

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus, rakennusmestari

2023

Mimmi Hautala

1940-luvun pientalon energiatehokkuuden parantaminen

TURKU AMK 
TURKU UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus, rakennusmestari

2023 | 34 sivua

Mimmi Hautala

1940-luvun pientalon energiatehokkuuden parantaminen

Tämä opinnäytetyö esittelee vanhan omakotitalon energiatehokkuuden parantamisen keinoja ja tutkii nykyisen yläpohjan eristeiden vaihtamisen vaikutusta lämmönläpäisykertoimeen eli U-arvoon. Tavoitteena oli laskennallisesti todistaa, että uusimalla yläpohjan eristeitä voitaisiin saavuttaa huomattavia parannuksia energiatehokkuuteen ja eristävyyteen. Tässä työssä esitellään myös muita vaihtoehtoja energiatehokkuuden parantamiseen.

Tutkimusmenetelmänä oli yläpohjan paikan päällä tehtävä tutkiminen. Tässä mitattiin rakennekerrosten paksuuksia ja dokumentoitiin yläpohjan nykyistä tilannetta. Menetelmänä laskemisessa käytettiin tunnettuja yläpohjan U-arvon laskukaavoja, joiden avulla selvitettiin nykyinen ja uusi U-arvo. Muiden parannuskeinojen osalta tutkittiin laajaa lähdemateriaalia talon energiatehokkuuden parantamiskeinoista ja niiden vaikutuksista.

Tuloksiksi opinnäytetyöstä saatiin tutkinnan pohjalta toteutettu suuntaa antava laskelma, josta voidaan todeta talon yläpohjan lämmönläpäisykertoimen parantuneen korjausehdotukset toteutettaessa. Tämän perusteella voidaan siis todeta, että toimenpiteillä on vaikutusta talon energiankulutukseen. Muiden parannuskeinojen vaikutuksista saatiin laajasti tietoa ja ne toimivat ohjeellisena suunnännäyttäjänä omakotitalon energiatehokkuuden parantamisen keinoja miettivälle remontoijalle.

Asiasanat:

energiatehokkuus, omakotitalo, U-arvo, yläpohja, 40-luku

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction
Management

2023 | 34 pages

Mimmi Hautala

The energy enhancement of a 1940s house

This thesis presents ways to improve the energy efficiency of an old detached house and investigates the effect of changing the current insulation of the roof to improve it and how this affects the U-value. The goal was to mathematically prove that changing the insulation has benefits in energy efficiency. Also by introducing other methods the thesis investigates the effects the improvements have on the whole house.

The study method was on-site examination of the roof. The thickness of the structural layers were measured and the current state of the roof was documented. Well known U-value calculation formulas were the mathematical methods to calculate the current and the new U-value. Other improvement methods were investigated by extensive source material in the related fields.

As a result of the thesis the methods to improve the energy efficiency were calculated and it was mathematically proven that by changing the insulation type, a significant enhancement can be reached. Based on this it can be said that improving the roof materials can have some effect on the energy consumption. Other improvements were presented based on the gathered information and it can be assured that those also have an effect on the house energy efficiency.

Keywords:

detached house, energy efficiency, roof, U-value, 1940s

Sisältö

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| 1 Johdanto | 6 |
| 2 Tutkimuskohde Kannus 4 | 7 |
| 2.1 Toteutetut remontit | 7 |
| 2.2 Talon tulevaisuus | 8 |
| 3 Pientalon energiankulutus | 9 |
| 3.1 Lämmönjohtavuus | 9 |
| 3.2 Pientalon energiantarve | 10 |
| 4 Eristeistä yleisesti | 12 |
| 4.1 Saha- ja kutterinpuru | 13 |
| 4.2 Kivivilla | 13 |
| 4.3 Lasivilla | 14 |
| 4.4 Selluvilla eli puukuituvilla | 15 |
| 5 Yläpohja | 18 |
| 5.1 Nykyinen yläpohja | 18 |
| 5.2 U-arvon parantuminen | 21 |
| 6 Muita parannusvaihtoehtoja | 24 |
| 6.1 Aurinkopaneelit | 24 |
| 6.2 Ikkunat ja ovet | 24 |
| 6.3 Lämmöntalteenotto poistoilmasta | 27 |
| 6.4 Jäteveden lämmöntalteenotto | 28 |
| 6.5 Valaistus | 28 |
| 7 Lopputulema | 31 |
| Lähteet | 32 |

Käytetyt lyhenteet

| | |
|--------------------|--|
| g-arvo | ikkunoiden auringon säteilyn läpäisevyyttä kuvaava arvo |
| k-arvo | U-arvoa edeltänyt lämmönläpäisykerroimen ilmaisutapa |
| kWh | tapa mitata energiankulutusta, kuvaa tuhannen watin vaatiman laitteen energiankulutusta tunnissa |
| λ , lambda | lämmönjohtavuutta kuvaava arvo rakennusaineille |
| MWh | kuten kWh, mutta 1 MWh= 1000 kWh |
| U-arvo | lämmönläpäisykerroin joka ilmaistaan $W/(m^2K)$ |

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on toimia ohjeellisena ja suuntaanäyttävänä tutkimuksena omakotitaloasujan suunnitellessa energiatehokkuuden parantamiskeinoja omassa talossaan. Tässä opinnäytetyössä on esitetty laskelma yläpohjan korjauksen vaikutuksista lämmönläpäisykertoimeen eli siihen kuinka paljon rakenne päästää läpi lämpöä, toisinsanoen eristää. Opinnäytetyössä käsitellään muutama erilainen eristevaihtoehto tämän hetkisiltä markkinoilta ja vertaillaan niiden eristyskykyä, hintaa ja asennustapaa. Tämän lisäksi opinnäytetyöstä löytyy luku omakotitalon energiankulutuksesta.

Toimeksiantajalle tämä opinnäytetyö toimii ohjeellisena työnä mahdollisia tulevia korjauksia varten.

Tässä opinnäytetyössä esitetään keinoja pientalon energiatehokkuuden parantamiseen, keskittyen erityisesti talon yläpohjan eristeisiin. Lopussa mainitaan muita vaihtoehtoja vanhan talon energiatehokkuuden parantamiseksi, kuten esimerkiksi aurinkopaneeleita ja paremmin eristävät ikkunat. Opinnäytteessä on erityisesti kiinnitetty huomiota kysymyksiin U-arvon parantamisesta ja erilaisten korjauksien tuomista hyödyistä.

Opinnäytetyö on toteutettu tutkimalla kohteena toimineen talon yläpohjaa. Yläpohjasta on mallinnettu rakennepiirros ja sen avulla laskettu U-arvo nykyiselle yläpohjalle. Voimassa olevien määräysten ja suositusten mukaan vanhan purueristeen tilalle on vaihdettu uusi eristemateriaali ja siitä on laskettu uusi U-arvo rakenteelle, jos pelkkä eriste vaihdetaan.

2 Tutkimuskohde Kannus 4

Kannus 4 on Helsingin Metsälässä sijaitseva 1940-luvulla rakennettu tiilirunkoinen, rapattu, kolmikerroksinen omakotitalo. Talo on alunperin rakennusmestarin rakennuttama ja sillä on tietävästi ollut ennen nykyistä omistajaa kaksi aikaisempaa omistajaa. Näistä viimeinen omistaja Niilo Erik Saarikko, helsinkiläinen musiikkituottaja, jolta nykyinen omistaja osti talon vuonna 1980. Talo on ollut jo useamman vuoden vuokratyössä. Tämän vuosikymmenen puolella talon omistajuus siirtyi sukupolvelta toiselle.

2.1 Toteutetut remontit

Talo on rakennettu 1948 ja vanhimmat rakennusvalvonnan leimaamat tallessa säilyneet piirrokset ovat vuodelta 1948. Alun alkaen talo on ollut puulämmitteinen, mutta se on sittemmin ollut myös öljylämmitteinen ja nykyään se on liitetty kaukolämpöön.

Tämänhetkisellä omistajaperheellä se on ollut 43 vuotta ja tulevaisuuden osalta ei ole tietoa, miten pitkään talo säilyy nykyisillä omistajillaan.

