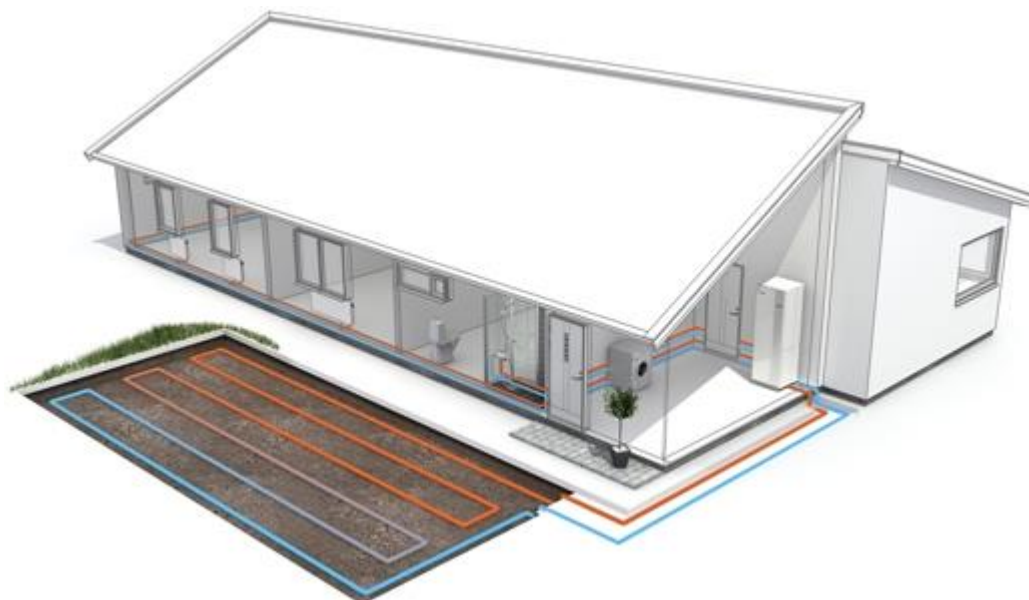
2.3 Maalämpöputkistot

Maalämpöputkistot, joilla lämpöä kerätään, voidaan asentaa monella eri tavalla. Kohteesta riippuen putkistot voidaan asentaa maaperään, vesistön pohjaan tai poraamalla maaperään/kallioon reiän. Maalämpöputkiston sijainnin suunnitteluun tuo haasteita se, että jokainen kohde on erilainen. (Lämpökotiin.fi)

2.3.1 Lämmönkeruuputkistojen asennus maaperään

Putkistojen asennus maaperään on järkevin vaihtoehto, kun tontilla on kohtalaisen tasainen maasto ilman esteitä. Myöskään kallio ei saa olla liian pinnassa, jotta putkistot saadaan kaivettua tarpeeksi syväälle ja niiden päälle tulee tarpeeksi maata. Yleensä tällainen asennus tapahtuu peltoon juuri sen tasaisuuden ja helpon kaivettavuuden takia.

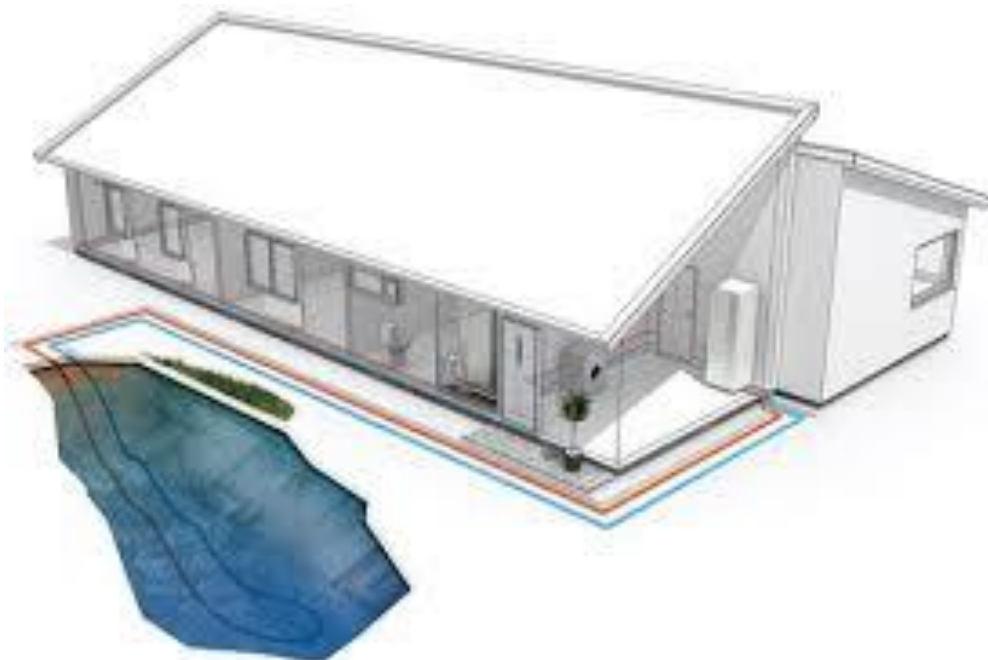
Putkistot kaivetaan riittävään syvyyteen, eteläisessä Suomessa voi riittää noin metrin syvyys ja pohjoisempaan siirryttäessä routaraja on syvemmällä ja näin ollen putkistot täytyy kaivaa syvemmälle. Pohjoisessa sopiva syvyys voi olla noin kaksi metriä eli kaksinkertainen syvyys etelään verrattuna. Putkistojen väli tulisi olla noin 1,5 metriä, kuitenkin vähintään 1,2 metriä (Kuva 2). Putkistot eristetään ja laitetaan salaojaputken sisään, joka suojaa putkistoa. Salaojaputkien päälle laitetaan n. 20 cm kivetöntä maata, yleensä hienoa hiekkaa. Lopputäyttö voidaan tehdä putkistojen kaivuusta tulleella maalla. Putkiston ilmaus tulee olla toteutettavissa helposti, tätä tulee ajatella ennen asennustyötä.



