

Heini Järvenpää

# **1960-luvun asuinrakennuksen julkisivun muutostyö ja lisäeristäminen**

Opinnäytetyö

Syksy 2016

SeAMK Tekniikka

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

**SeAMK** 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Heini Järvenpää

Työn nimi: 1960-luvun asuinrakennuksen julkisivun muutostyö ja lisäeristäminen

Ohjaaja: Petri Koistinen

Vuosi: 2016 Sivumäärä: 41 Liitteiden lukumäärä: 5

---

Opinnäytetyössä selvitetään, mitä tulisi huomioida vuonna 1964-65 rakennetun asuinrakennuksen julkisivua muutettaessa ulkonäöllisesti ja lisäeristettäessä. Opinnäytetyössä on tehty eri valmistajien eristemateriaaleista lämpö- ja kosteusjakausalaskelmia selventämään rakenteen toimivuutta. Helpottamaan taas laskelmien hahmottamista on opinnäytetyössä piirretty seinädetaljiin lämpö- ja kosteuskäyrät laskelmien perusteella.

Julkisivukuvaa muutettaessa vanhasta on opinnäytetyössä tehty Archicad-piirustusohjelmalla erilaisia julkisivukuvia uuden ulkonäön hahmottamisen helpottamiseksi. Piirretyissä julkisivukuvissa muutetaan julkisivumateriaalia, väriä ja ikkunoiden mallia.

Avainsanat: lämmöneristys, julkisivut, rakennusaineet, korjausrakentaminen

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Site Management

Specialisation: Building Construction

Author: Heini Järvenpää

Title of thesis: The alteration work of a 1960s' residential building's facade and its additional isolation

Supervisor: Petri Koistinen

Year: 2016      Number of pages: 41      Number of appendices: 5

---

The thesis studied what should be taken into account when changing the facade of a residential building built in 1964 – 65. The changes took into account both the appearance and extra isolation of the building. In the thesis there were made heat and moisture distribution calculations on different manufacturers' insulating materials to clarify the functioning of the structure. For easier perception of the calculations, temperature and humidity graphs were drawn.

To change the facade of the building from the old to a new one, a variety of pictures was drawn of the new facade appearance with the ArchiCAD drawing program to facilitate the perception of the new appearance. Different kinds of facade materials, colors and window designs were used in the pictures.

Keywords: thermal insulation, façade, build material, renovation

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ .....	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	6
1 JOHDANTO.....	8
2 PIENTALORAKENTAMINEN 1960-LUVULLA.....	9
3 ERISTEMATERIAALIEN OMINAISUUKSIA.....	11
3.1 Mineraalivillat .....	12
3.2 Luonnonkuitupohjaiset lämmöneristeet .....	12
3.3 Solumuovilämmöneristeet.....	13
3.4 Muovikuituiset lämmöneristeet .....	14
3.5 Puukuitupohjaiset tuulensuojalevyt .....	14
4 LÄMMÖNERISTÄVYYDEN PARANTAMINEN .....	15
4.1 Ulkoseinä .....	16
4.2 Perusmuuri eli sokkeli .....	16
4.3 Kosteus.....	17
4.4 Seinä hengittää hitaasti ja nopeasti.....	18
4.5 Ikkunat .....	18
5 JULKISIVUN UUSIMINEN .....	22
5.1 Julkisivun väri.....	23
5.2 Perustuksen väri .....	24
5.3 Ikkuna ja ikkunapuitteitten ja vuorilaudan väri .....	25
6 KOHTEEN ESITTELY .....	27
7 LISÄLÄMMÖNERISTE .....	28
7.1 Seinärakenne.....	28
7.2 Ekovillan puhallusvilla .....	29
7.3 Huntonflex lämmöneriste .....	30
7.4 Paroc cortex, tuulensuojaeriste .....	30

7.5 Termex-selluvilla .....	31
7.6 Hunton tuulensuojalevy 2x25mm .....	31
<b>8 PERUSMUURIN LISÄERISTÄMINEN.....</b>	<b>32</b>
8.1 ParocLinio 15 .....	34
8.2 Finnfoam CW-300.....	34
8.3 Thermisol EPS 120 Routa.....	34
8.4 Steni sokkelilevy .....	35
8.5 Cembrit Rock sokkelilevy .....	35
8.6 Stonerex sokkelilevy .....	35
<b>9 POHDINTA .....</b>	<b>36</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>38</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>41</b>

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Biobe DUO-venttiili, ulkosäleiköllä ja suodatinkotelolla.....	19
Kuvio 2. Biobe ThermoPlus:in tuloilmaikkuna. ....	19
Kuvio 3. Skaalan Alfa cLean ikkuna.....	20
Kuvio 4. Ikkunan detaljit.....	21
Kuvio 5. Ulkoverhouspaneelin suuntavaihtoehtoja.....	23
Kuvio 6. Korostukset tummansävyiset. ....	26
Kuvio 7. Korostukset vaaleansävyiset.....	26
Kuvio 8. Asuinrakennus on tieltä kuvattuna.....	27
Kuvio 9. Pääsisäänkäynti.....	27
Kuvio 10. Lämpötilajakauma.....	29
Kuvio 11. Kosteusjakauma. ....	30
Kuvio 12. Seinä/alapohja detalji.....	33
Kuvio 13. Seinä/alapohja detalji.....	33
Kuvio 14. Steni sokkelilevy. ....	35

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Absoluuttinen kosteus</b>	Todellinen vesihöyrymäärä ilmassa $v$ , g/m <sup>3</sup> .
<b>Hengittävä rakenne</b>	Rakenne, jolla on suuri tehollinen kosteuskapasiteetti, mikä vastaa hyvin sisäilmaan tuotetun kosteuskuorman ajalliseen vaihteluun.
<b>Hygroskooppisuus</b>	Materiaalin kyky sitoa kosteutta ilmasta ja luovuttaa kosteutta ilmaan.
<b>Höyrynsulku</b>	Ainekerros, jonka pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen vesihöyryn diffuusio rakenteeseen tai rakenteessa.
<b>Ilmansulku</b>	Ainekerros, jonka pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen ilmavirtaus rakenteen läpi puolelta toiselle.
<b>Kosteusjakauma</b>	Kertoo vesihöyrypitoisuuden eron sisä- ja ulkopinnan välillä ainekerrosten vesihöyrynvastusten suhteessa.
<b>Kosteus</b>	Tarkoittaa kemiallisesti sitoutumatonta vettä kaasumaisessa, nestemäisessä tai kiinteässä olomuodossa.
<b>Kyllästyskosteus</b>	Ilmoittaa tietyn lämpöisen ilman sisältämän suurimman mahdollisen vesihöyrypitoisuuden $vk$ , g/m <sup>3</sup> .
<b>Kylmäsilta</b>	Valmiin seinärakenteen ympäristöään huomattavasti paremmin lämpöä johtavaa rakenneosaa, joka ulottuu yleensä lämmöneristeen läpi ja aiheuttaa energianhukkaa ja mahdollisesti kosteuden tiivistymistä rakenteissa.
<b>Lämmönjohtavuus</b>	Ilmoittaa lämpövirran tiheyden jatkuvuustilassa pituusyksikön paksuisen tasa-aineisen ainekerroksen läpi, kun lämpötilaero ainekerroksen pintojen välillä on yksikön suuruinen.
<b>Lämmönvastus</b>	Termisessä jatkuvuustilassa olevan tasapaksun ainekerroksen tai kerroksellisen rakenteen lämmönvastus ilmoit-

taa rakenteen eri puolilla olevien isotermisten pintojen lämpötilaeron ja ainekerroksen läpi kulkevan lämpövirran tiheyden suhteen.

**Lämpötilajakauma** Kertoo lämpötilaeron jakaantumisesta ainekerrosten välillä lämmönvastusten suhteen.

**Matalaperustus** Perustamistapa, jossa rakennuksen perustusten alapinta on routarajan yläpuolella.

**Painovoimainen** Perustuu lämpötilaeroihin sisä- ja ulkoilman välillä.

**ilmanvaihto**

**Sisä- ja ulkopintavastus** Ilmoittaa rakennusosan pinnan ja sisä- tai ulkopuolisen ympäristön välisen rajakerroksen lämmönvastuksen.

**Tuulensuoja** Rakennusosassa oleva ainekerros, jonka pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen ilmavirtaus ulkopuolelta sisäpuoliseen rakenteen osaan ja takaisin.



## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön lähtökohtana on miettiä, mitä tulisi huomioida lisäeristettäessä ulkoseinää ja muutettaessa julkisivua. Julkisivun muutos nykyaikana vaatii monia huomioon otettavia asioita. Energiankulutusta pitäisi saada pienemmäksi ja rakennusvalvonnalla on omat vaatimukset sekä on tullut voimaan uusi asbestilainsäädäntö. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin tutkimaan lisäeristämistä, lisäeristämismateriaalia ja julkisivun muuttamista ulkonäöllisesti.

Opinnäytetyön kohteena on vuonna 1964-65 rakennettu asuinrakennus Vaasassa. Asuinrakennus jakautuu päärakennukseen, joka on tehty pystyhirrestä ja sivurakennukseen, joka on rakennettu tiilestä muuraamalla. Asuinrakennuksen päärakennukseen on suunnitteilla julkisivuremontti, jonka yhteydessä mahdollisesti ulkoseinät lisälämmöneristetään ja ikkunat vaihdetaan. Julkisivumittojen kasvaessa tullaan pohtimaan, miten voitaisiin sokkeliä kasvattaa, jotta mittasuhteet pysyisivät oikeana. Opinnäytetyössä selvitetään, mitä tulisi ottaa huomioon tehtäessä lisälämmöneristys ja mitä eristemateriaalivaihtoehtoja on. Materiaalivaihtoehtoista tehdään opinnäytetyössä lämpötila- ja kosteusjakaumalaskelmia selvittämään rakennekerrosten toimivuutta.

Julkisivumuutoksen lopputulosta on vaikea hahmottaa pelkästään mielessään. Tätä hahmottamista helpottavat julkisivukuvat opinnäytetyössä. Julkisivukuvat on piirretty archicad-ohjelmalla asiakkaan toiveiden mukaan. Asuinrakennuksessa on tarkoitus vaihtaa vanha julkisivumateriaali uudeksi. Ikkunoiden vaihto ja ikkunoiden uusimalli on myös harkinnassa. Archicadilla tehtyjen kuvien perusteella pystytään helpommin tekemään päätöksiä julkisivumateriaalin muutoksesta ja mahdollisten ikkunoiden muutoksesta ja ilmeestä.

## 2 PIENTALORAKENTAMINEN 1960-LUVULLA

Omakotitalorakentamisessa 1960-luvulla suosituin rakentamismalli oli yksikerroksinen, kellariton ja ullakoton talotyyppi, jossa haluttiin korostaa vaakasuuntaisuutta matalalla sokkelilla ja loivalla harjakatolla, jonka kaltevuus oli 1:2-1:4. Toisaalta edelleen rakennettiin vielä taloja, jotka olivat puolitoistakerroksisia, mutta niiden arkkitehtuurin nappulamaisuutta arvosteltiin kömpelöksi. Asumismuotona arvostettiin yhdessä tasossa asumista. (Lukander 2016.)