Viimeisimmät suuret remontit joita taloon on toteutettu ovat julkisivun maalaus ja rappauksen paikkakorjaus vuonna 2021 sekä vuonna 2012 tehty kattoremontti. Kattoremontti koski kuitenkin vain puisia kattorakenteita ja peltikatetta, eikä yläpohjan eristeitä vaihdettu kuin vaurioituneilta alueilta.

Kellarissa on aikanaan puulämmityksen ja öljylämmityksen siirtovaiheissa suoritettu muutoksia huonejärjestyksissä ja esimerkiksi vanha koksivarasto on purettu. Tietävästi kantaviin rakenteisiin ei ole koskettu, vaan vain kevyitä tiilimuurattuja seiniä on muuteltu.

Sisätiloissa pintoja on uusittu alakerrassa 90-luvulla ja yläkerran asunnossa 2010-luvulla. Yläkerran asuntoon rakennettiin 2010-luvulla kylpyhuone ja muokattiin talon säilytystiloja, pintoja ja keittiön vieressä sijainnutta pientä

huonetta. Kellarissa sijainneet saunatilat ja käytävä uusittiin laajamittaisesti ja kosteita pintoja kuivatettiin pitkään kestäneessä remontissa vuonna 2015.

Ulkoseiniin tai kantaviin rakenteisiin ei ole tehty muutoksia ja niiden osalta talo on aluperäiskunnossa. Osa ikkunoista on alkuperäisiä kaksilasisia puupuitteisia. Kellaritiloissa sijaitsevat ovet ovat alkuperäisiä.

Talotekniikan osalta talossa on edelleen käytössä alkuperäiset vesi- ja viemäriputket. Sähköjä on osittain asennettu uusiksi ainakin yläkerran asunnon osalta ja todennäköistä on, että talossa on jossain kohtaa tehty sähköasennusten osalta laaja modernisointi. Talossa on painovoimainen ilmanvaihto.

2.2 Talon tulevaisuus

Talon tulevaisuus on epävarma. Sen vierellä kulkevaan Tuusulanväylään on suunniteltu puistobulevardia ja 20 000 ihmisen asuinalueita, jonka rakentaminen muuttaisi kaavoitusta alueella. Lähitöillä sijaitsevasta Käpylän kaupungiosasta suunnitellaan joukkoliikenteen keskittymää, joka toisi uudenlaisia järjestelyitä alueen liikenteeseen. (Oksanen 2018) Omistaja on miettinyt puistobulevardin varrelle rakennettavien kerrostalojen vaikutusta taloon ja sen asumisviihtyvyyteen. Myös mahdollisen kaavam muutoksen tuomat mahdollisuudet lisärakentamiseen ovat olleet pohdinnassa suunnittelupöydällä.

Mahdolliset rakennustyöt tulevat väistämättä vaikuttamaan asukkaiden asumisviihtyvyyteen. Arvollinen kehitys alueella tullaan näkemään tulevaisuudessa. Kauaskantoinen vaikutus Helsingin nykyiseen rakenteeseen tullaan näkemään myöhemmässä vaiheessa, mutta kysymyksiä herää esimerkiksi Helsingin vanhan keskustan tulevaisuudesta, jos Metsälän lähitöille on nousemassa uusi joukkoliikenteen keskus.

3 Pientalon energiankulutus

Talon energiatehokkuutta kuvaa lämmönläpäisykerroin eli U-arvo. Se on rakenteiden kokonaiseristävyyttä kuvaava arvo, jossa jaetaan rakennekerroksen lämmönjohtavuus(λ) ja sen paksuus(d) metreinä ja tästä tuloksena saadaan rakennekerroksen lämmöneristävyys(R). U-arvo lasketaan kaikista talon erilaisista rakenneosista, alapohja, yläpohja, seinät, ikkunat, ovet jne.

Aikoinaan U-arvon tilalla on ollut k-arvo. Talon valmistumisvuoden jälkeisenä vuonna 1949, puurakenteisen katon ja yläpohjan U-arvo vaatimus on ollut 0,41 W/(m²K). Nykyisin yläpohjan U-arvo vaatimus on 0,09 W/(m²K), eli aikaisemmista arvoista on tultu paljon paremmin lämpöä eristäviin rakenteisiin päin. (Ympäristöministeriö 2018, 8)

Kaikissa energiatehokkuuden parantamiskeinoissa tulee ottaa huomioon talo kokonaisuutena, niin arkkitehtonisesti kuin teknisesti. Seinien lisälämmöneristämällä on vaikutuksia esimerkiksi ikkunoihin, sokkeliin ja räystääisiin. Joskus remontilla saadaan enemmän haittaa aikaiseksi, sen sijaan että toimenpiteet jonkin ominaisuuden parantamisen lisäksi auttaisivat taloa kokonaisuutena toimimaan paremmin. Esimerkiksi toimenpiteiden vaikutukset sisäilman laatuun voivat olla suuria. Tiiviimpien ikkunoiden vaihdolla voi olla vaikutusta sisäilmaan siten, että joudutaan miettimään ilmanvaihdollisia аспекteja, koska aikaisemmat epätiivimmät ikkunat ovat päästäneet sisäilmaan enemmän ulkoilmaa. (Virta & Pylsy 2012, 12)

3.1 Lämmönjohtavuus

Lambda λ , on rakennusaineiden lämmönjohtavuuteen tarkoitettu suure, jota tässäkin opinnäytetyössä käytetään laskennallisissa ja tiedollisissa esimerkeissä. Lambda λ on kreikkalaisen aakkoston I-kirjain. 1970 luvulle saakka käytössä oli lämmönjohtavuuden yksikkö kcal/mh°C yksikkö, mutta nykypäivänä W/mK. Lambda ilmoittaa kuinka neliömetrin kokoiselta, metrin

paksuiselta, tasalaatuiselta alueelta siirtyy tehoa rakenteen läpi sekunnissa. Eli mitä pienempi lambda sitä suurempi lämmöneristävyys rakennekerroksella on. (Kaila 1997, 460)

Lambdan ja rakennekerroksen paksuuden avulla saadaan laskettua rakenteen kokonaisresistanssi, eli paljonko se eristää lämpöä. Eristeiden yhteenlasketulla summalla saadaan käänteisluvuksi käännettynä rakenteelle U-arvo.

3.2 Pientalon energiantarve

Eriyisesti nykyään lakien ja energiankulutusvaatimusten kiristyessä pientaloasujalla on mielenkiintoa säästää energiakustannuksissa. Vaihteleva maailmantilanne ja sähköhinta vaikuttavat myös suuresti asukkaan haluun tinkiä sähkö- ja energiakuluissa. (Virta & Pylsy 2012, 11) Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen myöntämällä avustuksilla voi olla vaikutusta taloyhtiöiden haluun toteuttaa energiatehokkuutta parantavia korjauksia.

Energia-asiantuntija Mikko Nurhonen on toteuttanut laskelmat joiden mukaan 150-neliöinen omakotitalo vaatisi vuodessa noin 25 000 kWh energiaa lämmitykseen, kun lämmitysmuoto on maalämpö ja ilmalämpöpumppu. Vuoden 2022 energian hinnoilla kaukolämpölämmitteisessä talossa kustannus artikkelissa mainitun kokoiseen taloon olisi noin 3000 €/vuosi. Viimeisen viiden vuoden hintakehitys on nostanut energiakustannuksia jopa useilla sadoilla euroilla. Itsensä maksaneen lämpöpumpun vuosikustannukseksi on artikkelissa laskettu 800 €/vuosi. Lämpömuotona mainitaan myös puulämmitys, jota moni käyttää tänä päivänäkin apuna tai pääasiallisena lämmönlähteenä. Puulämmityksessä osa ei ota huomioon työkoneisiin, kuljetukseen, käsittelyyn ja metsänhoitoon meneviä varoja, vaan ajattelee puilla lämmittämisen olevan ilmaista. (Vironen P. 2022)

Opinnäytetyössä kohteena oleva talo on ottanut aikanaan ison harppauksen kohti kustannuksien laskua sen siirtyessä kaukolämpöverkkoon. Öljylämmitys on hintava lämmitysmuoto ja usea tämän päivän pientalo etsii keinoja siitä luopumiseen. (Vironen 2022)