Kuva 2 Keruupiiri maaperään (Ekolämpö, 2018)

2.3.2 Lämmönkeruuputkistojen asennus vesistöön

Putkistot voidaan upottaa myös vesistön pohjaan. Putkistot asennetaan pohjaan painojen avulla, jotta ne eivät lähde liikkumaan ja pääse vaurioitumaan (Kuva 3). Painot tulee laittaa järjestelmällisesti, jottei putkiin tule tarpeettomia mutkia ja vääntömomenttia. Putkiston asennuspaikka ei saa myöskään olla kovasti virtaava, koska alijäähtynyt vesi voi aiheuttaa silloin jäänkertymisongelmia. Vesistön syvyys tulisi olla yli 3 metriä ja sen sijainti olisi oltava melko lähellä lämmitettävää rakennusta. Omakotitalossa järkevä etäisyys vesistöön on alle 100 metriä, sen yli mentäessä siirtoputkiston kustannus ja pumppauskustannukset nousevat niin, että toisenlainen keruuputkistojen asennus on kannattavampi.



Kuva 3 Keruupiiri vesistöön (Ekolämpö, 2018)

Myös vesistöön asennettavat putkistot vaativat luvan. Suostumukset tarvitaan vesialueen omistajalta, lähinaapureilta ja mahdollisesti aluehallintovirastolta. Joissain tapauksissa tarvitaan vesilain valvontaviranomaisen lausunto luvan tarpeesta. Putkistojen sijainnissa on huomioitava, että ne estävät jatkossa mahdollisen ruoppaamisen ja veneet eivät voi ankkuroida putkistojen päälle. (Rakentaja.fi, 2014)

2.3.3 Lämmönkeruuputkistojen asennus poraamalla maa- ja kallioperään

Putkiston poraaminen maaperään tai kallioperään säästää tonttia paljon kaivutöiltä. Porakaivot saadaan yleensä porattua suhteellisen lähelle itse pumppua, joten siirtoputkiston kaivuutyöt eivät hirveästi pilaa tontin piha-alueita. Porakaivon etuja on lähes kaksinkertainen energiansaanto verrattuna maahan asennettuun putkistoon. Lisäksi porakaivot ovat varmempi, pitkäikäisempi, roudalta suojassa oleva vaihtoehto, joka on helppo ilmata. Porakaivon huonoksi puoleksi voidaan laskea sen tekemisen korkea hinta.

Porakaivojen reikiä porataan noin parinkymmenen metrin välein ja reikien putkistot yhdistetään kytkentäkaivoihin. Tällä tavalla säästetään pumppauskustannuksissa, koska reikien ei tarvitse olla niin syviä, kun niitä on useampi. Putkistot ujutetaan reikään painon avulla, jotta putki menisi sujuvasti reiän pohjalle ja jos reikä täyttyy vedestä, putket kestävät paikallaan painon avulla. Reiän pohjalle menevät putkien päät yhdistetään kuparisella U-kappaleella. Reikien syvyys on yleensä 100 - 200 metriä (Kuva 4).



Kuva 4 Keruupiiri porakaivolla (Suomen Uusiutuva Energia, 2010)

2.3.4 Lämmönvaihdin

Itse lämpöpumppu tiivistää varastoidun lämpöenergian, jotta sillä voidaan lämmittää vettä - sekä suihkussa, että pattereissa. Keruuputkistossa kiertävä neste virtaa lämpöpumpun höyrystimen (lämmönsiirrin) läpi, jossa keruunesteestä siirtyy lämpöenergiaa kylmäaineeseen. Keruunesteen lämpötila laskee ja kylmäaine höyrystyy eli kaasuuntuu.

Kylmäaineen lämpötila on tässä vaiheessa vielä alhainen. Kaasuuntunut kylmäaine puristetaan kaasaan lämpöpumpun kompressorissa, jolloin paine ja lämpötila nousevat rajusti. Tämän ilmiön voi tavallisessa elämässä huomata esimerkiksi pumppaamalla polkupyörän renkaaseen ilmaa, jolloin polkupyörän pumppu lämpenee.

Kuuma kaasu johdetaan lauhduttimeen (lämmönsiirrin), jossa kuuma kaasu lauhtuu, eli muuttuu nesteeksi. Samalla lämpöenergiaa siirtyy lämmityspiiriin. Lauhduttimen jälkeen nesteytynyt kylmäaine virtaa vielä suodattimen ja paisuntaventtiilin läpi, jossa paine ja lämpötila laskevat entisestään. Seuraavaksi kylmäaine virtaa höyrystimeen, jossa se jälleen sitoo lämpöenergiaa keruupiiristä ja seuraava kierros alkaa.

(NIBE Energy Systems Oy, 2019)

3 LISÄLÄMMÖNERISTYKSEN VAIHTOEHDOT

Lisälämmöneristys vanhaan omakotitaloon tehdään yleensä kasvattamalla eristekerrosta. Aina ennen työhön ryhtymistä on entinen rakenne selvitettävä mahdollisimman tarkkaan. Erityisesti höyryn/ilmansulkuun on kiinnitettävä huomiota. Usein vanhemmissa taloissa seinän rungon paksuus ei ole kuin 100mm. Tämä johtuu siitä, että ennen taloja tehtiin pitkistä tavarasta rankarakenteena. Eritoten rintamamiestalot ovat rakennettu pitkistä tavarasta.

Lisälämmöneristyksen seinään asentamisessa vaikuttaa paljon kohteen kunto, johon asennus tehdään. Kuitenkin ulkopuolinen lisälämmöneristäminen sisältää pienemmät riskit kosteusteknisesti kuin sisäpuolinen lisälämmöneristys. Tämä johtuu siitä, että ulkopuolisessa lisälämmöneristyksessä vanha rakenne jää lämpimämpään tilaan, jolloin se altistuu vähemmän kosteudelle ja rakenteen eristyskyky paranee entisestään. Yläpohjien lisälämmöneristäminen on helppo ja riskitön toteuttaa lisäämällä eristepaksuutta esimerkiksi puhaltamalla ekovillaa tietyn kerroksen. Myös vanhan eristeen vaihtaminen uuteen, nykyaikaiseen eristemateriaaliin on vaihtoehto, joka parantaa energiatehokkuutta. Kuitenkin aina eristettä lisättäessä ja vaihtaessa on varmistettava höyrynsulun toiminta.