Teollinen puu- ja tiilirakentaminen yleistyi 1960-luvulla. Talotehtailla oli jokaisella oma mallistonsa. Yleisimpänä perustamistapana oli matalaperustus. Maavaraisesta betonilaatasta tuli 1960-luvun loppupuolella yleisin alapohjatyyppejä. Aluksi siinä käytettiin yläpuolista lämmöneristettä, joka koolattiin lattialaudoituksella tai levytyksellä päälle. Rakenteessa ongelmana kuitenkin oli mahdollinen tiivistyvä kosteus laatan yläpintaan. Toinen lattiarakennetyyppi oli ns. kaksoislaattalattia, jossa kahden betonilaatan välissä oli lämmöneriste. Mahdollista myös on, että 1960-luvun alun perustuksista ja alapohjista puuttuvat eristeet kokonaan. (Lukander 2016.)

Kun rakennuksissa haluttiin madaltaa korkeutta ja haluttiin eroon kylmäsilloista ulkoseinän ja alapohjan välillä, keksittiin ns. valesokkeli, jossa kahden betonirakenteen väliin jäi melkein suojaamaton puurunkoinen alaosa, mikä oli useasti maanpinnan kanssa tasalla tai jopa sen alapuolella. (Lukander 2016.)

Puurunkorakenne oli suosituimpia seinärakenteita ylivoimaisesti, mutta jonkin verran tehtiin myös täystiili-, kevytbetoni- ja harkkoseiniä. Sahanpuru- ja kutterieristeet jäivät pois mineraalivillaeristeen yleistyessä. Eristepaksuudet n.100mm:nä pysyivät aluksi samana kuin vanhoissa puruseinissä. Rungon jäykisteinä käytettiin tuulensuojalevyjä ja vinojäykisteitä. 1960-luvulla standardisoitui puurakennusten runkojako 600mm:iin, koska lastulevyille standardisoitui 1200mm vakioleveys. (Lukander 2016.)

Pintamateriaaleina ulkoseinissä käytettiin tiiltä, rappausta, asbestisementti- ja mineraalilevyjä ja lautaverhoilua, etenkin vaakasuuntaisena. Pintaverhouksen takana alettiin tuuletusrakoa käyttää vähitellen uusien lateksimaalien ja tiiviiden verhouslevyjen yleistyessä. 1960-luvulla puu julkisivumateriaalina sai vähän epäluottamus-

ta, johtuen osittain ongelmista jonka aiheuttajina olivat lateksimaalit. (Lukander 2016.)

1960-luvulla yleisesti vielä tehtiin yläpohjan kantavat rakenteet paikanpäällä suoraan paikoilleen kappaletavarasta. Kattoristikot otettiin käyttöön vasta vuosikymmenen loppupuolella. Kattoristikoissa yhdistyivät yläpohjan kantava rakenne ja vesikaton kannatus. Aluksi käytettiin kokoamisessa nauvoja, myöhemmin tuli käyttöön tehdasvalmisteiset naulalevyristikot. Kattoristikot helpottivat ja vapauttivat suunnittelua ja sillä voitiin vähentää kantavien väliseinien määrää. Kantavia väliseiniä tarvittiin enää vain jos runkosyvyys oli suuri. Yläpohjassa käytettiin eristeenä mineraalivillalevyä, joka asennettiin tiiviisti kattotuolien väliin. Kattojen tiilikatteen käyttö kattomateriaalina väheni. Kattomateriaalina yleistyivät pelti ja huopa. (Lukander 2016.)

Tehdastuotteistus näkyi myös 1960-luvulla ikkunoissa. Ikkunoista tuli standardimitaisia kaksilasisia sisään-ulos aukeavia puuikkunoita, mutta myös käytettiin vielä sisään-sisään aukeaviakin ikkunoita. Arkkitehtuurisesti ikkunoiden oli tarkoitus korostaa vaakasuuntaisuutta. Ikkunoiden lasiaukkojen koko suureni, mutta ne olivat korkeuttaan leveämpiä ja sijoittelu oli monesti nauhamaisina ryhminä. Ulko-ovet sijaitsivat usein pienen katoksen tai avokuistin suojassa. Ulko-ovi oli usein yksinkertainen pystypaneloitu ovi, jossa mahdollisesti oli yläikkuna tai lasiaukko, joka oli korkea ja kapea. (Lukander 2016.)

Lämmitysmuotona yleistyivät eri keskuslämmitysjärjestelmät. Tulisijat eivät enää olleet tärkeimpiä lämmönlähteitä. Avotakat yleistyivät varaavien takkojen tilalle. Avotakkojen yleisin tehtävä oli olla tunnelmanluoja ja arkkitehtoninen elementti. Vapaa tilasuunnittelu vapautti poistohormia vaativat wc- ja kylpyhuonetilat erilleen. Poistoilmahormit pystyttiin rakentamaan kevyemmin pellistä tai rautaputkesta erikseen, jolloin ei enää tarvinnut koota kaikkia hormoneja samaan savuhormiin. (Lukander 2016.)

### 3 ERISTEMATERIAALIEN OMINAISUUKSIA

Lämmöneriste on rakenteessa ainekerros, jota käytetään rakenteessa pysäyttämään lämmönsiirtyminen toiselta puolelta toiselle. Ominaisuus joka on tärkeä kaikille ns. perinteisille lämmöneristeille, on alhainen lämmönjohtavuus paikallaan pysyvälle ilmalle eristeen sisällä. Lämpötilan muutos lämmöneristeissä vaikuttaa myös merkittävästi lämmönjohtavuuteen. Lämmönjohtavuus eristeessä pienenee lämpötilan alentuessa. Tämän asian voi perustella sillä, että muillakin kaasuilla kuin ilmalla, lämpötilan laskiessa lämmönjohtavuus alenee. (RIL 255-1-2014, 260.)

Lämmöneristeitä valmistetaan erilaisista materiaaleista esim. mineraalivillasta, luonnonkuitupohjaisista materiaaleista, solumuoveista ja muovikuiduista. Rakenteessa voi olla myös rakenneosia tai massiivinen kantava runko, joka voi toimia myös lämmöneristeenä, esimerkiksi hirsi, tiili tai betoni. (RIL 255-1-2014, 260.)

Lämmöneristeet voivat olla monella tapaa erilaisia. Lämmöneristeen hygroskooppisuus voi vaihdella eristetyyppien erojen mukaan. Lämmöneristeissä on eristetyyppejä, jotka eivät sido kosteutta ollenkaan tai sitovat kosteutta vain vähän. Näitä eristemateriaaleja ovat esim. mineraalivillat, solumuovieristeet ja muovikuitueristeet. Toisaalta taas luonnonkuitupohjaiset eristeet ovat hygroskooppisia, toisin sanoen pystyvät sitomaan kosteutta ilmasta edellä mainittuja lämmöneristemateriaaleja paremmin. (RIL 255-1-2014, 261.)

Tuulensuoja on rakenteessa ainekerros, joka tulee lämmöneristeen ulkopinnalle. Tuulensuojakerroksen yleisin tarkoitus on pysäyttää epäedullinen ilmavirtaus ulkopuolelta sisäpuolisiin rakenteisiin ja taas sieltä takaisin. Tuulensuojalevyllä on myös mahdollisuus parantaa lämmöneristekykyä rakenteessa, jos levy on valmistettu avohuokoisista materiaaleista esimerkiksi mineraalivillasta tai puukuidusta. Ulkoseinärakenteessa tuulensuojalevyn sisäpinta on usein herkin kohta kosteusteknisen toiminnan näkökulmasta, koska sisäpinnalle helpoiten kosteus kerääntyy. Tuulensuojalevyn tarkoitus on päästää läpi mahdollisesti sisäpuolelta tulevaa vesihöyryä, rakennusaikaista kosteutta tai muita mahdollisesti hetkellisiä kosteuskuormia. Tämän takia vesihöyrynvastus tulisikin olla tarpeeksi pieni tuulensuojalevyllä. Tuulensuojan tulee myös olla tarpeeksi ilmatiivis. (RIL 255-1-2014, 256.)

### 3.1 Mineraalivillat

Mineraalivillalämmöneristeen valmistus tapahtuu epäorgaanisista kuiduista ja orgaanisesta sideaineesta. Mineraalivillaa parannellaan usein öljyllä, jotta se olisi paremmin pölyä sitova ja samalla parannetaan sen vedenhylykivyyttä. Mineraalivilloissa vaikuttavat ominaisuudet ovat tiheys, kuidun paksuus, kuidun pituus, kuidun suunta ja sideainemäärä. Mineraalivillat eritellään raaka-aineen perusteella lasi-, kivi- ja kuonavilloihin. Kivivillan valmistamisessa käytetään useita kivilajeja, joita on esim. gabro, anortosiitti ja dolomiitti. Valmistuksessa käytetään myös vähän kove-tettua hartsia ja öljyä. Lasivillan valmistusmateriaalina käytetään pääsääntöisesti kierrätyslasia, ja jonkin verran valmistuksessa käytetään myös suoraa lasin raaka-ainetta eli kvartsihiekkää, soodaa ja kalkkikiveä. Lämmöneristysominaisuudet perustuvat mineraalivillassa siihen, että materiaalin sisällä tapahtuvaa lämpösäteilyllä siirtyvää lämpövirtaa pienennetään, sekä ilman liikkuminen estetään eristeen sisäl-lä mahdollisimman hyvin. (RIL 255-1-2014, 261.)

### 3.2 Luonnonkuitupohjaiset lämmöneristeet

Luonnonkuitupohjaisissa lämmöneristeissä puukuidut ovat selluloosaa, hemiselluloosaa ja ligniiniä. Rakenteeltaan ne ovat parin millimetrin pituisia putkia. Puukui-tueristeen valmistusmateriaaleina käytetään kierrätysmateriaalia ja uutta puukui-tua. Eristeen valmistuksessa kierrätysmateriaalista käytetään puhdasta sanoma-lehtikeräyspaperia, johon kuiduttamisen vaiheessa lisätään palonestoaineeksi boorimineraaleja, jolla saavutetaan palonkestävyys ja biologisen kestävyys. Val-mistettaessa uudesta puukuidusta, käytetään puupohjaisia happivalkaistuja ja bak-terivapaita sellukuituja. Sideaineena käytetään puun ominaista ligniiniä. (RIL 255-1-2014, 262 – 263.)

Muita luonnonkuitueristeitä ovat esimerkiksi pellavaeriste ja hamppu. Pellavaeris-teen valmistamisessa käytetään pellavakuituja, johon valmistuksen aikana lisätään palonestoaineita. Hamppu valmistetaan hamppukasvin kuiduista ja sille tehdään soodakäsittely, jotta hamppueristeelle saadaan palonkestävyyttä ja biologista kes-tävyyttä. (RIL 255-1-2014, 264.)