Tälle kohteelle arvioitu lämmityskustannus vuodelle 2024 vaihtelee talvikuukausien 5 MWh:n ja kesän lämpimien kuukausien alle 1 MWh:n välillä. Rahallisesti kustannus nousee talvella hieman alle 600 euroon kuukaudessa ja kesällä se pysyttelee hieman yli sadan euron tuntumassa. Kokonaiskulutus on arvion mukaan 36,04 MWh ja energian nykyhinnoilla kustannusta kertyy vuodessa yhteensä 4049 €, josta energiamaksu 3009 € ja perusmaksu 1040 €. (Helen 2023)

Eniten pientalon energiasta menee talon lämmittämiseen. Suomessa talvikausi on energiankulutuksen kannalta vaativin vuodenaika. Tosin nykyään leudot talvet ovat vähentäneet energiantarvetta, mutta edelleen talvipakkasilla lämpöteknisesti toimiva talo on tärkeä tekijä laskettaessa vuosittaista kulutusta. (Pylsy & Virta 2012, 15)

4 Eristeistä yleisesti

Aikanaan hirsirakentamisen ollessa yleisin tapa rakentaa, yläpohjissa on käytetty mitä sinä päivänä on vain löydetty joka on jotakuinkin ollut eristävää. Vanhoissa taloissa heinä, sammal, olki, sahanpuru ja lumppu ovat olleet saatavilla olevia materiaaleja, joita on hyödynnetty eristämiseen. Tälle sekaeristeelle on ollut termi muha joka on tarkoittanut kyseisen ajan eristemateriaalia. Tällaiset eristeet pyritään aina poistamaan ja kokonaan korvaamaan uudella kosteusteknisesti talon kanssa yhteensopivalla eristeellä. (Oulun kaupungin rakendusvalvonta 2013, 1)

Nykypäivänä villaa asennetaan, riippuen eristeestä, 400 —450 mm yläpohjaan. (#raksapodi 2023) Yläpohjan U-arvo vaatimus uusissa taloissa on 0,09. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 27.2.2013/958, 117:4)

Asennuksessa usealla valmistajalla on vaihtoehtona itseasennettava, vuokrattavalla puhaltimella suoritettava asennus. Mutta myös moni yritys toimii ympäri Suomen suorittaen puhallettavien villojen asennuksia. Vanhojen eristeiden poistoon on saatavilla suurtehoimurointi palveluita, joka on nopein tapa poistaa vanha eriste yläpohjasta.

Lämmöneristeiden valinnassa ei voi vertailla pelkästään eristeen lambda arvoa vaan kokonaisuudessa täytyy ottaa huomioon muitakin asioita. Eristeiden kosteustekniset ominaisuudet tulee ottaa huomioon esimerkiksi höyrynsulun suhteen. Omakotitaloasujan ei tarvitse välttämättä käyttää palamattomia eristeitä vaan yläpohjaan voidaan vapaammin valita eriste. (Kaila 1997, 468)

Oulun ammattikorkeakoulussa on tutkittu biopohjaisia eristeitä ja niistä on saatu lupaavia tutkimustuloksia. Ilmastotavoitteet tulevaisuudelle luovat markkinoita hiilijalanjäljeltään pienille materiaaleille kysyntää. Kutterinlastusta, rahkasammaleesta ja turpeesta on jalostettu uusia versioita ja esimerkiksi jalostettu kutterinpuru on arvoiltaan parempi kuin entisaikojen taloissa käytetty jalostamaton kutterinpuru. (Annala 2021)

4.1 Saha- ja kutterinpuru

Tällä hetkellä talon yläpohjassa on käytetty saha- ja kutterinpurun sekoitusta joka on ollut yleisesti käytössä ollut eriste saha- ja puusepänteollisuuden aikana. Sahanpuru on syntynyt sahoilla sivutuotteena työstettäessä puuta ja kutterinpuru on lastua, joka syntyy erilaisia puusepänteollisuuden höyliä käytettäessä. (Kaila 1997, 509)

Tuoreen saha- ja kutterinpurun on sanottu karkottavan jyrsijöitä sen voimakkaan tuoksun vuoksi (Kaila 1997, 510) ja tämä on ollut tärkeää, koska jyrsijät ovat yksi pahimpia tuholaisia yläpohjassa. Jyrsijöiden ulosteet ja ruumiit aiheuttavat hajua joka voi kulkeutua sisäilmaan. Myös jyrsijöiden eristeiden sekaan tekemät ontelot heikentävät lämmöneristyskykyä. (Sisäilmari 2019) Nykyään rakentamisessa suositaan pieneläin verkkoa yläpohjan tuuletusaukkoihin, joka osaltaan poistaa tuholaiden pääsyn yläpohjaan.

Puupohjaisten eristeiden huono puoli on niiden palonkestävyys. Verrattuna nykyaikaisiin palamattomiin eristeisiin on purueriste helposti syttyvä ja täten paloturvallisesti haastava materiaali. Myöskin eristeiden alttius erilaisille homeille on riski, jos yläpohjaan pääsee vettä tai kosteutta joka ei tuulettamalla pääse kuivumaan. (Kaila 1997, 512)

Saha- ja kutterinpurulla on hieman erilaiset lambda arvot, niiden sekoitus, jota tässäkin talossa on käytetty on lambda arvoltaan 0,072 sekä sullottuna että tiukkaan sullottuna. Sahanpurun lambda on löyhänä 0,11, sullottuna 0,083, tiukkaan sullottuna 0,08 ja puristettuna 0,07. Kutterinpurun arvot taas ovat löyhänä 0,33, sullottuna 0,09, 0,08 tiukasti sullottuna ja puristettuna 0,07. (Kaila 1997, 511)

4.2 Kivivilla

Kivivilla on lasivillan tapaan sulasta materiaalista valmistettu eriste, tässä tapauksessa sulasta kivistä. Kivivillaa voidaan valmistaa niin sanotusti kuonavillana teollisuuden sivuvirroista tai luonnonkivistä. (Kaila 1997, 500)

Kivivillaa on valmistettu 1800-luvun loppupuolelta asti sekä Yhdysvalloissa, että Englannissa. 1800-luvun loppupuolelta kivivilla hallitsi eristemarkkinoita 1930-luvulle asti, jolloin lasivilla voitti hintamarkkinoilla ja vei kivivillan markkina-aseman. Suomessa kivivillan valmistus aloitettiin 1940-luvulla. Kuitua valmistettiin puhaltamalla malminjalostuksessa syntyvästä kuonasta. Puhallettavien kivivilla eristeiden käyttö aloitettiin Suomessa 1978. (Kaila 1997, 501) Nykyään esimerkiksi Rockwoolin kivivillat valmistetaan vulkaanisesta kivistä, joka on epäorgaaninen materiaali. Tuotannossa käytetään myös noin 32 % kierrätettyä materiaalia. (Rockwool 2023)

Kivilla on kosteusominaisuuksiltaan diffuusioavoin. Kosteus ei siis kerry eristeen sisään vaan pääsee liikkumaan sen läpi. Diffuusioavoimuuden takia kivivilla on hengittävä materiaali. Kosteudenhylkivyydensä vuoksi se ei ole homeelle tai liialle altis kasvualusta. (Rockwool 2023)

Käyttöältään kivivilla on suunniteltu kestämään koko rakennuksen käyttöiän. Sen ominaisuudet eivät koe muutosta käyttöiän aikana ja täten sitä ei tarvitse vaihtaa. Sillä on myös ääntä eristäviä ominaisuuksia, joten se vähentää melua huoneistojen sekä ulkotilojen ja sisätilojen välissä. (Rockwool 2023)

Palo-ominaisuuksiltaan esimerkiksi Rockwoolin valmistama Granulate Pro puhallettava kivivilla on palo-ominaisuuksiltaan lasivillaan vastaava eli luokassa A1, palamattomat eristeet. Kyseinen villa on tarkoitettu vaakatasoisille pinnoille, eli sopii yläpohjien eristämiseen. Granulate Pro puhallusvilla on sertifioitu SF-EN ISO 9001 mukaan. (Rockwool 2023)