3.1 Lisälämmöneristyksen kosteustekninen vaikutus rakenteeseen

Lisälämmöneristyksessä tulee ottaa huomioon rakenteen rakennusfysikaalinen toiminta. Jos lisälämmöneristäminen muuttaa rakennetta niin, että kosteus alkaa kerääntyä vanhaan rakenteeseen, ollaan tehty rakenne rakennusfysikaalisesti toimimattomaksi. Aina harkitessa lisäeristystä täytyy olla varma, että tuleva rakenne on kosteusteknisesti toimiva.

Sisäpuolisessa seinän lisälämmöneristyksessä yhtenä sääntönä voidaan käyttää, että $\frac{3}{4}$ eristemateriaalista on höyrynsulun ulkopuolella. Lisäksi lisälämmöneristykseen vaadittava koolaus on tehtävä entisen kantavan rungon kanssa samaan linjaan. Vanhat ilman/höyrynsulut tulee poistaa ennen lisäeristystä. Höyrynsulun liitokset ja läpivientien tiivistykset tulee tehdä huolellisesti. Ilmatiivyyden varmistamiseksi ilman/höyrynsulkukerros suositellaan asennettavaksi 50 mm syvyyteen seinän sisäpinnasta esimerkiksi sähköasennuksien takia. Näin säästytään turhilta rei'iltä sulkukerroksessa. Ulkoseinän lisälämmöneristyksessä täytyy muistaa ilmarako ja tuuletus.

Yläpohjan lisälämmöneristys voidaan toteuttaa vanhan eristeen yläpuolelle kuin myös alapuolelle. Höyrynsulun ehjyys tulee varmistaa. Jos höyrynsulku on rikkinäinen, täytyy rakenteeseen asentaa uusi höyrynsulkukerros tai korjata vanha tiiviiksi. Vanhan eristeen yläpuolelle eristettä lisätessä täytyy huomioida yläpohjan tuuletus. Liiallinen eristeen lisäys voi estää rakenteen tuulettumisen ja aiheuttaa kosteuden kertymistä ja homehtumisriskin. Jos sitä ei ole ollenkaan, voidaan lisälämmöneristys ja samalla höyrynsulku asentaa uuden sekä vanhan eristeen alapuolelle. Näin saadaan

varmasti tiivis höyrynsulkukalvo eristekerroksen alle. Höyrynsuluissa täytyy muistaa se, että vanhojen höyrynsulkumuovien- tai paperien vesihöyrynvastus ei välttämättä ole riittävä uusille eristeille tai kasvavalle eristevahvuudelle.

3.2 Ulkopuolinen lisälämmöneristys seinään

Ulkopuolinen lisälämmöneristys asennetaan vanhan rakenteen päälle. Vanhan ulkoverhouksen voi joutua purkamaan, kohteesta riippuen. Rapatussa seinässä, kuten tässä opinnäytetyössä tarkastellussa kohteessa, eristäminen toteutettaisiin vanhan rappauksen päälle. Vanhan rappauksen kunto tulee olla riittävän hyvä, jotta siihen voi kiinnittää lisäeristykseen vaadittavat kiinnikkeet. Tiiliverhouksen päälle ulkopuolinen lämmöneristys ei sovellu. Ulkopuolisen lisälämmöneristyksen tekeminen on paljon vaivattomampaa kuin sisäpuolisen. Remontin teko ei häiritse juurikaan asumista, koska työ tapahtuu ulkopuolella. Myöskään rakennuksen sisätilat eivät pienene.

3.3 Sisäpuolinen lisälämmöneristys seinään

Sisäpuolisessa lisälämmöneristyksessä rakennetta kasvatetaan sisälle päin. Vanhan rakenteen selvittäminen sisäpuolisessa eristyksessä on erityisen tärkeää, jotta kosteustekninen toimivuus ei häiriinny ja aloita pahimmassa tapauksessa kosteusvauriota. Korvausilman saanti tulee varmistaa, kun rakennuksen sisävaippa eristetään, muuten voi ilmetä sisäilmaongelmia. Jos lisäeristys tiivistää rakenteen liian tiiviiksi, se saattaa aiheuttaa sisäilmaongelmia.

3.4 Ikkunoiden ja ovien uusiminen

Vanhan rakennuksen ikkunat ja ovet ovat alkuperäisessä kunnossa. Vanhat ikkunat ja ovet eivät ole erityisen tiiviitä, joten niistä aiheutuu paljon lämpöhävikkiä. Ikkunoiden ja ovien uusimisella voidaan saada vanhaan taloon todella merkittävä parannus energiatehokkuuteen. Uudet, nykyaikaiset kolmi-kerros-lasiset ikkunat pitävät lämmön sisällä huomattavasti paremmin. Myös nykyään tiivistykseen käytettävät materiaalit kuten uretaanivahto, ovat paljon kehittyneempiä mineraalivillaa tai muita tilkkeitä. Useasti pelkkä ikkunanvaihto pienentää lämmityskustannuksia niin, että lisäeristystä muuten ei kaivata. Ikkuna- ja oviremontti myös parantaa rakennuksen ulkonäköä ja uudet ikkunat ja ovet ovat käytännöllisempiä käyttää ja pestä.

Uusien ikkunoiden myötä rakennuksen ilmantiiveys ja ilmanvaihto muuttuu. Vanhoissa taloissa voi talon korvausilma tulla vuotavista ikkunoiden tiivisteistä ja ikkunoiden eristeiden välistä. Ikkunaremonttia harkitessa tulee miettiä korvausilmaventtiilien määrää ja sijaintia rakennuksessa. Painovoimaisessa ilmanvaihdossa korvausilmaventtiilit ovat melkein pakollinen vaihtoehto. Jos venttiileitä ei asenneta, saattaa rakenteessa ilmetä homehtumisriski. Huono ilmanvaihto mahdollistaa kosteuden kertymisen rakenteeseen.