### 3.3 Solumuovilämmöneristeet

Solumuovi käsittää muoveja, joiden rakenne on solumainen. Solut ovat joko avoimia tai suljettuja. Lämmöneristeinä käytetyimpiä ovat solumuovit, jotka ovat jäykkiä. Lämmöneristeitä valmistetaan yleensä polystyreenistä (EPS, XPS), polyuretaanista (PUR) tai polyisosyanyraattista (PIR). (RIL 255-1-2014, 266–267.)

Polystyreeni (EPS) on paisutettua polystyreenimuovia, joka on umpisoluiista. Raaka-aineena on käytetty pieniä lasimaisia ponnekaasua sisältäviä polystyreenipalloja. Pallot paisutetaan vesihöyryllä, tällöin ne kiinnittyvät toisiinsa ja näin ollen niistä muodostuu kiinteä kappale. Haluttu muoto saadaan aikaiseksi muotilla. Kosteusteknisesti EPS-eristeet ovat hyvin kestäviä. (RIL 255-1-2014, 266 – 267.)

Polystyreeni (XPS) eriste on valmistettu polystyreenistä suulakepuristamalla. Suulakepuristusmenetelmässä käytetään korkeaa lämpötilaa ja painetta polystyreenin, paisunta-aineen ja lisäaineiden paisuntaan. Valmistustavalla pystytään säätämään suljettujen kennojen kokoa, suuntaa, seinämien paksuutta ja siten lämmöneristeiden ominaisuuksia. Solurakenne XPS-eristeessä on yhtenäinen ja suljettu. Valmistuksen yhteydessä levyn pinnalle syntyy yhtenäinen ns. pinta-nahka, jonka tarkoitus on hylkiä vettä. XPS-eristeellä on hyvä puristuslujuuden kesto, mutta eriste ei sovellu rakenteisiin, joissa lämpötila nousee yli +75°C:n. Liian korkeassa lämpötilassa eristeestä katoaa sen ominaisuudet, eli muoto ja lujuus. (RIL 255-1-2014, 266–267.)

Polyuretaanieristeet (PUR/PIR) ovat valmistettu polyuretaanista, jotka ovat kovia, tiiviitä ja umpisoluisia solumuovieristeitä. Polyuretaanisolumuovin eli PUR-eristeiden valmistuksessa on käytetty raaka-aineina polyolia, MDI (polymeerinen difenyyliisotetaanidi-isosyaniitti) ja ponneaineita. PIR-eriste on valmistettu myös polyuretaanista, mutta lisäksi se sisältää polyisosyanyraattia. Lämmöneristävyysominaisuuksiin vaikuttaa valmistusvaiheessa umpinaisiin soluihin jäävä ponnekaasu. Diffuusion hidastamiseksi eristelevy voidaan pinnoittaa diffuusiotiiviillä laminaatilla. Polyuretaanieristettä voidaan käyttää höyrynsulkuna, koska eristeiden vesihöyrynläpäisevyys on pieni. Solurakenteensa vuoksi eriste on ilmatiivis. (RIL 255-1-2014, 266 – 267.)

### **3.4 Muovikuituiset lämmöneristeet**

Muovikuitupohjaisia lämmöneristeitä on esim. polyesterikuitueriste ja polypropeenikuitueriste. Polyesterikuitueriste valmistus materiaalina käytetään kierrätettäviä PET-muovijuomapulloja. Eristeessä ei käytetä erillistä sideainetta, koska kuidut sidotaan toisiinsa kiinni lämmön avulla. Eriste on levymäistä tuotetta, jolla on suuri vesihöyrynläpäisevyys. Polypropeenikuitueriste on hyvin vesihöyryä läpäisevä, eikä eriste sido kosteutta itseensä hygroskooppisesti. Polypropeenikuitueristenauhan käyttökohteita on esimerkiksi hirsien saumat, vanhan hirsirakennuksen tilkitseminen, ikkuna- ja ovikarmien tiivistys. ( RIL 255-1-2014, 262.)

### **3.5 Puukuitupohjaiset tuulensuojalevyt**

Puukuitupohjaiset levyt ovat yleensä huokoisia luonnonpuukuiduista valmistettuja tuulensuojalevyjä. Levyjen ominaisuuksia voidaan parannella eri lisäaineilla. Kostudenkestoa saadaan paremmaksi hartsilla ja vahalla tai bitumilla, nämä aineet kyllästävät levyn kokonaisvaltaisesti ja antavat levyille tiiveyttä ja jäykkyyttä. Bitumilla käsiteltyjen tuulensuojalevyjen ulkopuolella oleva pinta on tiiviimpää, koska pinnassa on enemmän bitumipitoisuutta. Levyt ovat rakenteeltaan homogeenisiä ja sideaineena käytetään puun ligniiniä. Levyn pintaan voidaan tehdä käsittely, jotta saadaan pinta vettä hylkiväksi. (RIL 255-1-2014, 257.)

## 4 LÄMMÖNERISTÄVYYDEN PARANTAMINEN

Lisälämmöneristäminen luokitellaan korjausrakentamiseksi ja korjausrakentamiselle on säädetty omat energiamääräykset, jotka ovat tulleet voimaan 1.9.2013. Suunniteltaessa korjausrakentamista on selvitettävä, pystytäänkö rakennuksen energiatehokkuutta parantamaan. Kuitenkin sillä tavalla, että parannus on järkevää ja kannattavaa toiminnallisesti, teknisesti ja taloudellisesti. (Rakennusteollisuus, [Viitattu 3.5.2016].)

Lämmöneristämisen parantamisessa on tärkeää huomioida vanhat rakenteet ja materiaali, millä lähdetään lisälämmöneristämistä tekemään sekä itse asennustyö. Eristämisen yhteydessä on myös tiiviys syytä tarkistaa ja veto, joka aiheuttaa kylmyyden tunnetta. Hirsiseinärakenteessa on huomioitava epätasainen seinäpinta, ja siksi ennen lisäeristämisen aloittamista tulee hirsien saumat tilkitä niin, että uusi eriste asettuu tiiviisti hirren pintaa vasten. Eristeen taakse ei saa jäädä onteloita joissa ilmavirtaus pystyisi kulkeutumaan ja näin ollen heikentämään eristeelle tarkoitettua toimivuutta. (Jormalainen & Matilainen 1999, 44.) Lisälämmöneristämisen jälkeen on tarkoitus, että rakenne on jatkossakin toimiva lämpö- ja kosteusteknisesti (Oulu rakennusvalvonta 2013).

Käytettävien lämmöneristeiden täytyy soveltua käyttötarkoituksiinsa ja olla määrättyjen ehtojen mukaisia, ja eristeiden täytyy ylläpitää ominaisuutensa rakenteelle lasketun käyttöajan ajan (Siikanen 2008, 139).

Puurunkoisen seinän lähtökohtana suunnittelussa on tehdä rakenteesta lämpö- ja kosteusteknisesti sen kaltainen, ettei rakenteisiin pääse kosteutta liiallisessa määrin tiivistymään. Diffuusiokosteuden liikkumista ja tiivistymistä määriteltäessä rakenteissa tulee tuntea rakenteen lämpötilat eri osissa, eri materiaalikerrosten vesihöyrynvastukset, lämpötilojen kyllästymispaineet ja kosteus rakenteen molemmilla puolilla. (Siikanen 2008, 148.)



#### 4.1 Ulkoseinä

Hirsirakenteisen asuinrakennuksen ulkoseinä voidaan lisäeristää sisäpuolelta tai ulkopuolelta. Hirsirakenteen näkyvyys sisä- tai ulkopuolella voi vaikuttaa eristämispuolen valintaan, mutta eristämispuolen valinnan kuitenkin usein ratkaisee muiden rakenteiden korjaus tarve. (Niskala1992, 60.)

Sisäpuolella tehtävien sisäpintojen uusimisien yhteydessä lisäeriste kannattaa laittaa sisäpuolelle (Rinne 2010, 70). Sisäpuolelta eristettäessä lisälämmöneristettä saa korkeintaan olla 50mm (Korjauskortisto, [Viitattu 23.2.2016], 7). Huomioitava kuitenkin on, että sisäpuolen eristäminen pienentää sisäpinta-alaa, ja myös listoitukset, lämmityspatterit sekä -putkistot joudutaan irrottamaan ja siirtämään. Sisäpuolelta eristettäessä eristämättä jäävät väliseinien, välipohjan ja kiintokalusteiden kohdat. (Niskala 1992, 61 – 62.)

Ulkopuolelle eriste kannattaa laittaa, jos julkisivu vaatii uusimista. Ulkopuolen eristäminen pienentää räystäsalaa ja vaikuttaa julkisivun mittasuhteisiin, ja tällöin ikkunat voivat jäädä syvennykseen, jos niitä ei siirretä tai samalla kertaa vaihdeta uusiksi. Sokkelikin voi jäädä syvennykseen, jollei sitäkin lisäeristetä samalla kertaa tai kasvateta sokkelilevyn avulla. Ulkopuolen eristäminen kuitenkin on yhtenäistä koko seinän mitalta ja tällöin saadaan myös väliseinien, välipohjan ja kiintokalusteidenkin kohdat eristettyä. (Niskala 1992, 62 – 63.)

#### 4.2 Perusmuuri eli sokkeli

Perusmuurin eli sokkelin lisäeristäminen tulee yleensä harkintaan ulkoseinärakenteen lisäeristämisen yhteydessä. Lisäeristämisen kannattavuuteen ja tarpeellisuuteen tulee huomioida alapohjarakenne. Ulkoseinän lisäeristäminen muuttaa julkisivumittoja. Samassa yhteydessä voi myös eristää perusmuurin, jolloin seinän ja perusmuurin väliset julkisivumitat eivät muutu. Oikein tehtynä perusmuurin lisäeristämällä saadaan seinän ja perusmuurin välinen kylmäsiltojen muodostuminen estettyä. Perusmuuria lisäeristäessä ulkopuolelta olisi hyvä käyttää vain vettä imemättömiä eristeitä ja sellaisia pinnoitteita joilta edellytetään veden ja kosteudenkestävyyttä. Eristeen pintaan tehtäväksi pinnoitteeksi voidaan tehdä rappaus

tai laittaa siihen pinnoitettua/pinnoittamatonta sementtikuitulevyä. (Jormalainen & Matilainen 1999, 35 -36.) Jos lisäeristämiseen ei päädytä, niin voidaan perusmuuria kasvattaa myös sokkelilevyn avulla. Perusmuurin kasvattamista varten voidaan käyttää kosteuden kestävästä rimoitusta tai minimissään 20mm korkeaa teräshattu-profiilia. Rimoituksen päälle asennetaan siihen tarkoitettu sokkelilevy. Sokkelilevyjen taakse tarvitsee aina jäädä tuuletusrako. Huomioiden ilmanvaihtuvuuden sokkelilevyn takana, tulee myös jättää tuuletusrako rakenteiden liittymiskohtiin. (Cembrit rock, [Viitattu 13.5.2016].)