4.3 Lasivilla

Lasivilla on usein pääosin kierrätyslasista valmistettu eriste joka kuidutetaan kuumennusprosessin jälkeen eristemateriaaliksi. Erityisesti yläpohjissa käytettävä puhallusvilla on tuotettu lasivillan tuotantoprosessin ylijäämäpaloista. (Isover 2023) Lasivillan valmistukseen käytetään kvartsihiekkää, soodaa ja kalkkikiveä, sekä siitä 50 —60 % on kierrätyslasia. (Rakennustietosäätiö 1999, 2)

Lasivilla kuuluu parhaimpaan paloluokkaan eli A1, palamattomat eristeet. (Isover 2020)

Lasivillalla toisin kuin joillakin muilla eristeillä on myös ääntäeristäviä ominaisuuksia. Isover InsulSafe puhallusvilla on myös painumaton, eli se säilyttää eristävän ilman rakennekerroksessa. Kyseinen villa on myös lahoamaton, hajuton, eikä se edistä homesienien kasvua. (Isover 2023)

Logistisesti lasivilla on käytännöllinen koska se puristetaan pakkausvaiheessa pienempään tilaan. Asennettaessa se puhalletaan ilmapoksi kerrokseksi eristettävään tilaan. Asennuksen jälkeen villan päällä ei voi liikkua, sillä silloin se painuu kasaan ja menettää lämmöneristävyysominaisuutensa. (Isover 2023)

Lasivillan lämmönjohtavuus eli lambda on 0,033-0,050 W/mK. (Rakennustietosäätiö 1999, 3)

4.4 Selluvilla eli puukuituvilla

Selluvilla eli puukuituvilla on nimensä mukaisesti selluloosasta, puukuidusta tai kierrätyspaperista valmistettu eristemateriaali. Eriste on väriltään harmaata sen ollessa valmistettuna sanomalehdistä ja vaaleaa jos se tehdään puuhiokkeesta tai selluloosasta. Aikakauslehtiä ei käytetä selluvillan valmistamiseen, koska villaa puhallettaessa aikakauslehtien ainesosat pölyävät enemmän, kuin tavallisen sanomalehden. Silti selluvillaa puhallettaessa hengityssuojain on pakollinen, johtuen pölyn haitallisesta määrästä sekä palo-ominaisuuksia parantavien kemikaalien käytöstä selluvillassa. (Kaila 1997, 504)

Puukuituvillaa käytettäessä höyrynsulun asentaminen ei ole välttämätöntä eristeen kosteus- ja lämpöteknisen mukautuvuuden vuoksi. Rakenteissa on kuitenkin varmistettava riittävä ilmansulku eristeen lämpimällä puolella. (Rakennustietosäätiö 2012, 3)

Selluvilla on itsessään helposti syttyvä ja palavaa materiaali, mutta lisäämällä selluvillaseokseen boorimineraaleja saadaan sen palonkestävyyttä parannettua. Lisäämällä torjunta-aineita, kuten booraksia, on se vaikutus, että talolle ei voida

saada joutsenmerkkiä, toisin kuin esimerkiksi käyttämällä mineraalivillaa. Lisäämällä lisäaineita, sen palo-ominaisuuksia saadaan parannettua mineraalivillaa paremmalle tasolle. Palamattoman materiaalin luokitusta sille ei kuitenkaan voida antaa. Lisä-aineilla on myös tärkeä ominaisuus torjua homeita ja lahoa selluvillassa (Kaila 1997, 506). Puukuitueriste palaa hitaasti kytämällä. (Rakennustietosäätiö 2012, 2).

Markkinoilla Ekovilla nimellä tunnettuun eristeeseen lisätään valmistusprosessissa palonestoaineita, jotka kuumetessaan palotilanteessa vapauttavat eristeeseen kidevettä joka hillitsee palamista. Eriste on myös kosteudenvarastointikykynsä vuoksi palon leviämistä ja syttymistä ehkäisevä tekijä. Ekovilla palaa kuten tavallinen massiivipuu, hiiltymällä, eikä palotilanteessa sula. Hiiltyminen osaltaan ehkäisee palon etenemistä ja hidastaa lämmön siirtymistä eristekerrokseen. Huono ilman läpäisevyys huonontaa palon ja ilman, tätä kautta savukaasujen ja lämmön, siirtymistä syvemmälle eristeisiin. (Ekovilla 2021)

Puukuituvilla on kierrätettävä materiaali ja esimerkiksi puukuitueristelevyjä voidaan käyttää uudelleen valmistamalla niistä puhallettavaa eristettä. Myös puhallettuja eristeitä voidaan hyödyntää uudelleen, kunhan ne ovat vaurioitumattomia. Puhallettu eriste voidaan käyttää myös laimentamalla maanparannusaineena. (Rakennustietosäätiö 2012, 2)

Puukuitueriste on hiilitaseeltaan negatiivinen, eli se varastoi hiiltä koko käyttöikänsä ajalta. Eristeen kyky varastoida hiiltä on siis suurempi kuin sen valmistuksesta aiheutuneet hiilipäästöt. (Rakennustietosäätiö 2012, 3)

Puhallettavien puukuitueristeiden lämmönjohtavuus eli λ_D arvo on 0,039...0,043 W(m K). Puhallettaessa tulee ottaa huomioon eristeen painuvuus joka on 15 —20 % alkuperäisestä puhalluskorkeudesta. (Rakennustietosäätiö 2012, 3)

Ilma

Paikallaan pysyvä, ei lämpövirtauksia mukanaan kuljettava ilma, on teoriassa lambda arvoltaan 0,02 W/mK. Tästä syystä johtuukin että suurin osa eristemateriaaleista on sellaisia, että niiden väleihin jää paljon ilmaa ja ne ovat kevyitä. Eristeiden väliin jäävä ilma ei pääse liikkeelle ja muodostaa ilmaonkaloita jotka pysyvät paikallaan eivätkä täten kuljeta lämpövirtauksia mihinkään suuntaan. Villan lämmöneristävyys perustuu siis sen keveyteen ja painuneena ilmatila vähenee jolloin eristyskyky heikkenee. (Kaila 1997, 465)

5 Yläpohja

Yläpohjalla tarkoitetaan talon vesikaton ulkopinnan ja asunnon katon väliin jäävää osuutta. Yläpohjaan kuuluvat siis vedenpitävä vesikatto, sen alle jäävät ruoteet ja rakenteet, tässä tapauksessa tuulettuva ilmatila, eristeet sekä huoneiston katon rakenteet johon on kiinnitetty verhoavat kattorakenteet.

Yläpohjan U-arvo vaatimukset vuonna 2020 olivat normaalin uudisomakotitalon yläpohjan arvoksi 0,09 W(m²K). Tämä ei tietenkään koske tämän opinnäytetyön taloa, mutta on mielenkiintoista nähdä päästäänkö laskelmilla edes vähänkään lähelle tätä vaatimusta ja miten uusi eriste vaikuttaisi U-arvoon.

Yläpohjien ohjeellisena käyttöikäenä pidetään Taloyhtiön Energiakirjan mukaan 20-35 vuotta. Käyttöikä riippuu huoltotoimepiteistä ja tarkastuksista, jotka toteutetaan säännöllisesti. Yläpohjan pahimmat viholliset ovat kosteus- ja homevauriot. Tyypillisesti kosteusvaurion sattuessa vesikatteeseen on tullut reikä, josta vesi on päässyt rakenteisiin ja huonon kuivumisen seurauksena aiheuttanut vaurioita. Vaurioita voivat aiheuttaa teknisen käyttöiän täytyminen tai lumenpudotuksesta aiheutuvat vauriot.

Yläpohjan lämmöneristävyyttä voi parantaa lisäämällä eristettä vanhan eristeen päälle. Tämä vaihtoehto kuitenkin on mahdollinen vain jos eriste on vaurioitumatonta ja hyvässä kunnossa. Kosteusvaurioinen yläpohja tulee perusteellisesti tarkistaa ja korjata vuotokohtien osalta.