3.5 Lisälämmöneristys yläpohjaan

Lisälämmöneristys yläpohjaan toteutetaan monesti lisäämällä eristettä vanhan eristeen päälle. Yleensä työ hoidetaan puhaltamalla lisää villaa vanhan villan päälle. Tämä toimenpide on helppo toteuttaa ja työn pystyy tekemään itse, ei tarvitse palkata ammattilaista töihin. Jossain vanhemmissa taloissa yläpohjissa on käytetty eristeenä puru. Näissä tapauksissa purun päälle puhalletaan tietty kerros puhallusvillaa tai puru vaihdetaan nykyaikaiseen lämmöneristeeseen, jonka lämmöneristävyys on parempi kuin purun ja eristepaksuutta ei tarvitse kasvattaa. Eristyspaksuutta ei saa lisätä niin, että yläpohjan ilmanvaihto häiriintyy. Eristeen vaihdon yhteydessä tulee myös varmistaa, että yläpohjarakenteeseen tulee riittävä tuuletusväli ulkoilmaan. Myös höyry/ilmansulun ehjyys on tarkistettava ennen uuden eristeen asentamista. (Nieminen ;ym., 2016)

4 MAALÄMPÖ JA ENERGIATEHOKKUUDEN PARANNUS KOHTEESSA

4.1 Kohteen esittely

Opinnäytetyön kohde on vanha rintamamiestalo (Kuva 5), joka on rakennettu vuonna 1957. Talo on puolitoistakerroksinen, alakerta on melkein kokonaan maanpinnan alapuolella. Neliöitä talossa on 147 m². Kohteen lämmitysjärjestelmänä toimii puukattila, joka lämmittää käyttöveden ja vesikiertoiset patterit. Käyttövettä voi lämmittää myös pienellä sähkökäyttöisellä varaajalla. Puukattila alkaa olla käyttöikänsä päässä, ja tilaaja haluaa päivittää lämmitysjärjestelmän maalämpöön. Aihe kuitenkin koskee sitä, onko kannattavampi vaihtaa lämmitysjärjestelmä maalämpöön vai lisäeristää taloa energiatehokkaammaksi. Yhtenä syynä toimii myös kattilan lämmittämisestä aiheutuva vaiva. Talvikaan kattilaa tulee lämmittää vähintään joka toinen päivä, tai talon sisälämpötila laskee epämukavan viileäksi.



Kuva 5 Kohdetalo (Kokki, 2018)

Talon ulkoverhouksena toimii rappaus, joka on hyväkuntoinen. Rappaus halutaan säästää, koska se on hyvännäköinen ja vanhaan tyyliin tehtyä rappausta ei saa enää uusittua entisen näköiseksi. Rappaus halutaan säästää myös, koska sen ylläpito on helppoa ja rakenteessa ei ole ongelmia. Rappauksessa ei ole suuria halkeamia tai rappeutumia, joista rappaus voisi karista irti. Sisäverhouksena toimii tapetoitu puukuitulevy, jonka takana höyrynsulkupahvi. Pahvin jälkeen eristeenä toimii mineraalivilla. Seinissä ollut ennen purueriste, mutta sisäverhouksen uusinnan yhteydessä on purut vaihdettu mineraalivillaan. Eristekerroksen jälkeen on ilmarako ja muuraus. Muurauksen päällä on valkoinen rappaus. Talossa on vanhat kaksilasiset ikkunat. Talon seinärakenteen paksuus on noin 180 mm. Yläpohjan eristeenä toimii purueriste. Eristettä yläpohjassa on noin 350 mm.

Kohteen lämmönjakojärjestelmänä toimii normaalit patterit. Vuosien saatossa niihin on kuitenkin kertynyt sakkaa ja ruostetta, joka on ilmennyt termostaattien toiminnan häiriintymisenä. Jos kohteessa siirrytään maalämpöjärjestelmään, tulee patterit vaihtaa uusiin, jotta ongelmilta uuden laitteiston kanssa vältytään.

4.2 Maalämmön soveltuvuus kohteeseen

Maalämmön asennus vaihtoehtoista kohteeseen sopii vain poraus maa-/kallioperään. Tontilla ei ole tilaa vaakaputkistojen asennukseen ja vesistöön asennus ei sovellu vilkkaan veneliikenteen takia. Näiden seikkojen takia täytyy valita porakaivo, johon maalämpöputkistot ujutetaan. Tämä nostaa kustannuksia, koska porakaivon poraus on huomattavasti kalliimpi kuin muut vaihtoehdot. Kuitenkin tontilla kallio tulee vastaan parin metrin maakerroksen jälkeen. Tämä laskee kustannuksia, koska maahan poraus on kalliimpaa kuin kallioon poraus. Työhön tulevat laskelmat tehdään siis poraivo-tekniikkaan perustuvaan maalämpöön.

Porakaivon syvyydeksi on laskettu 150 metriä. Kaivo on mitoitettu 150 – 200 neliömetrin lämmitystarpeelle. Porakaivon poraus suoritettaisiin lähelle alakerran sisäänkäyntiä, josta olisi lyhyt matka edetä seinän läpi tai alta tekniseen tilaan. Tällä tavoin ei tarvittaisi kovin suuria kaivuutöitä lämmönkeruuputkiston saattamiseksi rakennuksen sisään. Tekninen tila tulisi vanhan polttopuuvaraston paikalle, joten vanha lämmityskattilan paikka voidaan hyötyä käyttää jotenkin, vaikka varastotilaksi (Kuva 6). Putket käyttövedelle ja pattereille joudutaan tekemään pinta-asennuksena, niin kuin vanhatkin putket tässä kohteessa olivat. Putkityötä helpottaa huomattavasti vanhojen putkien reiät, joista osa uusista putkista voidaan ujuttaa sisään. Tietenkin joitain reikiä putkille joudutaan tekemään.

Maalämmön ohella on hyvä päivittää myös patterit. Vanhat patterit eivät välttämättä sovellu maalämpöpumpun käyttöön ja uusien pattereiden hankintahinta on edullinen. Järjestelmän toiminnan varmistamiseksi kannattaa patterit vaihtaa uusiin. Vanhat patterit ovat myös vuosien saatossa keränneet vähitellen ruostetta ja sakkaa, joka vähitellen saattaa heikentää pattereiden vedenkiertoa ja aiheuttaa jopa tukkeutumia. Vedenkierron heikkeneminen ja häiriintyminen aiheuttavat pattereiden epätasaista lämpiämistä, toimilaitteiden kuten termostaattien jumiutumisia ja näistä seuraa pientä energiakustannusten nousua.



Kuva 6 Puuvarasto (Kokki, 2018)

4.3 Lisälämmöneristys kohteessa

Lisälämmöneristys kohteessa olisi helpoiten toteutettavissa yläpohjan (Kuva 8) energiatehokkuuden parantamisella ja ikkunoiden sekä ovien vaihdolla. Eristeen lisäys yläpohjaan ei tässä kohteessa ole järkevä vaihtoehto, koska yläpohjan tuuletustila räystään vieressä jäisi liian pieneksi (Kuva 7).