### 4.3 Kosteus

Hirsiseinärakenteessa ei tarvita sisäpuolista muovikalvoa eli höyrynsulkua. Seinärakenteen hengittävyydellä saadaan ilmankosteus kulkeutumaan hitaasti hirsiseinärakenteen läpi molempiin suuntiin, niin ettei ilmankosteus aiheuta rakenteisiin kosteuden tiivistymistä. Puu pystyy sitomaan itseensä kosteutta ja luovuttamaan sitä niin ettei puu ole kuitenkaan vahingoittunut. Ulkoseinää lisäeristäessä ei ole tarpeen muuttaa hirsiseinän toimintaperiaatetta. Korjausta tehdessä pitää huomioida, että materiaalit soveltuvat hirsiseinärakenteelle. Soveltuvia materiaaleja ovat luonnonmateriaalit tai niiden jalosteet, esimerkiksi sellukuitueristeet, puukuitulevyt. Kivivillan, muovikalvon ja muiden synteettisten aineiden käyttöä tulisi välttää, koska ne estävät hirsiseinän hengittävyden, ja siitä voi aiheutua huolimattomasti tehtynä kosteuden tiivistymistä väärään paikkaan. (Korjauskortisto 2016, 7.)

Rakennuksessa missä asuu ihmisiä, on aina jonkin verran kosteutta. Kosteutta tulee ihmisistä itsestään, ruuan laitosta, pyykistä ja pesulla käymisestä. Seinärakenteen hengittävyydellä saadaan kosteus kulkeutumaan seinärakenteen läpi sisältä ulospäin turvallisesti, jos materiaalit on valittu oikein. Hengittävyden voi tuhota yhdelläkin lateksi- tai muovikerroksella. Kosteuden kulkua rakenteeseen voidaan estää muovikerroksella, mutta silloin pitää kosteus poistaa sisätiloista hyvällä ilmanvaihdolla. (Rinne 2010, 59.)

#### 4.4 Seinä hengittää hitaasti ja nopeasti

Seinä voi hengittää vuorokausirytmillä. Esimerkiksi makuuhuoneen kosteus ei pääse kasvamaan liian suureksi, kun puumateriaalista tehtyyn seinään pääsee osa kosteudesta imeytymään. Vastaavasti kun huone ei ole käytössä, seinärakenne luovuttaa huoneilmaan kosteutta ja näin kosteus huoneessa pysyy tasapainossa. Tämän kaltaisen huoneen ikkunat eivät aamulla ole huurussa. (Rinne 2010, 60.)

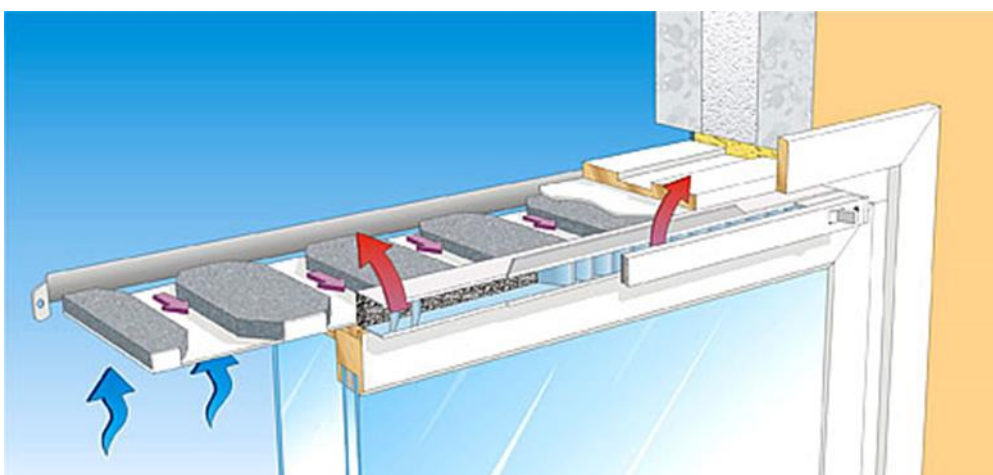
Hitaampi hengittävyysmuoto on, että rakenteisiin menee syvälle kosteutta, kostean kesän ja syksyn aikana. Esimerkiksi hirsitalo hieman tällöin turpoaa, lattialaudat tiivistyvät toisiaan vasten ja ovet eivät meinaa mennä kiinni. Talvella lämmityskaudella laskee sisäilman kosteus, niin rakenteet alkavat luovuttaa huoneeseen kosteutta: hirsirungot laskeutuvat ja paukkuvat, lattialautojen välit taas aukeavat ja mahdollisesti voi haljeta jopa puisten peiliovien peilit. (Rinne2010, 60.)

#### 4.5 Ikkunat

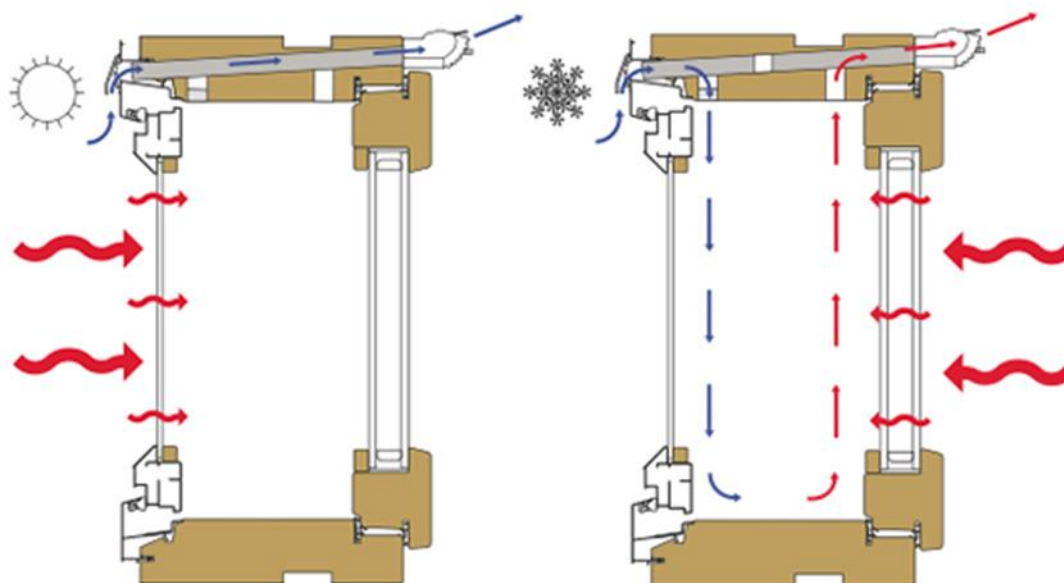
Ikkunoiden uusimiseen vaikuttaa monesti ikkunoiden kunto. Ennen ikkunoiden uusimista kannattaa tutkia voidaanko ikkunat kunnostaa ja tiivistää, tai saisiko ikkunoita parannettua asentamalla lisälasi. Ikkunoiden uusiminen/kunnostus tulee usein harkintaan, kun ollaan tekemässä julkisivuremonttia. 1960-luvulla ikkunat alkoivat olla teollisesti valmistettuja standardimittaisia. Ikkuna- ja ovitehtaat tekevät tilauksesta uudet ikkunat vanhojen ikkuna-aukkojen mittojen mukaan. Vanhat ikkunat ovat usein kaksilasisia ja yleensä sisään-ulos aukeavia, joten ne uusimisen yhteydessä vaihdetaan kolmilasisiksi. Ikkunoiden valinnassa tulisi ottaa huomioon rakennuksen edustama tyylisuunta. Rakennuksessa olisi hyvä säilyttää alkuperäinen luonne ennallaan. (Olenius & Koskenvesa & Penttilä 2006, 84 – 85.)

Uusia ikkunoita hankkiessa pitää huomioida ilmanvaihto. Usein vanhoissa taloissa on painovoimainen ilmanvaihto, jolloin ikkunoista tulee korvaavaa ilmaa tilalle yleensä hallitsemattomasti. (Eneuvonta 2013.) Korvausilma tulee järjestää ikkunoiden vaihdon yhteydessä hallitusti esimerkiksi ikkunoissa olevan korvausilma-venttiilin kautta kuten (kuvio 1) valmistajan Bioben Duo-venttiiliä käyttäen, tai tu-

loilmaikkunan avulla (kuvio 2), jossa on käytetty Bioben ThermoPlus:sa. Kuviossa 2 vasemmanpuoleinen kuva on kesäasennosta, jossa ilma virtaa suoraan huonetilaan suodattimen ja äänenvaimentimen läpi. Oikeanpuoleisessa kuvassa on taas talviasento, jolloin ilma kiertää ikkunalasien välissä ja näin ollen hyödyntää ikkunan lämpöhäviötä matkallaan suodattimen ja äänenvaimentimen läpi. (Biobe, [Viitattu 19.4.2016].) Kolmas vaihtoehto on (kuvio 3) Skaalan Alfa cClean, johon on ikkunanpuitteeseen integroitu ilmanvaihtokone, jonka avulla ilma tulee sisään suodattimien kautta puhtaana ja poistuu poistosuodattimen kautta ulos hallitusti (Skaala 2016).



Kuvio 1. Biobe DUO-venttiili, ulkosäleiköllä ja suodatinkotelolla. (Biobe, [Viitattu 18.4.2016].)