5.1 Nykyinen yläpohja

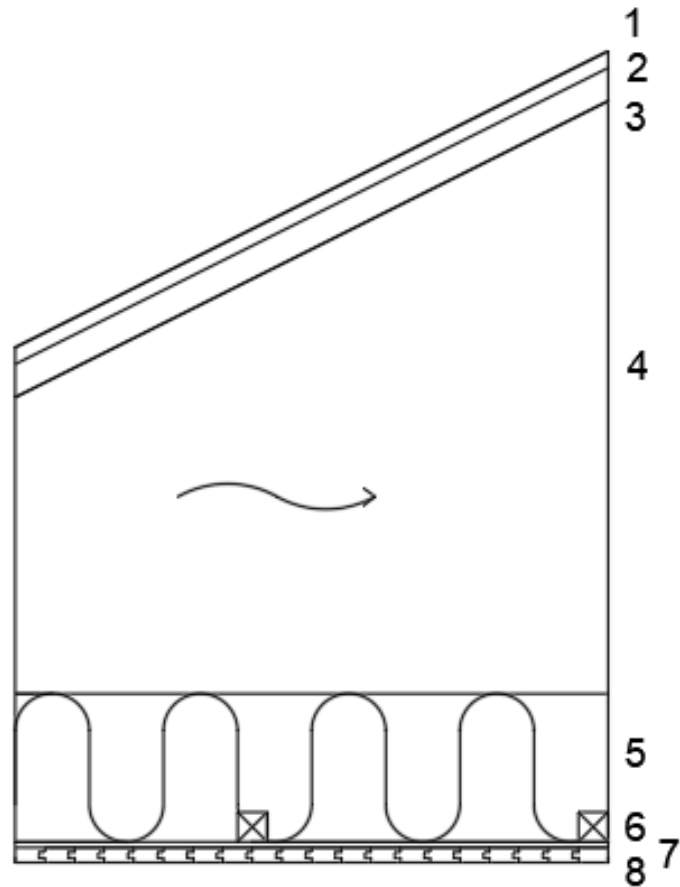
Sen perusteella, mitä yläpohjaa pääsee tutkimaan vessassa olevan kattoluukun kautta, se on melko hyvässä kunnossa. Ilmassa ei ole aistittavissa outoa hajua, joten tuuletus on ilmeisesti kunnossa. Kosteusvahingoista ei ole havaintoja ja ilmeisesti uusi vesikatto on tehnyt tehtävänsä ja pitänyt kosteuden poissa purueristeistä. Huomio kiinnittyi kuitenkin eristeen päällä lojuvaan ylimääräiseen materiaaliin, joka olisi hyvä poistaa ainakin jos eristeitä ei

päädytä vaihtamaan lähiaikoina. Eristeen päällä on esimerkiksi uretaanieristelevyjä, puutavaraa ja ilmeisesti kulkua helpottavia kattohuovan palasia.

Yläpohjaa tutkimalla ei tullut selväksi onko rakenteissa höyrynsulkua. Jos yläpohjaan toteutettaisiin laajempi eristeiden vaihto tulevaisuudessa, voitaisiin samalla lisätä höyrynsulku ja nykyaikaistaa talon rakenteita.

Yläpohjan rakenne koostuu peltikatosta, puisesta kattorakenteesta, finnfoamista, ilmatilasta, eristeestä ja sisäkattorakenteesta. Eristeenä on käytetty kutterin- ja sahanpurun sekoitusta joka on yleinen eriste aikakauden taloissa. Sitä on noin 250 mm:n korkuinen kerros sisäkaton yläpuolella. Vessassa vanhan katon alle on tehty uusi alaslaskettu katto puupaneelista.

Kuvassa 1 on suuntaa antava piirros yläpohjan rakenteista, ei mittakaavassa:



- 1 peltikate ~0,6 mm
- 2 runkopuut 25 mm
- 3 finnfoam 50 mm
- 4 tuulettuva tila 0-1800 mm
- 5 saha- ja kutterinpurun sekoitus ~250 mm
- 6 runkopuut 50 mm
- 7 puulevy 20 mm
- 8 paneeli 25 mm

Kuva 1. Yläpohjan rakenne.

5.2 U-arvon parantuminen

Tämänhetkinen yläpohja on U-arvoltaan 0,107 W/(m²K). Laskelmassa on laskettu olohuoneen katon rakenteista U-arvo, sillä se edustaa suurinta osaa asunnon kattopinta-alasta. Erilaisia arvoja voisi tuottaa vessassa oleva yläpohjarakenne sillä siellä on alaslaskettu paneelikatto jonka yläpuolella uusi valaistus ja ilmastointikanavat menevät. Tässä rakenteessa on noin 20 senttimetriä ilmaa jolla on myös eristävä vaikutus. U-arvo saattaa siis poiketa tältä osa-alueelta.

Nykyisen eristeen, kutterin- ja sahanpurun sekoituksen, lambda-arvo on 0,072.

Vaihtamalla eriste esimerkiksi Isover InsulSafe puhallettuun lasivillaan, jonka suunnittelussa käytettävä lambda arvo on 0,041 voidaan yläpohjalle laskea uusi U-arvo. Laskelma on suuntaa antava ja se on toteutettu laskemalla näkyvillä olevat ja havaitut rakenteet. Laskelmasta tulos ei täysin vastaa todellisuutta ja siinä voi olla heittoa yläpohjan todelliseen tilanteeseen siltä osin, jos näkymättömissä rakenteissa on eroavaisuuksia.

d = materiaalin paksuus

λ = lämmönjohtavuus, lambda

R = lämmönvastus, resistance

$$U = 1/R_{\text{tot}}$$

$$R = d/\lambda$$

$$R_{\text{tot}} = R_{\text{si}} + R_{\text{puukuitulevy}} + R_{\text{runko}} + R_{\text{uusi eriste}} + R_{\text{paneeli}} + R_{\text{finnfoam}} + R_{\text{katto}} + R_{\text{se}}$$

Tällä laskentakaavalla saadaan yhteiseristävyudeksi $R_{\text{tot}} = 16,828$

Käänteislukuna

$$U = 1/16,828$$

$$U = 0,059 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Vaihtamalla eristeet U-arvo olisi siis 180 %:a parempi kuin vanhoilla eristeillä.

Eristeiden vaihdolla on melko suuri vaikutus U-arvon paranemiseen ja eniten tässä kohtaa vaikuttaa luultavasti uuden eristekerroksen paksuus ja sen laskennallinen lambda arvo. Energiankulutuksen kannalta korjaustoimenpiteillä voi olla jonkinlaista vaikutusta.

Myös voitaisiin tässä kohtaa harkita pelkän eristeen lisäämistä vanhan eristeen päälle, joka on myös mahdollista yläpohjan ollessa kunnossa ja silläkin on eristävyttä parantavia vaikutuksia. (Isover 2014) Mutta tämä toimenpide on mahdollinen vain jos rakennekerrokset ovat samaa materiaalia. Tämä tarkoittaisi kuitenkin tutkimuksia nykyisen yläpohjan kunnosta ja aiemmin mainittujen ylimääräisten roskien siivoamista eristekerroksen päältä.

Tässä on laskettu vain lasivillan vaikutus U-arvoon, mutta muillakin eristeillä todennäköisesti on positiivinen vaikutus eristävyteen ja energiankulutukseen. Hyvänä toisena vaihtoehtona voitaisiin pitää puukuitueristeitä sillä ne eivät vaadi höyrynsulkua, joka lasivillan kohdalla pitäisi asentaa uuden eristeen alle.

Kustannuksissa tulee huomioida vanhan eristeen kierrätys ja poistotyön kustannukset, sekä yläpohjassa piiloon jäävien vaurioiden korjaus, mahdollisen höyrynsulun lisäys, uuden villan puhallus ja materiaalikustannukset. Sekä laskennallisesti tulee todistaa, että uusien eristeiden vaihdon kustannukset maksavat itsensä jossain vaiheessa takaisin ja tuovat selkeää parannusta talon kokonaisenergian kulutukseen.

Nykyinen U-arvo on yllättävän lähellä uusien talojen vaatimuksia, ja esimerkiksi peltikatteen alle jälkikäteen asennetulla finnfoamilla voi olla suuri vaikutus tähän. Vaikka U-arvo onkin niin lähellä nykyisiä vaatimuksia voitaisiin silti kustannuksien pysyessä hillittyinä harkita eristeiden vaihtoa. Pitkällä aikavälillä tämä voi koitua isoksikin säästökseksi jos säästytään vastoinikäymisiltä yläpohjan toimivuudessa.