Kuva 7 Kohteen yläpohja pitkältä sivulta (Kokki, 2018)

Nykyisen purueristeen tilalle vaihdettaisiin parempi lämmöneriste, ympäristöystävällinen vaihtoehto olisi ekovilla. Ekovillaa saadaan niin puhallettavana eristeenä kuin myös levyeristeenä. Ongelmia eristeen vaihdossa saattaa aiheuttaa rikkiäinen höyrynsulku. Jos höyrynsulku on vaurioitunut, on ennen uuden eristeen asennusta oltava varma, että höyrynsulkukerros on ehjä. Lisäeristystä tehtäessä tulee ilmanvaihtoputket eristää, jos niitä ei vielä ole eristetty.



Kuva 8 Kohteen yläpohja (Kokki, 2018)

Vanhan purun poisto hoidettaisiin suurtehoimurilla, tällä tavalla puru saadaan tehokkaasti ja tarkasti pois. Suurtehoimureiden hinta olisi myös kohtuullinen verrattuna siihen työmäärään, jos purun poisto tehtäisiin käsin. Uuden eristeen puhallus tehtäisiin vuokraamosta saatavalla puhallusvillan puhaltimella.

Kohteen vanhat ikkunat ovat hyväkuntoiset kaksikerrosikkunat (Kuva 9 Kohteen olohuoneen ikkunat (Kokki, 2018)), mutta eivät kovin tiiviit. Myös ikkunakarmin ja talon rungon väliset liitokset vuotavat lämpöenergiaa ulos. Kohteen kellarikerroksen voitaisiin jättää uusimatta, koska kerroksessa olevan kylpyhuoneen ikkunat ovat jo uusittu ja muut kerroksen tilat eivät ole asuinkäytössä ja ovat puoli-lämpimiä tiloja. Ikkunoiden vesipellit voisivat olla hiukan pidemmät. Uusien ikkunoiden avulla saadaan seinävaippa tiiviiksi, joten lämmitysenergia ei vuoda ulos. Myös vesipellit voitaisiin tehdä pidemmiksi, kun ikkunat vaihdetaan.



Kuva 9 Kohteen olohuoneen ikkunat (Kokki, 2018)



Kuva 10 Kohteen ikkuna (Kokki, 2018)

Sisäpuolisessa lämmöneristyksessä ongelmiksi tulisivat nykyisten pattereiden sijainti. Pattereiden tuloputket ovat aivan seinän vieressä, joten seinän turvottaminen aiheuttaisi sen, että tuloputket ja patterit jäisivät lisäeristysen eteen. Näin ollen sisäpuolinen eristys olisi hankala toteuttaa, joten se jätetään pois vaihtoehdoista.

5 MAALÄMMÖN JA LISÄLÄMMÖNERISTYKSEN KUSTANNUKSET 25 VUODEN AIKANA

5.1 Kohteen nykyiset kustannukset

Kohteessa kuluu nykyisin polttopuuta 15 pinokuutiota sekapuuta vuodessa. Energiämääränä se on noin 20 000 kWh (Halkoliiteri, 2019) ja puiden kustannus on noin ostopuuna 750 € (50 €/kuutio) vuodessa. Rahaa polttopuihin 25 vuoden aikana menisi 18 750 €. Lisäksi kohteessa kuluu taloussähköä keskimäärin 500 kWh kuukaudessa ja 6 000 kWh vuodessa. Yhteensä sähköä kuluu 25 vuoden aikana 150 000 kWh eli 19 500 euroa. Sähkön hintana käytetään 13 snt/kWh. Sähkön hinta kuitenkin nousee vähitellen ja 25 vuoden päästä se voi olla 1,5 – 3 kertainen nykyiseen verrattuna. Nousua on kuitenkin vaikea ennustaa, joten sitä ei huomioida laskuissa. Kokonaiskustannus polttopuille ja sähkölle tämän hetkiselällä sähkön hinnalla 25 vuoden aikajanaalla siis 38 250 €.

5.2 Maalämmön kustannukset

Maalämmön kustannuksia kohteessa vähentää kallion läheinen sijainti maaperässä. Myös maalämpöputkiston vienti rakennukseen voidaan tehdä perustusten alta ja porakaivo saadaan porattua lähelle rakennusta. Porauksen hinnaksi tulisi noin 5 100 euroa. Hinta on tarjous kohteeseen eräältä porakavoporauksien tekijältä. Tällä hinnalla saisi riittävän syvän reiän talon vaatimalle lämmitysenergialle.

Maalämpöpumpun hinnaksi tulisi noin 7 850 euroa, hinta on keskiarvo kolmen maalämpöpumpun hinnoista. Opinnäytetyössä on käytetty yleisempiä Suomessa myytävien merkkien pumppujen hintoja. (Lämpöässä, Nibe, Viessmann) Uusien pattereiden hinnaksi tulisi noin 2 100 euroa (Taulukko 1). Maalämmön kustannuksiin täytyy lisätä putki- ja sähköasentajan työkustannus. Työkustannus maalämpöpumpun ja pattereiden putki- ja sähkötoille tarvikkeineen tulisi olemaan noin 2 400 euroa (Taulukko 2).

Kohteessa kustannuksia vähentää oman työn hyödyntäminen muun muassa kanaalin kaivussa maalämpöputkille. Työhön ei tarvitse kaivinkonetta, koska reikä voidaan porata lähelle rakennusta ja kanaali pystytään kaivamaan omana työnä. Muita pienempiä kustannuksia ovat lämmöneriste tuloputkien kanaaliin. Kaikki kustannukset yhteenlaskettuna maalämpö tulisi maksamaan 10 % katteen kanssa 18 588 euroa.