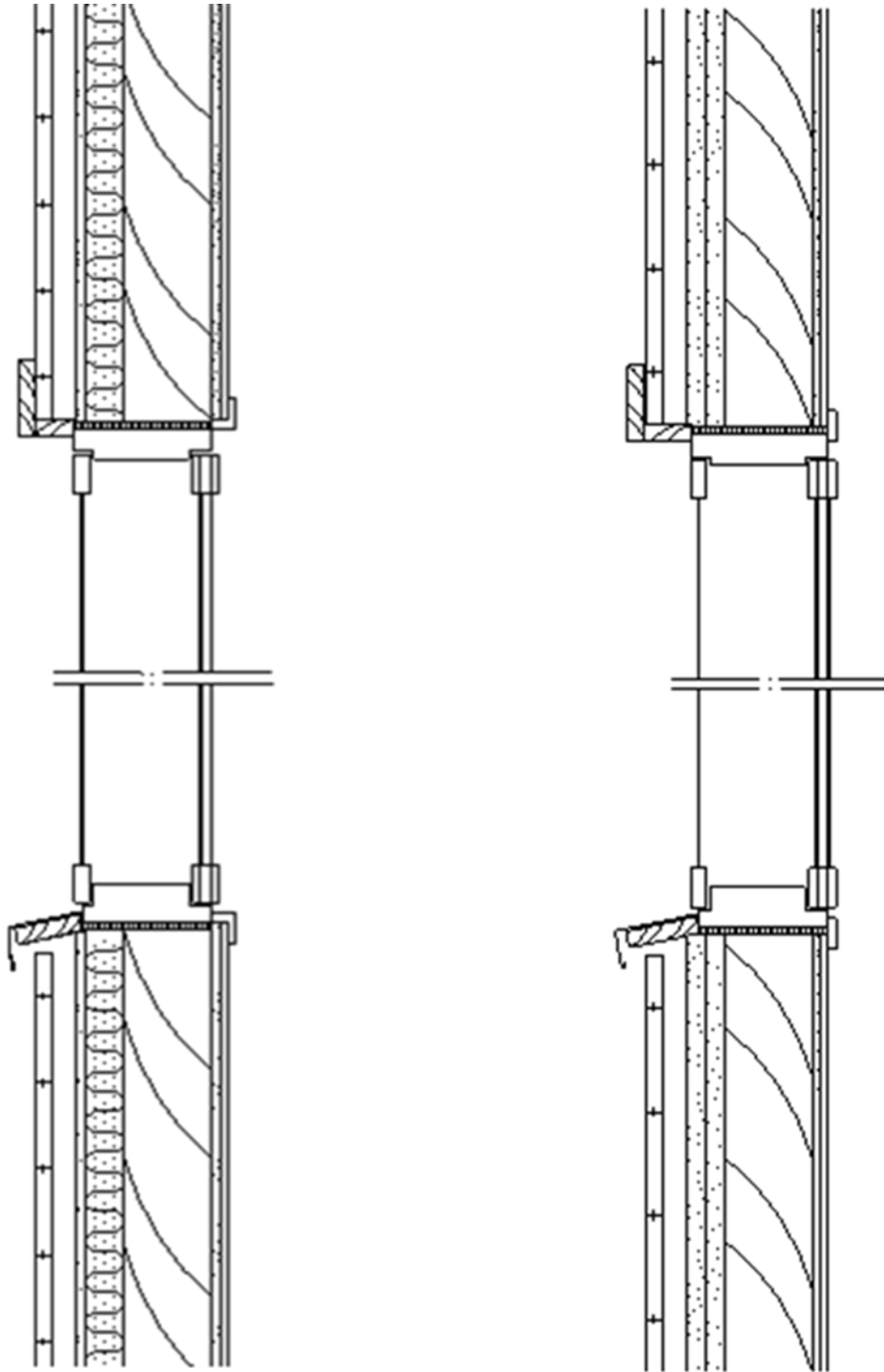


Kuvio 2. Biobe ThermoPlus:in tuloilmaikkuna. (Biobe, [Viitattu 19.4.2016].)



Kuvio 3. Skaalan Alfa cLean ikkuna.  
(Skaala 2016.)

Vanhoissa rakennuksissa ikkunat ovat sijainneet yleensä ulkoseinän pinnan kanssa samassa linjassa, koska vanhojen rakennusten ulkonäköön ei kuulunut ikkunoiden sijainti seinän sisäpinnan kanssa tasalla (Palonen 2014, 2). Nykyään ikkunat asennetaan yleensä mahdollisimman lähelle ulkoseinän sisäpintaa. Näin ikkunaan kohdistuva säärasitus saadaan pienemmäksi ja lasin höyrystymisalttius sisäpinnalla vähenemään. (Domus yhtiö Oy 2016, 1.) Myös karmien syvyysmitta määrää ikkunan sijoituskohdan seinärakenteessa sekä millaiset ikkunan pilet halutaan ulkonäöllisesti. Lämpöteknisesti huomioiden ikkunan edullisin sijainti on seinän lämmöneristeen kohdalla. (Kavala 2011, 173.) Kuviossa 4 on vasemmanpuoleisessa kuvassa ikkunan sijainti kuvattu ulkoseinän lisäeristeen kohdalle lähellä ulkopintaa, ja oikeanpuoleisessa kuvassa ikkunan sijainti on lähellä sisäpintaa.

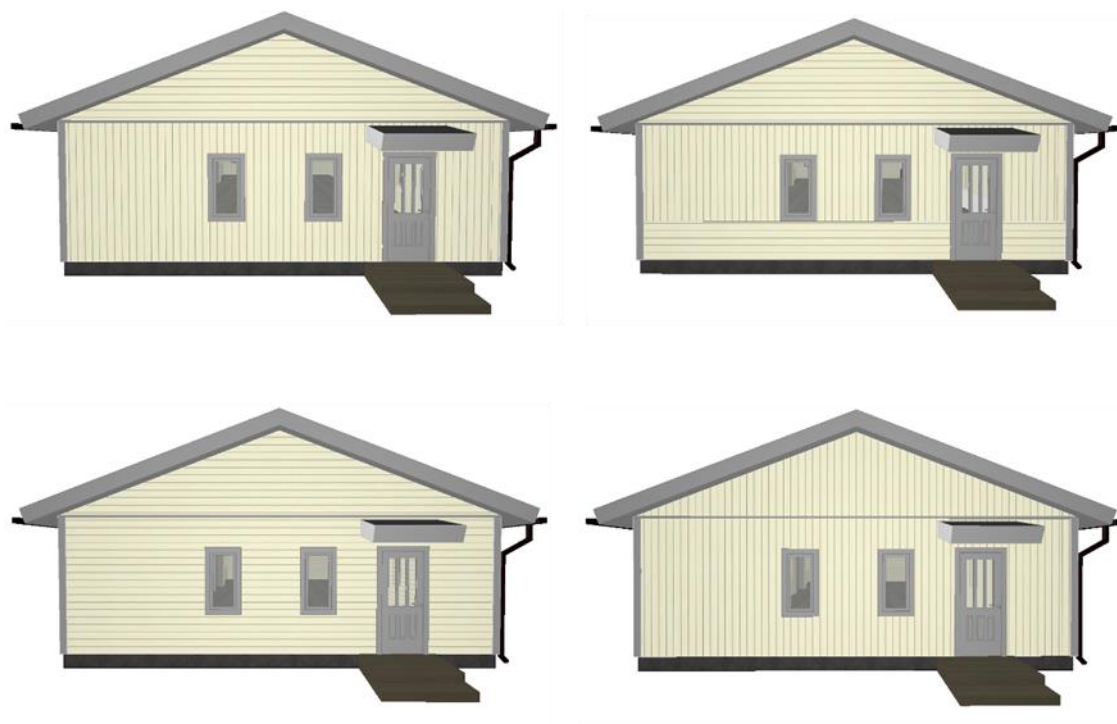


Kuvio 4. Ikkunan detaljit.

## 5 JULKISIVUN UUSIMINEN

Julkisivun uusimisessa ensimmäisenä tulee olla yhteydessä rakennusvalvontaan, jolloin saadaan selville mitä lupia tarvitaan ja onko kyseisellä paikalla julkisivuun erityisvaatimuksia (Oulun rakennusvalvonta 2013). Uuden 1.1.2016 muutetun asbestilainsäädännön mukaan ennen vuotta 1994 valmistuneille taloille pitää tehdä asbestikartoitus ennen hankkeen aloittamista (Aluehallintovirasto 2015, 4). Julkisivun uusiminen tulee yleensä kyseeseen silloin, kun vanha julkisivu on huonossa kunnossa, ja kunnostaminen riittä. Julkisivun uusiminen voi myös tulla kysymykseen, kun halutaan vaihtaa julkisivumateriaalia. Julkisivua uusittaessa tulee huomioida rakennuksen ympäristö- ja maisematekijät, jotta uusi julkisivuverhous sulautuu maisemaan. (Niskala 1992, 60 – 66.)

Tekstuuri ja struktuuri vaikuttavat julkisivuun ja näihin asioihin vaikuttaa verhouksen suunta (kuvio 5), väri, pintakäsittely, näkyvä paksuus ja leveys, pinnan karheusaste, laudan muoto ja lautojen välisen raon suuruus, vuorilautojen leveys ja malli. Julkisivukuvaan vaikuttavat myös ikkunat ja ovet, eli käytetäänkö vanhoja olemassa olevia vai uusitaanko ne, ovatko ikkunat syvennyksessä vai ulkopinnan kanssa tasalla. Pystylaudoituksella voidaan korostaa pystymuotoja ja saadaan rakennus näyttämään korkeammalta, vaakalaudoituksella taas rakennus madaltuu ja levenee, mutta saadaan usein aikaiseksi rauhallisuuden tuntua. Rakennuksissa käytetään joskus myös useampaa julkisivumateriaalia, ja tällöin materiaaliroja ei tulisi sulauttaa samalla värityksellä yhteen. Selkeä värien kontrasti materiaalien välillä antaa yleensä arkkitehtonisesti parhaimman tuloksen. Valon tulokulmalla on myös merkitystä siihen miten näemme rakennuksen. (Siikanen 2008, 267 – 268.)



Kuvio 5. Ulkoverhouspaneelin suuntavaihtoehtoja.

## 5.1 Julkisivun väri

Ulkoväritystä valittaessa pitää ottaa huomioon kokonaisuus. Rakennus tulee nähdä osana isompaa ympäristöä. Voidaan suunnitella erikoinenkin väritys, joka on kaunis, mutta häiritsee kokonaiskuvaa, jolloin sitä ei tulisi käyttää. (Kaila 1997, 559.) Väri valitaan usein väritehtaan värikartan avulla. Pienestä lapusta valittaessa on hyvä tietää, että valittu väri näyttää talon kokoisena aina paljon vaaleampana, kirkkaampana, voimakkaampana ja intensiivisempänä kuin näet värinäytteestä. Julkisivusävy muuttuu usein kylmemmäksi kuin värinäyte antaa ymmärtää. Väri kannattaisikin siis valita värinäytteestä ”likaisempänä” kuin rakennukseen haluttu väri. (AnterFridell & Svedmyr 2004, 96.) Valaistus ja ympäristö vaikuttavat pieneen värimalliin paljon, niin että virhemahdollisuus on iso. Tämän takia olisi hyvä tehdä aina paikan päällä koemaalaus valitulle julkisivupinnalle, jotta nähtäisiin väri isommassa mittakaavassa oikeassa ympäristössä. Värit ovat valon heijastusta, silmä näkee rakennuksen värin valon tulkitsemana. Kesäaikaan valossa on paljon puiden vihreyttä ja talvi aikaan taas taivaan sineä hangesta heijastuneena ja iltaisin punaisen sävyä iltaruskosta. Värit haalistuvat kirkkaassa valossa päivisin ja



syvenevät taas iltaisin. Tämä aiheuttaa sen, että talo näyttäytyy erivärisenä eri aikoina. Voimakkaat sävyt muuttuvat vähemmän valon vaikutuksesta kuin herkäät ja vaaleat sävyt. Huomioitava asia on myös maalatun pinnan vanheneminen. Ajan kuluessa julkisivuun valittu väri voi muuttua, haalistua tai tummua, mikä voi pilata uutena olleen kauniin ulkonäön. Oikean lopputuloksen saavuttamiseksi on värisävyn lisäksi valittava maaliaine oikein. Maalattava pohja vaikuttaa myös väriin. Vaalea ja karheapintainen laudoitus kaupungissa tai maantien varrella kerää helposti likaa rosopintaan, joka ei näytä hyvältä vaalealla pinnalla. (Kaila 1997, 558 – 560.)