Aina on kuitenkin muistettava, että jos rakenne nykyisellään toimii ja pitää energiakustannukset suhteellisen hillittyinä niin korjaustoimenpiteet voivat

osaltaan huonontaa kokonaisuutta vaikka ne laskennallisesti toisivat säästöä ja näyttäisivät matemaattisesti parantavan rakenteiden ominaisuuksia.

6 Muita parannusvaihtoehtoja

Tässä luvussa esitellään kolme muuta parannusvaihtoehtoa energiatehokkuuden parantamiseksi.

6.1 Aurinkopaneelit

Tulevaisuutta ja sähkön hintaa ajatellen voisi olla edullista asennuttaa talon katolle aurinkopaneelit tuomaan kustannushelpotusta sähkökuluihin ja nykyaikaistamaan sähkönlähteitä. Vuonna 2021 yksityishenkilöt ovat voineet hakea kotitalousvähennystä verottajalta tai ARA:n myöntämää energia-avustusta (Motiva 2022).

Talon harja on etelä-pohjoinen suunnassa, jolloin aurinkopaneeleille otollisin paikka etelän puoleisella katolla ei ole mahdollinen. Kuitenkin itä tai länsisuuntaan suunnatut paneelitkin ovat parempi ratkaisu kuin ei aurinkopaneeleita ollenkaan. Talon konesaumakatto on paras vaihtoehto aurinkopaneelien asennukselle. (Helsingin Energia 2020)

Finsolarin vuonna 2016 tekemän laskelman mukaan alle 10 kW:n omakotitaloon asennettavat aurinkopaneelit maksavat avaimet käteen periaatteella 2000-1300 €/kWp. Tästä hinnat ovat tietysti nousseet vuosien aikana ja esimerkiksi Hehkuenergia on tehnyt suuntaa antavan laskurin aurinkopaneelien hinnasta. Hehkuenergian sivustolla olevassa laskurissa 10000 kWh kulutuksinen talo, jossa katon lape on itään päin hinta-arvio 12 paneelille on 6000 €. Laskurissa arvioitu vuosituotto on 3936 kWh ja järjestelmän teho 4,92 kWp.

6.2 Ikkunat ja ovet

Ikkunoiden ja ovien uusimisessa tulee ottaa huomioon talon ilmanvaihdon toimivuus. Vanhojen ikkunoiden ollessa rakenteeltaan epätiivimpiä on ilma voinut kulkeutua sitä kautta huoneilmaan ja uusien ikkunoiden ollessa tiiviitä voi tällä olla suuri merkitys ilman vaihtuvuuteen. Kyseisessä kohteessa uusien

ikkunoiden asennuttaminen tarkoittaisi korvausilmaventtiilien asentamista jotta riittävä ilmamäärän vaihtuvuus saavutettaisiin huoneistoissa.

Korvausilmaventtiilien valinnassa tulee kiinnittää huomiota myös ääneneristysellisiin ratkaisuihin. Vaikka uudet ikkunat olisivat tiiviimpiä tässä suhteessa, saattaa korvausilmaventtiili pilata muuten toimivan kokonaisuuden. (Pylsy & Virta 2012, 78)

Kohteissa, joissa on koneellinen poistoilmanvaihto ja jonne ei olla toteuttamassa tulo-posto-ilmanvaihtojärjestelmää voidaan korvausilman tuomiseksi harkita tuloilmaikkunoita. Niiden toimintaperiaatteena on tuloilman tuominen karmin kautta puitteiden väliin ja sieltä suodattimien kautta huoneilmaan. Suodattimen avulla taataan korvausilman riittävä puhtaus ja ne on varustettu ilman takaisvirtauksen estolla. (Pylsy & Virta 2011, 78)

Ikkunoiden uusimisella on vaikutus myös lämmitykseen ja sitä kautta energiankulutukseen. Tiiviimmät ikkunat pitävät lämpimän ilman paremmin asunnon sisällä ja tämä voi aiheuttaa osaltaan liikalämpenemistä. Liikalämpenemisen estämiseksi voidaan lämmitysjärjestelmät kuitenkin säätää uuden tilanteen vaatimaan tasoon. (Pylsy & Virta 2011, 79)

Ikkunoiden uusimiseen ja korjaamiseen on saatavilla Ara:n avustuksia. Ikkunoiden osalta avustettavat toimenpiteet ovat:

- suojaus auringon lämpösäteilyltä esim. kahtimet, g-arvon parannus, markiisit
- aurinkoenergiialasit
- asetuksen 4/13 joko 30 % asetuksen vaatimusta paremmin mukaisesti tai vähintään asetuksen mukaisesti uusittavat ovet ja ikkunat

Ikkunat uusiminen 30 % parempaan tasoon kuin asetus 4/13 vaatii, otetaan laskennassa huomioon 50 % kustannuksista ja korvattava summa on 25 % prosenttia kokonaiskustannuksista. Uusiminen vähimmäisvaatimukseen takaa laskennassa 20 % kustannuksista ja tästä summasta 10 % on mahdollista saada avustuksia. (Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus 2021)

Esimerkkilaskelma: jos ikkunoiden energiatehokkuuden parantamiseen käytettävät varat töineen ja materiaaleineen on 10 000 € ja ikkunat ylittävät asetuksen 4/13 30 % paremmalla tasolla. 10 000 € kustannuksista otetaan huomioon 50 % avustuslaskennassa eli 5000 € ja tästä 25 % on avustettava summa eli 2500 €. Yksityishenkilö on siis oikeutettu 2500 € avustukseen Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskukselta.

Talon nykyiset ikkunat ja ovet on todennäköisesti osittain uusittu jossakin talon historian vaiheessa. Nykyiset isommat ikkunat ovat kolmilasisia ja pienemmät ilmeisesti alkuperäisiä yksilasisia. Pääsisäänkäynnin ovi on lämmöneristävyydeltään todennäköisesti parhaimpia ovia talossa.

Energiankulutuksen kannalta ongelmakohtaksi muodostuvat yläkerran asunnon vanha parvekkeenovi, jota ei saa kunnolla suljettua ja toinen ovista on kokonaan auki jatkuvasti. Parvekkeenovissa on myös yksilasiset ikkunat jotka luovat lämpöhäviötä. Yksi merkittävä tekijä on myös autotallinovi joka rajaa lämmintä autotallia. Tämä ovikaan ei todennäköisesti täytä nykyaikaisia vaatimuksia lämmöneristävyydestä ja siitä voi syntyä paljon lämpöhukkaa. Pesutuvasta on uloskäynti takapihalle ja tämäkin ovi olisi syytä vaihtaa, koska todennäköistä on että se on alkuperäinen.

Taloyhtiön energiakirjan mukaan kolmilasisen ikkunan U-arvo on noin 2,0-2,5 W/m²K. Ja vastaavasti kaksilasisen puuikkunan 2,7-3,0 W/m²K. Vuonna 2010 vaatimus on ollut uusissa ikkunoissa 1,0 W/m²K. Lämmöneristämismääräykset julkaistiin ensi kertaa 1976.

Ikkunoiden tekninen käyttöikä on puuikkunoilla noin 30 vuotta ja puu-alumiini ikkunoilla 60 vuotta. Käyttöikään vaikuttaa ikkunoiden suunta ilmansuuntiin nähden, niiden valmistumateriaali ja huoltotoimenpiteet. Itä-pohjoinen suunnissa olevat ikkunat ovat pitkäikäisempiä kuin vastakkaisissa ilmansuunnissa olevat ikkunat. Myös kerroksen korkeus vaikuttaa käyttöikään, ylempien kerrosten käyttöiän ollessa matalampi. Säärasitus kuten viistosateet, ilman saasteet ja auringon säteily vaikuttavat ikkunoiden käyttöikään. Käyttöikään vaikuttava merkittävä tekijä on myös ikkunoiden säännöllinen huolto, johon kuuluvat maalipintojen ja kittausten ylläpito. Säännöllisillä

huoltotoimenpiteillä estetään isompien vaurioiden kehittyminen ja pidennetään ikkunan käyttöikä. Usein kun asukas alkaa valittaa vedosta on jo ikkuna teknisen käyttöikänsä lopussa. (Pylsy & Virta 2011, 76)

Nykyaikaisissa ikkunoissa lämpö onnistutaan pitämään sisällä tai ulkona riippuen vuodenajasta. Ikkunoiden vaikutusta kesäajan asumislämpötiloihin kuvataan g-arvolla, joka on ikkunaan kohdistuvan auringonsäteilyn läpäisevyysarvo. Uusittaessa talon ikkunoita tulee uusien ikkunoiden ominaisuuksissa ottaa seuraavat asiat huomioon:

- äänen eristävyysominaisuudet
- ilmatiiviys
- U-arvo
- g-arvo
- ikkunaremontin vaikutukset ilmanvaihtoon

Nykyisellään ikkunat todennäköisesti ajansaatossa ovat menettäneet hyviä ominaisuuksiaan aikalailla ja vaihtamalla uusiin energiapiheihin ja tiiviisiin ikkunoihin voitaisiin tuoda säästöä energiakustannuksiin. Ikkunoiden päivittäminen toisi taloa lähemmäs tämän päivän energiavaatimuksia.