Taulukko 1 Maalämpö materiaalikustannus (Kokki, 2018)

Maalämpö materiaalikustannus		Alv 0 %	Alv:n osuus	Yhteensä Alv 24%
Maalämpöpumppu	1 kpl	4 788 €	6 300 €	7 850 €
Porakaivon poraus	1 kpl	3 876 €	1 224 €	5 100 €
Kanaalin eristeet	15 m ²	75 €	24 €	99 €
Patterit	14 kpl	1 596 €	504 €	2 100 €

Taulukko 2 Maalämpö työkustannus (Kokki, 2018)

Maalämpö työ- kustannus		tth	h (21 €/h)	yht
LVI-työ	147 brm2	0,27	39,69	1 425 €
Sähkötyö	1 erä			580 €

Maalämmön käyttökustannukset ovat pienet asennuksen jälkeen. Pumpun käyttöikä on noin 25 vuotta, jonka jälkeen on pumpu tai vähintään pumpun kompressori vaihdettava uuteen. Pumpun sähkönkulutus on kolmannes polttopuiden tuottamasta energiasta. Laskettuna siitä tulee noin 6 600 kWh vuodessa. Talon entiset sähkökustannukset ja pumpun sähkönkulutus yhteenlaskettuna 12 600 kWh vuodessa. Koska pumpun myötä puulämmitys poistuisi miltei kokonaan, kohteessa on vanha puuhella, jota ei käytetä kuin muutaman kerran vuodessa, kustannukset muodostuisivat pelkästään sähköstä. Jos sähkön hinta olisi 13 snt/kWh, 25 vuoden aikana pelkästään maalämpöpumpun pyörittämiseen tarvittaisiin 21 450 euroa.

Maalämmön investointikustannukset ja käyttökustannukset 25 vuoden aikana olisivat laskennan perusteella 40 038 euroa. Kun summaan lisätään vielä taloussähkö, tulee summasta kohtuuttoman suuri, ja huomataan investoinnin kannattamattomuus. Kokonaiskustannus tulisi olemaan 59 540 euroa.

5.3 Lisälämmöneristyksen kustannukset

Lisälämmöneristyksen suurimmaksi kustannukseksi muodostuvat uudet ikkunat ja ovet. Myös työkustannuksien määrä on paljon suurempi kuin maalämmön asennuksessa. Kustannuksia voi nostaa hankala purkutyö, kun rapattu pinta täytyisi pitää ehjänä, mikä voi hidastaa purkutyötä. Myös rikkinäinen höyrynsulku voi tuottaa kustannuksien nousua, jos höyrynsulkukerros joudutaan uusimaan.

Ovien ja ikkunoiden hinnaksi tulisi noin 8 800 euroa. Työkustannus ikkuna- ja ovi-asennukseen purkuineen olisi 2 400 euroa. Pienempiä kuluja muodostuu ikkuna- ja ovipelleistä ja listoituksesta. Yläpohjan eristyksen suurin kustannus tulee uudesta eristemateriaalista ja suurtehoimurista vanhan eristeen poistossa. Uudet eristeet maksaisivat noin 1 800 euroa. Yläpohjan vanhan eristeen poisto maksaisi noin 1 670 euroa. Suurtehoimurin hintaan kuuluu vanhan eristemateriaalin jätteenkierrätyskulut. Taulukoista puuttuu työkonevuokrat kuten puhallusvillan puhalluslaite, jotka lisäävät kustannuksia. Kaikki kulut yhteenlaskettuna lisäeristys maksaisi 17 637 € 10% katteella (Taulukko 3 ja Taulukko 4).

Taulukko 3 Lisälämmöneristys materiaalikustannukset (Kokki, 2018)

Lisäeristysten materiaa- likustannukset		Alv 0 %	Alv:n osuus	Yhteensä Alv 24 %
Ikkunat	10 kpl	5 329 €	1 683 €	7 012 €
Ovet	2 kpl	1 409 €	445 €	1 854 €
Yläpohjaeriste (Ekovilla)	31 m ³	1 355 €	428 €	1 784 €
Muut materiaalit (listat, pellit, uretaanit yms.)				277 €
Yhteensä				10 827 €

Taulukko 4 Lisälämmöneristys työkustannus (Kokki, 2018)

Lisäeristysten työkus- tannukset		tth/yks	h	yht. € (kta 18€/h, työryhmä 2 RAM sis. sos kulut)
Ikkunapurku	10 kpl	1,08	10,8	665 €
Ovipurku	2 kpl	0,86	1,72	105 €
Ikkunan asennustyö	10 kpl	2,3	23	1 415 €
Oven asennustyö	2 kpl	1,4	2,8	172 €
Listoitukset	65 jm	0,06	3,9	120 €
Pellitykset	50 jm	0,08	4	123 €
Yläpohjan, vanhan eris- teen poisto	31 m ³	0,065	5	1 670 € (Imuau- ton tuntiveloitus 172 €/h) + 200 € matkat
Uuden eristeen asen- nus (puhallusvilla, 0,039 W/mk)	31 m ³	0,13	4,03	248 €
Yhteensä				4 518 €

5.4 Lisälämmöneristyksen energiansäästö

Kohteen nykyinen vuosittainen energiankulutus polttopuut ja sähkö yhteenlaskettuna on 26 000 kWh. Yläpohjan nykyinen U-arvo 0,54 W/m²K. Noin 15 % lämmitysenergiasta kuluu yläpohjaan eli sama kuin ikkunoihin. Yläpohjan U-arvo eristeen vaihdon jälkeen olisi 0,15 W/m²K. Yläpohjan eristeen vaihdolla saataisiin 37,6 kWh säästöä neliömetrille vuodessa. Yhteensä siis noin 3 380 kWh. Laskelmien tulokset ovat teoreettisia ja niissä ei ole huomioitu mahdollisia ilmapuotoja, joita voi syntyä asennusvirheistä. Eristeeksi valittiin puhallusvilla edullisuuden takia, muitakin vaihtoehtoja olisi ollut, mutta ne eivät olisi olleet niin kannattavia investointeja.