Väreillä rakennuksessa pystymme vaikuttamaan siihen mielikuvaan, miten me näemme rakennuksen: korkeana vai matalana, kapeana vai leveänä, suurena vai pienenä. Värejä apuna käyttäen voidaan tuoda näkyviin piirteitä, joita halutaan tuoda esiin ja häivyttää ne kohdat, joita ei haluta korostaa. Pääovea voidaan haluta korostaa ja tällöin ovi maalataan poikkeavalla ja voimakkaalla värillä. Sivuvea ei välttämättä haluta korostaa ja se maalataankin huomaamattomaksi. Värien kirkkauseroilla on merkitystä, kun rakennusta katsellaan etäämmältä. Isot ja tummat rakennukset sulautuvat helpommin metsätaustaan, mutta jos niissä onkin yksityiskohtia, jotka on maalattu valkoiseksi, niin rakennukset tulevat selkeämmin esiin. Värin ollessa kirkkaampi taustaansa vetää se huomiota puoleensa, jolloin maalin värillä ei ole suurta vaikutusta. Vaalean värisiä pintoja mielletään usein suuremmiksi, kun taas tummemman värisiä pintoja mielletään pienentäviksi. Ikkunapuitteiden osalta tummassa seinässä olevat vaaleat ikkunapuitteet vaikuttavat isoilta ja erottuvilta. Vaaleassa seinässä olevat tummat ikkunapuitteet taas eivät erotu samalla lailla. (AnterFridell & Svedmyr 2004, 23 – 25.)

## **5.2 Perustuksen väri**

Talon perustuksesta usein ajatellaan, että se on talon ankkurointi maaperäänsä. Perustukset rakennetaan usein raskaasta, yhtenäisestä ja kestävästä materiaalista. Perustus voidaan myös tehdä pilareista, joiden välit peitetään usein laudoituksilla. Yleensä perustus ei ole väriykseltään tärkeintä osaa taloa, ja siksi sen ei tulisikaan kilpailla julkisivun väriyksen kanssa. Värin olisi hyvä olla lähes samaa

kuin julkisivu, tai tummempaa. Tällä tavalla on helpompi kauempaakin talo mieltää kokonaisuutena. Tumman värinen perustus saa aikaan, että talo näyttää pieneltä ja ”istutetulta”. Vaalean värinen perustus taas saa aikaan, että talo näyttää korkealta ja kapealta, mutta liian vaalea perustus antaa kuvan, kuin se olisi vyö, joka erottaa talon maaperästään. (AnterFridell & Svedmyr 2004, 36.)

### **5.3 Ikkuna ja ikkunapuitteitten ja vuorilaudan väri**

Ikkunoilla, ikkunoidenpuitteilla ja vuorilaudoilla on suuri merkitys millaisena me talon hahmotamme. Siihen vaikuttaa sijoittelu, muoto ja väri (kuvio 5 & 6). Ikkunan ympärillä olevat vuorilaudat sekä pellitys voidaan maalata puitteiden värillä, ulkoseinän värillä tai sitten ihan poikkeavalla värillä. Valmiissa talossa erottuu helpommin asiat, joilla on vaaleuskontrastia. Vaaleassa julkisivussa yksivärinen tumma ikkuna mielletään kuin julkisivuun tulisi aukko. Toisaalta tummat vuorilaudat auttavat tuomaan näkyviin vaalean ikkunan kauniin värityksen. Haluttaessa jännitteen syntymistä katselijalle, kannattaa käyttää poikkeavaa väritystä pienissä yksityiskohdissa. (AnterFridell & Svedmyr 2004, 37 – 38.)



Kuvio 6. Korostukset tummansävyiset.



Kuvio 7. Korostukset vaaleansävyiset.

## 6 KOHTEEN ESITTELY

Opinnäytetyön kohde sijaitsee Vaasassa Huutoniemen omakotitalojen asuntoalueella. Asuinrakennus on rakennettu vuonna 1964 – 65 (Kuvio 8 & 9). Rakennus on rakennettu paikan päällä. Perustamistapa on ollut antura, matala sokkeli ja työlaatta. Antura ja sokkeli ovat betonia, johon on tehty bitumikäsittely. Alapohjana on betoni ja koolattu puulattia. Vanha lattiaeriste on jälkeinpäin vaihdettu puukuituiseen puhallusvillaan. Päärakennuksen ulkoseinän rakenne on rakennettu pystyhirrestä. Pääasiallinen ikkunatyyppi on sisään-ulos aukeava. Julkisivupinnoitteena on käytetty asuinrakennuksen kohdalla vaaleaa mineriittilevyä ja autotalliosan seinät ovat tummanruskeaa puhtaaksi muurattua tiiltä. Yläpohja on puurakenteinen, jossa eristeenä on käytetty kutterinlastua ja sen päällä mineraalivillalevyjä 50mm + 75mm. Kattomuotona on loiva harjakatto, jonka katemateriaali on tummaa kone-saumattua peltiä. Asuinrakennuksessa on painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä, sekä liesituuletin poistokanavalla ja jälkeinpäin tehty takka.



Kuvio 8. Asuinrakennus on tieltä kuvattuna.



Kuvio 9. Pääsisäänkäynti.

## 7 LISÄLÄMMÖNERISTE

Eristemateriaalia valittaessa on tärkeä tietää vanhan seinän rakenne, mistä materiaalista seinä on valmistettu, ja onko vanha seinä suora vai epätasainen. Esimerkiksi hirsiseinät voivat olla epätasaisia pinnaltaan ja niissä on saumakohtat usein syvennyksessä. Lisäeristämässä on huomioitava mahdollinen seinärakenteen hengittävyys. Eristämisen periaatteena on kuitenkin, että rakenne harvenee ulospäin. Sisäpuolella on tiiviimmät materiaalit ja läpäisevämmät ovat ulkopuolella. Tarkoituksena on varmistaa, että korjatun seinän rakenne on jatkossakin toimiva. Eristemateriaaleja on monenlaisia eri toimittajilla. Opinnäytetyössä on otettu lähempään tarkasteluun viisi erilaista ja erivalmistajien eristemateriaalia, joista on tehty lämpötila- ja kosteusjakauma (kuvio 10 & 11). Kuviossa 10 on piirretty lämpötilajakauma seinärakenteessa, kun on käytetty Ekovillan puhallusvillaa lämmöneristeenä. Lopuista eristeistä löytyy lämpötilajakaumakuvat liitteestä 3. Kosteusjakauma seinärakenteessa löytyy kuviossa 11, jossa eristeenä on käytetty Ekovillan puhallusvillaa. Lopuista eristeistä löytyy kosteusjakaumakuvat liitteestä 4. Lämpötila- ja kosteusjakaumalaskelmat löytyvät liitteistä 1 ja 2.

Tässä kohteessa valittiin lisäeristäminen tehtäväksi ulkopuolelle, koska kohteeseen ollaan tekemässä julkisivuremonttia. Toiveena oli, että käytetään eristeenä hengittäviä ja luonnonmukaisia materiaaleja. Tästä johtuen opinnäytetyössä on otettu vertailuun neljä erilaista puukuituista lämmöneristettä: Ekovilla, Hunton ja Termex ja kaksinkertainen Huntonin tuulensuojalevy. Vertailun vuoksi opinnäytetyössä tehtiin myös laskelma Parocin tuulensuojaeristelevystä, jossa yhdistyy tuulensuojalevy ja eriste.

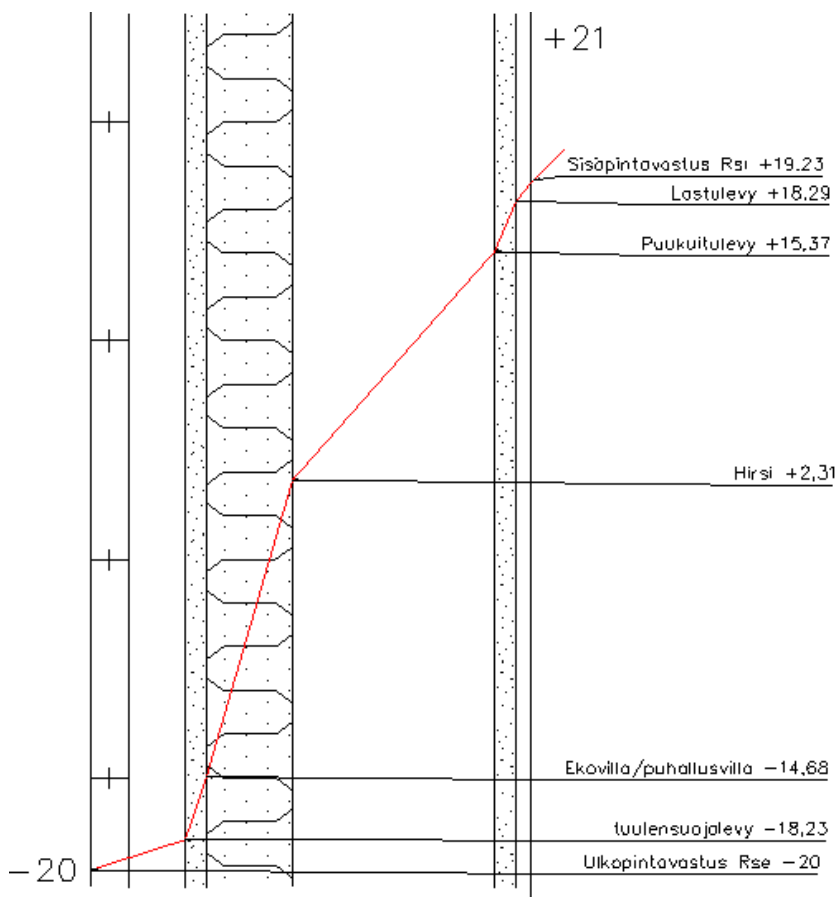
### 7.1 Seinärakenne

Seinärakenne puretaan ulkopuolelta hirsipinnalle saakka. Uusi ulkovuoraus rakennetaan hirsiseinän ulkopuolelle. Laskelmissa seinän rakenne koostuu vanhasta seinärakenteesta hirteen asti ja uudesta puukuitueristeisestä rakenteesta hirren jälkeen. Seinärakenne on sisältä ulospäin seuraava: lastulevy 9mm, puukuitulevy 12mm, ilmansulkupaperi 0,3mm, hirsi 115mm, eriste/koolaus 50mm, tuulensuoja-