6.3 Lämmöntalteenotto poistoilmasta

Talossa ei tällä hetkellä ole ilmastointijärjestelmää ja ilmanvaihto ja tuuletus hoituu painovoimaisesti ja ikkunoiden avulla. Jos taloon jossain vaiheessa asennutettaisiin koneellinen ilmanvaihto voisi lämmöntalteenotto poistoilmasta olla hyvä vaihtoehto ja sillä karsittaisiin hukkaan menevän energian kustannuksia.

Tässä vaihtoehdossa Ara:n avustukset ovat samat kuin jäteveden lämmöntalteenotossa.

6.4 Jäteveden lämmöntalteenotto

Tässä lyhyesti opinnäytetyö julkaisusta Jäteveden lämmöntalteenotto 2019 esiteltynä jätevedenlämmöntalteenotto. Jätevedentalteenotto on vielä toistaiseksi vain isompien rakennusten käytössä oleva energiatehokkuuden parannuskeino. On kuitenkin mahdollista että kehityksen mennessä eteenpäin saattaisi se hyvin olla tulevaisuudessa osa omakotitaloasujan arkea.

Jäteveden lämmöntalteenotolla tarkoitetaan omakotitalon jätevesistä syntyvän lämmön hyötykäyttöä. Tekniikka on ollut käytössä 1980-luvulta asti Euroopassa ja sitä alettiin kehittää 1970-luvun öljykriisin jälkeisinä aikoina. Enimmäkseen lämmöntalteenotto jätevesistä on ollut käytössä vain isoissa, paljon lämpöä tuottavissa rakennuksissa, mutta ajan saatossa järjestelmää on kehitetty pienempiin rakennuksiin, kuten kerrostaloihin.

Tämä keino löytyy Ara:n avustuslistalta ja avustuksia laskettaessa niiden kustannuksista otetaan huomioon 50 %, ja avustus on 25 %:n suuruinen osuus laskennassa huomioitavasta summasta.

6.5 Valaistus

Yksi tehokas keino vähentää energiankulutusta on vaihtaa talon valaistus LED-valaistukseen.

Lyhyesti erilaisia Ara:n avustuksia mahdollistavia energiatehokkuuden parannuskeinoja

Tässä lyhyesti listaus niistä toimenpiteistä joihin Ara tällä hetkellä myöntää avustuksia. Laskentatapa vaihtelee parannuskeinoon mukaan.

- Vedenkiertojärjestelmän säätö matalapaineisemmaksi.
Putkisaneerauksen yhteydessä vesikalusteiden vaihto vettä säästäviin sekä vanhojen putkien eristys parempaa tasoa vastaavaan. Tästä laskennallisesti otetaan huomioon 20 % ja avustus on 10 %.

- Lämmöntalteenoton lisääminen esimerkiksi ilmanvaihtoa uusimalla ja jäteveden lämmöntalteenotto
- Öljylämmityksestä luopuminen, kun sillä saavutetaan Ara:n avustuksien saamisen edellyttämä taso
- Vesikaton uusimisen yhteydessä asennettavat aurinkopaneelit ja merkittävä lisälämmöneristys, joka vähintään saavuttaa asetuksen 4/13 määrittämän tason.
- Energiatehokkuuden parannuskorjausten yhteydessä vaihdetut pinnat ja kalusteet, kun ne saavuttavat asetuksen 4/13 vastaisen vaatimuksen.
- Alapohjan uusimisen yhteydessä tehty lisälämmöneristys.
- Puolilämpimän ja lämpimän tilan sisäseinän vähintään asetuksen 4/13 mukaisen tason lisälämmöneristys.
- Energiankäytön tehostamiseen, sisäilmasto-olosuhteiden parantaminen sekä järjestelmän säätöön tarkoitetut kiinteistönhallintajärjestelmät, sekä niiden käyttöön tulevat tietoverkot ja kaapeli-asennukset.
- Lämpötilan säätölaitteistoon lisättävät ohjaus- ja automaatio- sekä säätö- ja seuranta järjestelmät. Lisäksi järjestelmän tasapainotus ja säätö.
- Lisäeristys sokkeleihin ja routaeristeiden lisäys. Energiatehokkuutta parantavien järjestelmien vaatimien kanaalien lisääminen.
- Kulutusjoustoihin ja energiaterhokkuuteen vaikuttavat innovaatiot jotka hyödyttävät talon omistajaa.
- Energiatodistukseen ja E-luvun laskentaan liittyvät suunnittelukustannukset.
- Julkisivun parannuksen tai korjauksen yhteydessä vähintään asetuksen 4/13 velvoittamaan tasoon tehty lisälämmöneristys
- Jäähdytysjärjestelmä
- Varaamattoman tulisijan vaihtaminen varaavaan
- Tiiveysmittauksilla ennen ja jälkeen korjauksen osoitettavat tiivistysparannukset
- Laitteisto aurinkoenergialle, lämmöntalteenoton- ja lämpöpumppujärjestelmälle sekä näihin tarvittavat kaapeli- ja putkivedot
- Isojen poistoilmahuuhtaimen moottorin vaihto tai itse järjestelmän vaihto

- Parvekkeelle kokonaan suljettaviksi suunnitellut parvekelasit
- Asetuksen 4/13 mukaisesti 30 % parempaan tasoon tai vähintään asetuksen vaatimusten mukaisesti vaihdetut ikkunat ja ovet

7 Lopputulema

Yläpohjan U-arvon parantamisen todentaminen laskemalla opettaa että vaihtamalla talon yläpohjan eristeet modernimpaan vaihtoehtoon selkeästi parantavat U-arvoa ja tätä kautta energiatehokkuutta. Tämä toki olisi iso muutos talossa ja sen vaikutukset tulee ottaa huomioon kokonaisuuden kannalta. Onko taloudellisesti sellainen tilanne, että työn ja materiaalin hinnat tai lainojen hinnat ovat sillä tasolla, että korjaus aikanaan maksaisi itsensä takaisin. Mikä on vaikutus esimerkiksi asukkaisiin, kun talon yläpohjaa tyhjennetään, korjataan ja asennutetaan uutta eristettä.

Energiatehokkuuden parantamisen kannalta kaikilla korjaustoimenpiteillä oikein toteutettuna on positiivinen vaikutus talon toimivuuteen ja sen tulevaisuudessa kuluttamaan energiaan. Tämä kuitenkin vaatii suunnittelulta osaamista ja laajaa tietoa talon nykyisestä toimivuudesta, jotta sen osalta osattaisiin kohdentaa oikeat korjaustoimenpiteet ja valita oikeanlainen villa ja toteuttaa sen vaatimat olosuhteet yläpohjaan.

Kaikki taloon tehtävät toimenpiteet pitää suhteuttaa pitkällä aikavälillä niiden asennus- ja materiaalikustannuksiin. Mielenkiintoinen pohdinnan aihe on talon hiilijalanjälki ja neutraloivatko saavutettujen toimenpiteiden tulokset niiden toteuttamiseen vaaditut luonnonvarojen ilmastöpäästöt ja kustannukset. Laskennallisesti voitaisiin todistaa saavutettu hyöty, kuitenkin jatkuvasti muuttuva maailmantilanne ja kustannusten nousu sekä mahdollisten lainojen korkojen vaihtelu muuttavat jatkuvasti tilannetta. Epävarmuustekijä on myös talon tulevaisuus ja saavutettaisiinko parannusvaihtoehdoilla sellaista arvonnousua, josta hyödyttäisiin mahdollisessa myyntitilanteessa.