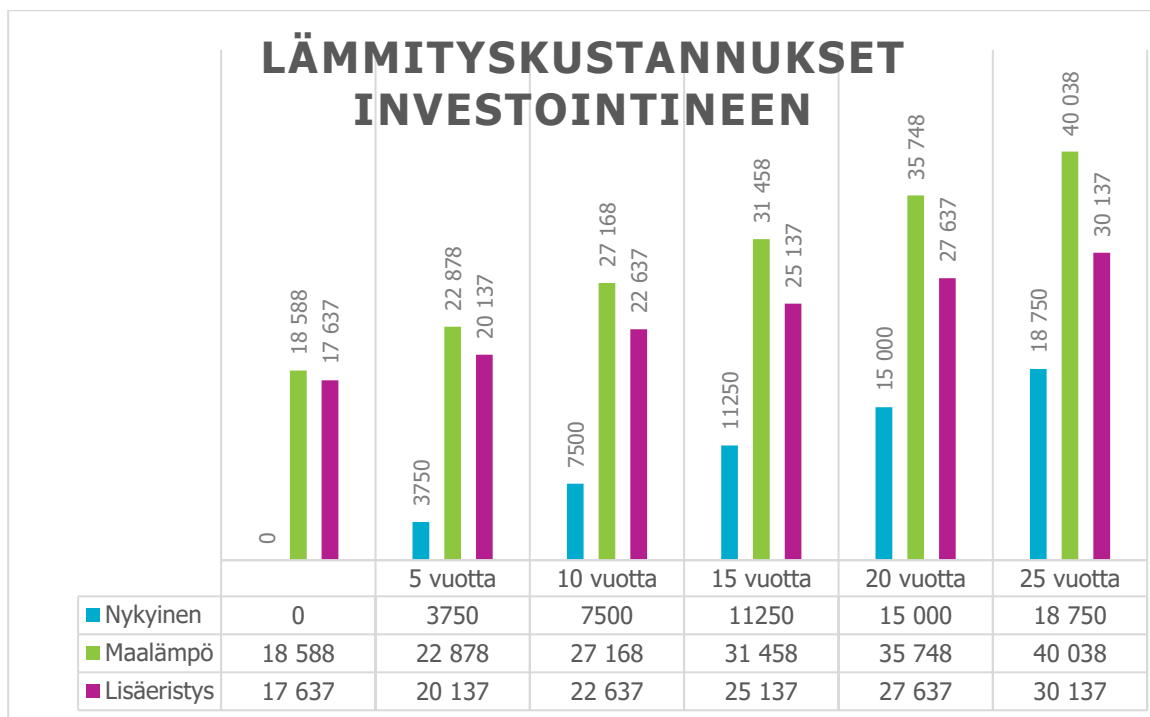
Ikkunoiden ja ovien osuus lämmitykseen kuluva energiasta on myös 15 %. Vanhojen ovien ja ikkunoiden U-arvo on noin 2,5 W/m²K. Uusien ovien ja ikkunoiden mitoitusarvona on käytetty 1,0 W/m²K. Ikkunoiden ja ovien kokonaispinta-ala on 19,7 m². Uudet ikkunat ja ovet toisivat noin 3 550 kWh säästöä vuodessa. Yhteensä kulutus vähentyisi lisäeristyksen jälkeen 6 930 kWh. Uusi lämmityskustannus olisi siis 13 070 kWh vuodessa. Lämmityskustannukset laskisivat 20 000 kilowattitunnista 13 070 kilowattituntiin. Sähkö ja lämmityskustannukset parannuksen jälkeen yhteensä 19 000 kWh. U-arvot on laskettu Puuinfon verkkosivustolta saatavalla mitoitusohjelmalla.

Energiatohokkuuden parannuksen takia lämmityskustannukset putoaisivat 13 070 kilowattituntiin. Polttopuiden määrä vähenisi näin 10 pinokuutioon ja niiden kustannus 25 aikana olisi parannuksen jälkeen 12 500 euroa. Polttopuiden määrä vähenisi kolmanneksella. Eristyksen investointikustannukset ja uudet polttopuukustannukset olisivat yhteensä 30 137 euroa. Taloussähkö lisättynä summasta tulisi 49 637 euroa.

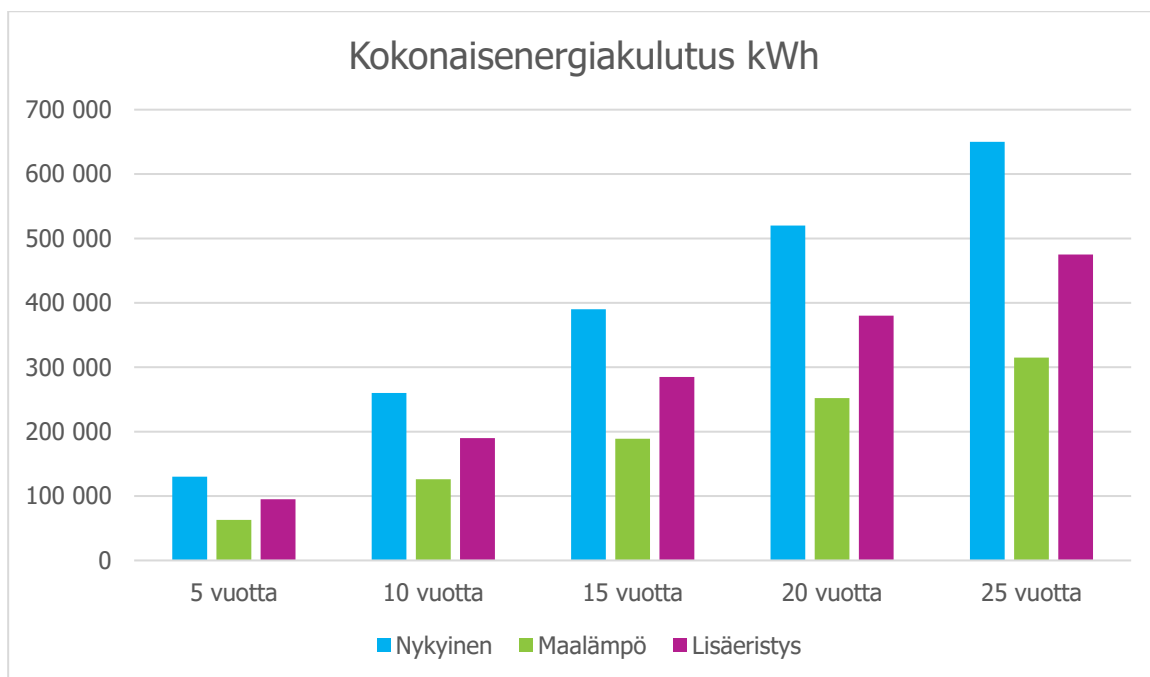
5.5 Kustannusten vertailu

Kustannuserot maalämmön ja lisälämmöneristyksen välillä eivät ole investointivaiheessa suuret. Kumpikaan vaihtoehtoista ei maksaisi itseään takaisin 25 vuoden aikana. Maalämmön käyttökustannukset koostuvat maalämpöpumpun pyörittämiseen tarvittavasta sähköstä. Vaikka maalämmön hankinta laskisi kokonaiskulutusta huomattavasti, sähkön hinta on kallis verrattuna polttopuun edullisuuteen. Sähkökulutus kasvaisi niin paljon, että kohteen nykyinen järjestelmä olisi paljon edullisempi (Kuva 12).