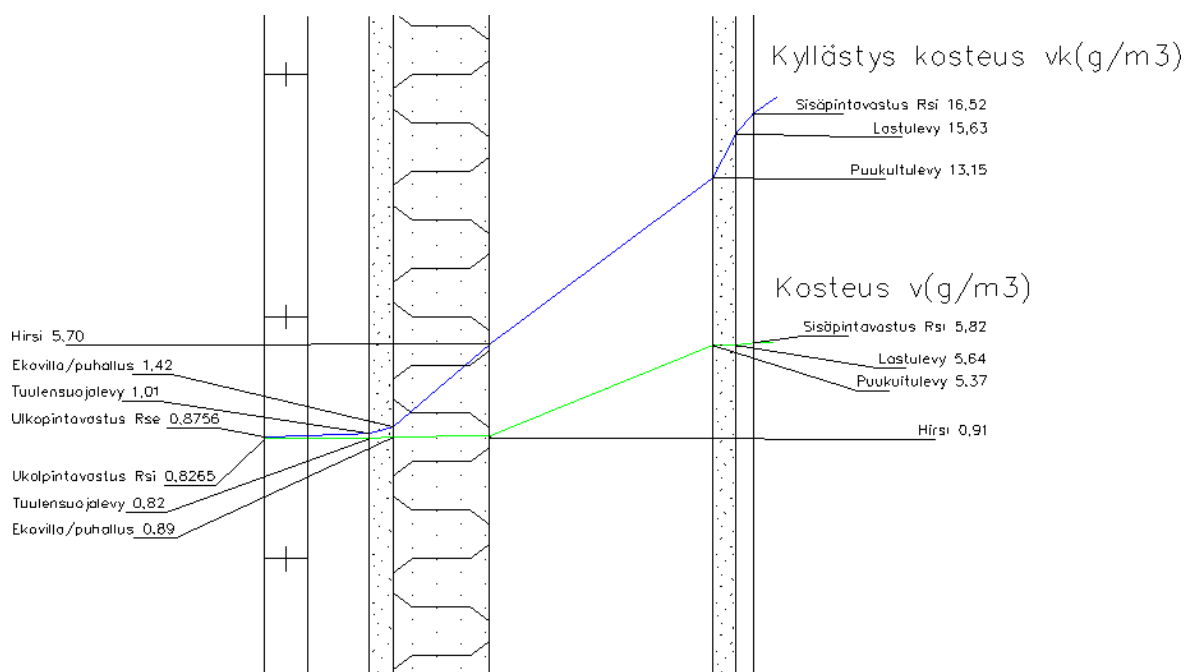
levy 12mm, ilmarako/harvalaudoitus 32mm ja julkisivupaneeli 22mm, (kuvio 10). Yksi laskelma on myös tehty käyttäen puukuitueristeen tilalla kahta tuulensuojalevyä 2x25mm. Tuulensuojalevyjä eristeenä käytettäessä, voidaan tuulensuojalevyt kiinnittää suoraan hirssiseinään ilman erillistä koolausta.

## 7.2 Ekovillan puhallusvilla

Ekovillan käyttämä puhallettava ja ruiskutettava lämmöneriste on valmistettu pääosin kierrätetystä puukuidusta. Puukuitueriste sitoo hiiltä, on hengittävä ja turvallinen sekä sillä on hyvä lämmöneristämiskyky ja hyvät rakenteelliset pal ominaisuudet. Ruiskutettava puhallusvilla muodostaa saumattoman ja kaikki kolot täyttävän eristekerroksen. Puhallusvilla tarvitsee tuulta vastaan parikseen tuulensuojalevyn. Lämmönjohtavuus  $\lambda$  on 0,04W/mK. (Ekovilla, [Viitattu 23.3.2016].)



Kuvio 10. Lämpötilajakauma.



Kuvio 11. Kosteusjakauma.

### 7.3 Huntonflex lämmöneriste

Hunton lämmöneriste on valmistettu luonnonmukaisista puukuiduista. Hunton eristeen hyviä ominaisuuksia ovat: erinomainen lämmöneristävyys, erinomainen kyky varastoida ja siirtää kosteutta rakenteessa, ja se on ympäristöystävällinen, sekä pitää muodon ja on luokiteltu ihoa ärsyttämättömäksi. Hunton tarvitsee tuulta vastaan parikseen tuulensuojalevyn. Lämmönjohtavuus  $\lambda$  on 0,038W/mK. (Hunton, [Viitattu 23.2.2016].)

### 7.4 Paroc cortex, tuulensuojaeriste

Paroc cortex on kivivillasta tehty jäykkä paloturvallinen tuulensuojaeriste. Eristeen pinnoite on tehty tuulitiiviiksi, mutta vesihöyryä läpäiseväksi, jolloin se suojaa rakennetta tuulelta ja sateelta. Vesihöyryä läpäisevä pinnoite kuitenkin mahdollistaa kosteuden kulkeutumisen pois rakenteista ja näin ollen mahdollistaa kosteuden kuivumisen turvallisesti. Lämmönjohtavuus  $\lambda$  on 0,033W/mK. (Paroc, [Viitattu 23.2.2016].)

## 7.5 Termex-selluvilla

Ruiskutettava Termex-selluvillaeriste on uusiokäytettyä kierrätyspaperia. Valmistus tapahtuu sanomalehtipaperista kuiduttamalla. Selluvilla on tehokas, saumaton lämmöneriste, jossa on pieni ilmanläpäisevyys. Eristeen hengittävyys perustuu huokoiseen puukuituun, joka mahdollistaa ja tasaa rakenteen kosteusvaihteluita. Tällöin puurunko ei joudu niin kovaan kosteusrasitukseen. Termex-eriste tarvitsee tuulta vastaan parikseen tuulensuojalevyn. Lämmönjohtavuus  $\lambda$  on 0,043W/mK. (Termex 2016.)

## 7.6 Hunton tuulensuojalevy 2x25mm

Hunton tuulensuojalevy on huokoinen bitumilla kyllästetty puukuitueristeestä valmistettu levy. Tuulensuojalevyn tarkoitus on suojata taloa kosteudelta, vedolta ja pakkaselta. Tuulensuojalevyn ominaisuuksiin kuuluu sitoa ja luovuttaa kosteutta, tämä auttaa sisäilmaa pysymään tasaisena vaihtelevissakin olosuhteissa. Kosteus ei tiivisty levyn pinnalle vaan varastoituu levyyn. Tuulensuojalevy jäykistää myös rungon, joten vinolaudoitus ei ole välttämätöntä. Lämmönjohtavuus  $\lambda$  on 0,045W/mK. (Hunton 2016.)



## 8 PERUSMUURIN LISÄERISTÄMINEN

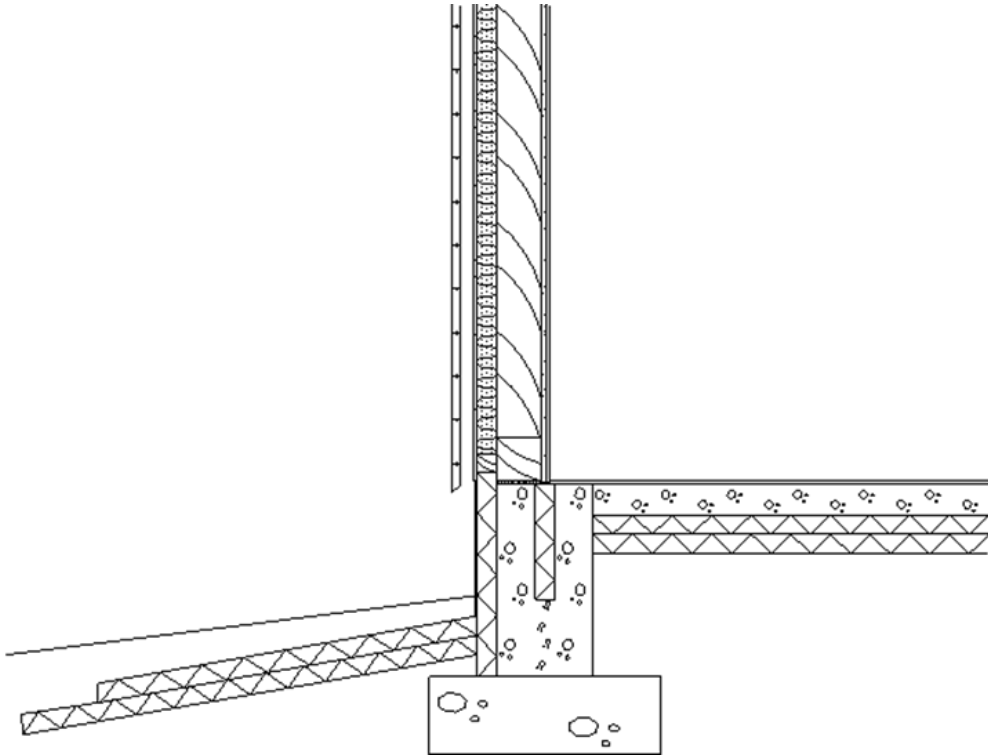
Perusmuuria lisäeristettäessä jälkeempään parhain ja helpoin sijoituspaikka on perusmuurin ulkopuolella (kuvio 12). Aluksi tulee selvittää perusmuurin suoruuus ja tasaisuus sekä pinnoite. Parempaan lopputulokseen päädytään, jos vanha perusmuurin pinnoite poistetaan ja suoristetaan tasoittamalla oikealla materiaalilla. Lisäeristettäessä kovalla eristelevyllä perusmuurissa ei saisi olla kohoumia, jotka estävät levyn asettumisen tasaisesti perusmuuria vasten. Perusmuurieristys tulisi mennä maanpinnan alapuolelle anturaan asti tai routasuojauksen alapintaan. Laskennalla selvitetään suositeltava paksuus lisäeristekerrokselle, jotta se ehkäisisi kylmän kulkeutumisen perusmuurin läpi.

Mitoitettaessa lämpimän rakennuksen perusmuurin/sokkelin lämmöneristettä:

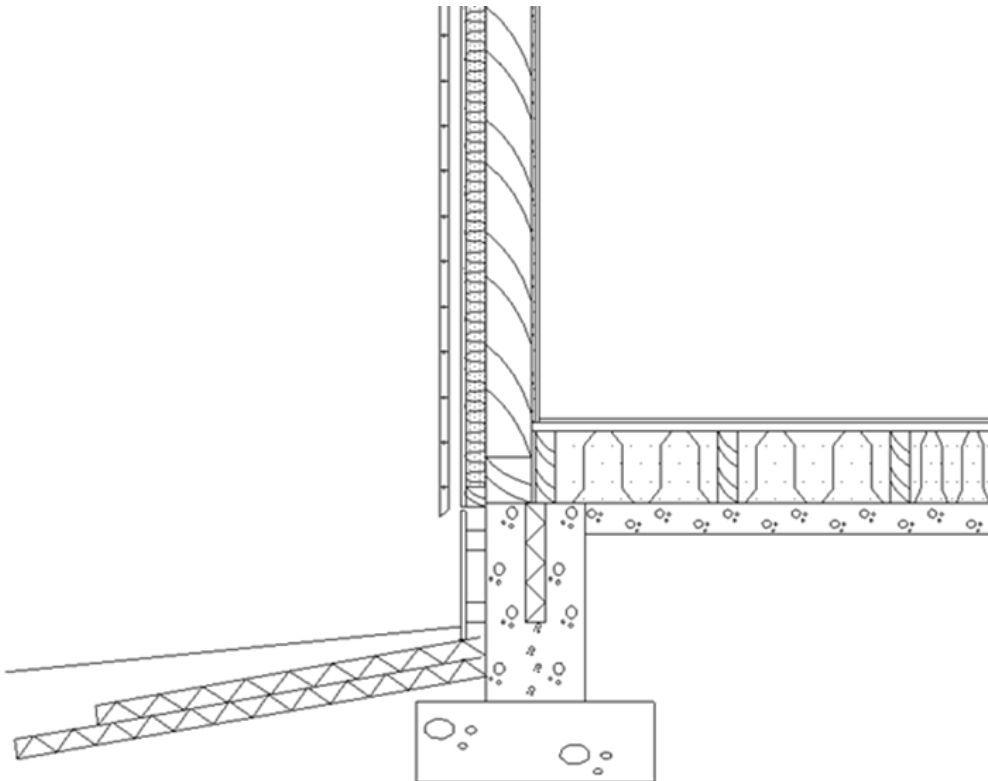
- Mitoituspakkasmäärälle F50, joka on Vaasan alueella 40 000Kh
- Alapohjan etäisyys ulkopuolen maanpinnasta, jos se on < 0,3m niin on perusmuurin lämmöneristeen suositeltava lämmönvastus  $R_p = 1,6m^2K/W$ .
- Betonista valmistetun perusmuurin lämmönvastus on  $R_b = d_b / \lambda_b$ , näin saadaan vähennys suositeltavaan lämmöneristeen lämmönvastukselle  $R_e = R_p - R_b$
- Jos ei tiedetä varmasti perusmuurin paksuutta, ei käytetä betonisen perusmuurin lämmönvastusvähennystä, vaan käytetään arvoa  $R_e = 1,6m^2K/W$ .
- Käytettävän lisäeristeen lämmönjohtavuus luku  $\lambda$ .
- Tarvittava eristepaksuus  $d_e$  saadaan kaavalla:  $d_e = R_e * \lambda$

(RIL 261-2013, 106.)