Ympäristön kannalta parannusvaihtoehdot olisivat hyvä asia, sillä säästämällä energiassa säästetään myös luonnonvaroissa, joita energiantuotantoon tarvitaan. Aurinkokennojen asentaminen hyödyttää osaltaan irtaantumista uusiutumattomista energianlähteistä. Parhaassa tilanteessa kennojen tuottaessa paljon energiaa voitaisiin sitä myydä ja saada näin katetta talon kustannuksiin.

Lähteet

Annala, P. 2021. Perinteiset eristeet tekevät paluuta: kutterinlastu, rahkasammal ja turve ovat ympäristöystävällisiä sekä kilpailukykyisiä. Yle 10.2.2021. Viitattu 4.10.2023. <https://yle.fi/a/3-11783294>

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus 2021. Avustettavat korjaukset ja avustuksen laskenta. Viitattu 25.9.2023. https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat_ja_avustukset/Energiaavustus/Avustettavat_toimenpiteet_ja_avustuksen_laskenta

Cygnel, S. 2020. Aurinkopaneelien asennuksessa ilmansuunnalla on väliä. Verkkojulkaisu. Viitattu 7.9.2023. <https://www.helen.fi/artikkelit/2020/aurinkopaneelien-asennus-ilmansuunta>

Ekovilla 2021. Ekovilla ja paloturvallisuus. Verkkojulkaisu. Viitattu 4.10.2023. <https://ekovilla.com/ekovilla-ja-paloturvallisuus/>

Hehkuenergia 2023. Verkkolaskuri. Viitattu 22.9.2023. https://www.hehkuenergia.fi/aurinkopaneelit/?gclid=Cj0KCQjw9rSoBhCiARIsAFiJJAqpf7Zroco5MIDANV9rj4hja5yhencEuhDSxUhtVsaAs0REALw_wcB#aurinkopaneeli-laskuri

Helsingin energia 2023. Arvioitu lämmönkäyttösi vuodelle 2024. Lämmityslaskun liite. Viitattu 17.10.2023

Isover. 2014. Arin ja Kirsin Kotirempat: Yläpohjan eristys ISOVER InsulSafe-puhallusvillalla. Video. Viitattu 2.10.2023. <https://www.youtube.com/watch?v=VUVeRsDDZqo>

Isover 2020. Verkkojulkaisu. Viitattu 2.10.2023. <https://www.isover.fi/download-documents/brochure/esite-isover-insulsafe.pdf>

Isover 2023. Ekologisuus ja kierrätys. Viitattu 19.9.2023. <https://www.isover.fi/ekologisuus-ja-kierratys#125>

Isover 2023. Verkkojulkaisu. Viitattu 17.10.2023. <https://www.isover.fi/insulsafe>

Kaila, P. 1997. Talotohtori Rakentajan pikkujättiläinen. Kirja. Viitattu 8.9.2023, 14.9.2023, 18.9.2023, 2.10.2023

Rakennustekniikan lehtori R. Lautkankare 2023. Puhelinkeskustelu, 14.9.2023

Merelä, M. & Nyman, J. 2022. #raksapodi. Podcast. Viitattu 19.9.2023

<https://open.spotify.com/show/3J3DtJpHvj5KFAbjuib7ho?si=0b8eb3fd2a8f4616>

Motiva. 2022. Verkkoartikkeli. Viitattu 25.9.2023.

https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkotuotannon_taloudellinen_tukeminen

Oksanen, K. 2018. Verkkoartikkeli. Viitattu 25.9.2023.

<https://www.hs.fi/kaupunki/art-2000005927126.html>

Oulun kaupungin rakennusvalvonta 2013. Yläpohjan lisälämmöneristys.

Ohjekortti. Viitattu 4.10.2023.

https://www.ouka.fi/documents/486338/20578333/Pientalo_7_Ylapohja_2013_02_01.pdf/d5d25711-aa62-4224-af89-909119f62376

Puuinfo. 2020. Verkkoartikkeli. Viitattu 14.9.2023.

<https://puuinfo.fi/puutieto/puun-ominaisuuksia/lampoteknisia-ominaisuuksia/>

Rakennustietosäätiö. 1999. RT 36-10689 Mineraalivillaeristeet ohjetiedosto.

Viitattu 2.10.2023. [https://kortistot-rakennustieto-](https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.turkuamk.fi/kortit/RT%2036-10689?external_system=Juha&page=1)

[fi.ezproxy.turkuamk.fi/kortit/RT%2036-10689?external_system=Juha&page=1](https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.turkuamk.fi/kortit/RT%2036-10689?external_system=Juha&page=1)

Rakennustietosäätiö. 2012. RT 36-11090 Puukuitueristeet ohjekortti. Viitattu

2.10.2023. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.turkuamk.fi/kortit/RT%2036-11090>

Rockwool. 2023. Tuotekortti. Viitattu 17.10.2023. [https://p-](https://p-cdn.rockwool.com/syssiteassets/o2-rockwool/dokumentit-ja-sertifikaatit/dokumentit/esitteet/stonewool-2018_fi_webb.pdf?f=20201024220619)

[cdn.rockwool.com/syssiteassets/o2-rockwool/dokumentit-ja-](https://p-cdn.rockwool.com/syssiteassets/o2-rockwool/dokumentit-ja-sertifikaatit/dokumentit/esitteet/stonewool-2018_fi_webb.pdf?f=20201024220619)

[sertifikaatit/dokumentit/esitteet/stonewool-](https://p-cdn.rockwool.com/syssiteassets/o2-rockwool/dokumentit-ja-sertifikaatit/dokumentit/esitteet/stonewool-2018_fi_webb.pdf?f=20201024220619)

2018_fi_webb.pdf?f=20201024220619

Rockwool. 2023. Granulate Pro tuotekortti. Viitattu 17.10.2023.

[https://www.rockwool.com/fi/tuotteet-ja-](https://www.rockwool.com/fi/tuotteet-ja-ratkaisut/tuotevalikoima/rakennuseristeet/granulate-pro/)

[ratkaisut/tuotevalikoima/rakennuseristeet/granulate-pro/](https://www.rockwool.com/fi/tuotteet-ja-ratkaisut/tuotevalikoima/rakennuseristeet/granulate-pro/)

Sisäilmari. 2019. Verkkoartikkeli. Viitattu 14.9.2023.

<https://www.sisailmari.fi/ajankohtaista/48-ylaepohjassa-tarjolla-laemmin-koti-hiiriperheelle>

- Sähkön kilpailutus.fi. 2021. Mikä on kilowattitunti (kWh) ja mihin se riittää?. Verkkojulkaisu. Viitattu 17.10.2023. <https://www.sahkon-kilpailutus.fi/blogi/mika-on-kilowattitunti-kwh-ja-mihin-se-riittaa/>
- Turpeinen, A. 2019. Jäteveden talteenotto asuinkerrostalossa. Opinnäytetyö. Viitattu 25.9.2023. <https://www.theseus.fi/handle/10024/168895>
- Vironen, P. 2022. Insinööri laski omakotitalonsa lämmityskustannukset tämän päivän hinnoilla – katso mitä oman talosi lämmittäminen maksaa eri tavoilla. Verkkoartikkeli. Viitattu 2.10.2023. <https://yle.fi/a/3-12302144>
- Virta, J. & Pylsy, P. 2011. Taloyhtiön energiakirja. Kirja. Viitattu 14.9.2023, 18.9.2023
- Ympäristöministeriö. 2018. Tyypillisiä olemassa olevien vanhojen rakennusten alkuperäisiä suunnitteluarvoja – Energiatodistusoppaan 2018 liite. Verkkojulkaisu. Viitattu 2.10.2023. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjsrtOOsNeBAxW-2AIHHY1fBUIQFnoECBcQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.motiva.fi%2Ffiles%2F16465%2FTyypillisia_olemassa_olevien_vanhojen_rakennusten_alkuperaisia_suunnitteluarvoja_-_Energiatodistusoppaan_2018_liite.pdf&usq=AOvVaw1JHVN9ykQnx7KO3XBq-dVV&opi=89978449