Lisälämmöneristyksessä ei pitäisi tulla minkäänlaisia käyttökustannuksia 25 vuoden aikajanalla vaan eristys laskee nykyisiä lämmityskustannuksia. Investointikustannuksia parannus ei kuitenkaan maksa takaisin 25 vuoden aikana. Lämmityskustannukset putoaisivat kolmanneksen ja taloussähköä kuluisi saman verran. Kolmanneksen lämmityskustannuksien pudotus polttopuissa olisi 5 pinokuutiota vuodessa ja 25 vuoden aikana muutos säästäisi 6 250 euroa. Lisäeristyksen investoinnista jäisi maksettavaa 25 vuoden jälkeen vielä 11 387 euroa (Kuva 11).



Kuva 11 Lämmityskustannukset investointineen (Kokki, 2019)



Kuva 12 Kokonaisenergiankulutus (Kokki, 2019)

6 POHDINTA

Työn edetessä sain huomata, kuinka tilaajan ja osittain omatkin luulot osoittautuivat vääriksi, maalämpö ei olekaan välttämättäärkevin vaihtoehto vanhemmassa omakotitalossa. Työn perusteella olisi edullisinta jatkaa nykyisellä lämmitystavalla ja rakenteilla. Kustannuksia ei kuitenkaan voi ajatella vain euroissa. Puulla lämmitys ottaa aikaa ja vaivaa, jokainen lämmityskerta on pois vapaaajasta. Kuinka arvokkaaksi tilaaja arvottaa oman aikansa ja mukavuutensa. Maalämmön asennus poistaisi puiden kantamisen ja lämmityksen vaivan. Ajatellaan, että puiden kanto ja lämmittäminen veisi keskimäärin 2 tuntia viikossa aikaa, talvisin enemmän ja kesällä vähemmän. Aikaa yhtenä vuonna lämmittämiseen kuluisi n. 100 tuntia. Tuntipalkaksi voidaan määrittää vaikka 10 euroa tunnilta, kertyy vuodessa 1 000 euroa. 25 vuoden aikana 25 000 euroa. Jos tämä kustannus lasketaan alkuperäisiin kustannuksiin ja lisäeristyksen kustannuksiin lisäksi, on maalämpö 5 260 euroa alkupe- räistä lämmitystä halvempi.

Järkevin vaihtoehto olisi parantaa pelkästään yläpohjan energiatehokkuutta. Sen parannus on hyötyn nähden edullinen ja se maksaisi itsensä takaisin noin 10 vuodessa. Tällä hetkellä iso osa lämmitysenergiasta menee hukkaan yläpohjan huonon eristävyden takia.

Ekologisin vaihtoehto olisi maalämpö. Energian lähteenä se käyttää uusiutuvaa maaperään tai vesistöön sitoutunutta lämpöenergiaa. Se ei tuota lainkaan päästöjä, ja jos pumpun pyörittämiseen käytettävä sähkövirta on tuotettu esimerkiksi vesi- tai tuulivoimalla, on se ympäristölle erittäin ystävällinen lämmitysmuoto. Puulämmityksessä syntyy hiilidioksidipäästöjä ja myös paljon haitallisia pienhiukkasia.

LÄHDELUETTELO

- Ekolämpö.** Ekolämpö. [verkkojulkaisu] [Kuva 2 ja 3] [Viitattu: 15. 11 2018.] Saatavissa: <https://ekolampo.fi/>.
- Halkoliiteri. 2019.** www.halkoliiteri.com. *www.halkoliiteri.com*. [verkkojulkaisu] Absent Company Oy, 1 2019. [Viitattu: 12. 1 2019.] Saatavissa: <http://www.halkoliiteri.com/?id=170>.
- Lämpöäkotiin.fi.** www.lämpöäkotiin.fi. [Kuva 1] [Viitattu: 14. 12 2018.] Saatavissa: <http://lampoakotiin.fi/lammitys/>.
- NIBE Energy Systems Oy. 2019.** www.nibe.fi. [verkkojulkaisu] NIBE Energy Systems Oy, 2019. [Viitattu: 13. 2 2019.] Saatavissa: <https://www.nibe.fi/tuki/lampopumpun-toiminta/maalampo/maalampo/>.
- Nieminen , Jyri ja Virta, Jari. 2016.** *Rakennusten lisälämmöneristäminen*. s.l. : Kiinteistöalan kustannus Oy, 2016.
- Rakentaja.fi. 2014.** Perinnekiinteistö hyödyntää uusiutuvan energian mahdollisuudet monipuolisesti. [verkkojulkaisu] Rakentaja.fi, 12. 8 2014. [Viitattu: 6. 11 2018.] Saatavissa: https://www.rakentaja.fi/artikkelit/11897/maalampoa_vesistosta_stiebel_eltron.htm
- Suomen Uusiutuva Energia. 2010.** Suomen Uusiutuva Energia. [verkkojulkaisu] [Kuva 4] 2010. [Viitattu: 15. 11 2018.] Saatavissa: <https://www.uusiutuva.fi/perustietoa-maalammosta.aspx>
- Suomen uusiutuva energia. 2010.** www.uusiutuva.fi. [verkkojulkaisu] Suomen uusiutuva energia, 1. 1 2010. [Viitattu: 8. 11 2018.] Saatavissa: <https://www.uusiutuva.fi/perustietoa-maalammosta/lammon-keruujarjestelma.aspx>
- Ympäristöministeriö. 2011.** www.ym.fi. [verkkojulkaisu] Ympäristöministeriö, 17. 3 2011. [Viitattu: 8. 11 2018.] Saatavissa: [http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Tiedotteet_2011/Lampokaivojen_poraamiseen_jatkossa_toime\(944\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Tiedotteet_2011/Lampokaivojen_poraamiseen_jatkossa_toime(944))