Mikäli ei päädytä perusmuuria lisäeristämään, voidaan perusmuurin mittasuhteita kasvattaa sokkelilevyn avulla (kuvio 13).



Kuvio 12. Seinä/alapohja detali.



Kuvio 13. Seinä/alapohja detali.

Seuraavaksi opinnäytetyössä esitellään 6 erilaista vaihtoehtoa perusmuurin mittasuhteiden kasvattamiseksi. Kolme vaihtoehtoa on eristemateriaaleja ja kolme vaihtoehtoa on sokkelilevyjä. Kaksi eristemateriaalia on solumuovilämmöneristeitä, ja yksi on mineraalivillaeriste. Sokkelilevyt ovat kolmen eri valmistajan: Stenin, Cembitin ja Stonerexin. Eristemateriaalit tulisi pinnoittaa siihen tarkoitetulla aineella tai sokkelilevyllä, jotta saataisiin eristetty perusmuurinpinta näyttämään perusmuurilta.

### **8.1 ParocLinio 15**

ParocLinio 15 on palamaton kivivillaeriste, jota käytetään ohutrappauseristemien alustana rakennuksissa. Levyllä on erinomainen lämmöneristävyys ja alkalikestävyys, minkä vuoksi se soveltuu kalkki- ja sementtipohjaisten laastien alustaksi. Eriste ei kerää kosteutta, eikä reagoi lämpötilamuutoksiin. Lämmönjohtavuus  $\lambda$  on 0,037W/mK. (Paroc, [Viitattu 31.3.2016].)

### **8.2 Finnfoam CW-300**

Finnfoam on suulakepuristettua polystyreeniä eli XPS lämmöneriste. Eristeen ominaisuudet perustuvat solurakenteeseen, mikä on täysin yhtenäinen ja suljettu. Valmistusprosessissa syntyy levyn pintaan yhtenäinen ns. pintanahka. Pintanahkan tarkoitus on hylkiä vettä. Levyn rakenne on kerroslevyrakenne, jonka molemmilla puolin on pintanahka ja niiden välissä on solurakenne. Tämä rakenne tekee levystä jämään. Lämmönjohtavuus  $\lambda$  on 0,037W/mK. (Finnfoam, [Viitattu 31.3.2016].)

### **8.3 Thermisol EPS 120 Routa**

Termisol on paisutettu polystyreeni, joka on umpisoluihin ja tiivis. Termisolilla on hyvä puristus- ja taivutuslujuus, sekä eriste kestää hyvin kosteutta ja pakkasta, ja sillä on erinomainen jäädytys-sulatuskestävyys. Lämmönjohtavuus  $\lambda$  on 0,036W/mK. (Thermisol 2016.)

#### 8.4 Steni sokkelilevy

Steni sokkelilevy on kestävä, huoltovapaa, ympäristöystävällinen ja helppo asentaa ja pitää puhtana. Levy on polymeerikomposiittista valmistettu ja lasikuituvahvistettu sokkelilevy, jonka pinta on valmistettu murskatusta luonnonkivestä (kuvio 14). (Steni sokkelilevy, [Viitattu 15.4.2016].)



Kuvio 14. Steni sokkelilevy.  
(Steni sokkelilevy, [Viitattu 15.4.2016].)

#### 8.5 Cembrit Rock sokkelilevy

Cembrit sokkelilevy on helppohoitoinen, pitkäikäinen, luonnollinen ja viimeistelty sokkelilevy. Sokkelilevy on luonnonkivipintainen. Levy on helppo asentaa, eikä tarvitse erillistä käsittelyä asennuksen jälkeen. (Cembrit rock, [Viitattu 15.4.2016].)

#### 8.6 Stonerex sokkelilevy

Stonerex sokkelilevy kestää hyvin kulutusta, iskuja, pakkasta, kosteutta ja on vaikeasti syttyvä. Sokkelilevy on luonnonkivisiroteella päällystetty sementtikuitulevy. Sokkelilevyt käyvät sokkeleiden päällystämiseen ja lämpöeristämiseen. Sokkelilevy parantaa ilmanvaihtoa ja ehkäisee liiallista sisäilman kosteutta ja homehtumista. (Kivimurskelevyt Stonerex 2016.)

## 9 POHDINTA

Opinnäytetyön alussa piti selvittää opinnäytetyön kohteen asuinrakennuksen päärakennuksen ulkopuolinen rakenne ja asukkaiden toivomukset rakenteen muutoksille, vaihdettaville ja lisättäville materiaaleille. Seuraavaksi lähdettiin tutkimaan eri eristemateriaalien valmistajien eristeiden lämpö- ja kosteusteknistä toimivuutta laskelmilla. Lisäeristämispuoleksi valittiin ulkopuoli ja siksi tutkittiinkin laskelmissa vain seinärakennetta, jossa eriste sijaitsee ulkopuolella. Laskelmista kävi ilmi, että eri tutkittavilla eristemateriaaleilla ei ollut suuriakaan eroavaisuuksia toisiinsa nähden tässä tapauksessa, kun eriste on ulkopuolella. Täten voikin todeta, että lisäeristämässä materiaalin valinta ei ole suurin asia, mitä tulee huomioida tässä kohteessa, kun eristeenä käytetään hyvin vesihöyryä läpäisevää materiaalia. Lisäeristämiseen vaikuttavat nimittäin useat eri asiat, kuten vanha rakenne, asennustyö, työnaikainen varastointi, kustannukset, mitä ja millaista materiaalia halutaan käyttää, rakenteen hengittävyys, ilmanvaihto, ilman/höyrynsulku, julkisivun mittasuhteet, räystäät ja tiiviys. Selväksi kävi myös, että lisäeristäminen on kannattavaa vain, jos tehdään muutakin korjaustyötä. Opinnäytetyön edetessä kävi ilmi eri lähteistä, että ei ole yksiselitteistä oikeaa tapaa korjata. Jokainen korjausrakentamiskohde on yksilöllinen ja sen muutokset tulisikin aina tutkia ja katsoa tapauskohtaisesti.

Julkisivukuvia haluttiin korjauskohteena olevasta asuinrakennuksesta helpottamaan julkisivumuutoksen hahmottamista. Julkisivukuvista piirrettiin 3D-pohja rakennukselle archicad-piirustusohjelmalla. Kuvien piirtämisen jälkeen oli helppo lähteä muuttelemaan seinän mallia, väriä ja ikkunoiden muotoa. Julkisivukuvia piirreltessä huomasi, kuinka paljon pienilläkin asioilla julkisivun ulkonäköä saadaan muutettua, esimerkiksi tummilla tai vaaleilla vuorilautoilla. Opiskelijaversioiden archicad-piirustusohjelman väri vaihtoehdot, ovat niukat ja oikean värin saamiseksi joutui silmämääräisesti väriskaaloja säätämään. Helpompaa olisi, jos ohjelmaan pystyisi lataamaan esimerkiksi Tikkurilan värikarttapaletin, jolloin saataisiin valittua rakennusosien väriksi aitoja valittavia värikarttavärejä. Opiskelijaversioiden puutteena oli myös ulkopuolen puupaneelivaihtoehtojen puute. Puutteista huolimatta piirretyt julkisivukuvat ajavat asiansa uuden julkisivun hahmottamisen helpottamiseksi ja

lisäksi keskustelemalla asiakkaan kanssa, pystyttiin muuttamaan julkisivua oikeaan haluttuun suuntaan asiakkaan toiveiden mukaan.

## LÄHTEET

- Aluehallintovirasto. 2015. Asbestilainsäädäntö muuttuu vuoden 2016 alussa. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 30.5.2016]. Saatavilla: [http://www.rakli.fi/media/rakennuttaminen/20151112\\_asbestilainsaadanto\\_muuttuu.pdf](http://www.rakli.fi/media/rakennuttaminen/20151112_asbestilainsaadanto_muuttuu.pdf)
- AnterFridell, K. & Svedmyr, Å. 2004. Mikä talolle väriksi. Suomentaja Lauri Niemi. Helsinki: Kustannus Oy Hakkuri.
- Biobe. Ei päiväystä. Biobe DUO – korvausilmaventtiili. [Verkkosivu]. [Viitattu 18.4.2016]. Saatavana: <http://www.biobe.fi/tuotteet/venttiilit/duo.htm>
- Biobe. Ei päiväystä. BIOBE ThermoPlus hyödyntää tuloilmaikkunan lämpöhäviöt talvella tehokkaasti. [Verkkosivu]. [Viitattu 19.4.2016]. Saatavilla: <http://www.biobe.fi/tuotteet/venttiilit/thermoplus.htm>
- Cembrit Rock. Ei päiväystä. Helppohoitoinen sokkelilevy. [Verkkosivu]. [Viitattu 15.4.2016]. Saatavilla: <http://www.cembrit.lt/Files/Billeder/Fl/PDF/Cembrit%20Rock.pdf>
- Cembrit Rock. Ei päiväystä. Cembrit rakennuslevyt. [Verkkosivu]. [Viitattu 13.5.2016]. Saatavilla: <http://www.cembrit.fi/media/5416/cembrit-rock-sokkeliesite.pdf>
- Domus yhtiöt Oy. 2014. Domus-ikkunoiden ja –ikkunaovien varastointi- ja asennusohje. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 18.4.2016]. Saatavilla: <http://www.domus.fi/asennusohjeet-ja-esitteet/ikkunat/30-domus-ohje-ikkunat-varastointi-ja-asennus>
- Ekovilla. Ei päiväystä. Ekovilla – puhallusvilla. [Verkkosivu]. [Viitattu 23.3.2016]. Saatavilla: <http://www.ekovilla.com/tuotteet/puhallusvilla/ominaisuudet/>
- Eneuvonta. 2013. Ikkunat. [Verkkosivu]. [Viitattu 30.5.2016]. Saatavilla: <http://www.eneuvonta.fi/remontoi/ikkunat#74>
- Hunton. Ei päiväystä. Hunton lämmöneriste: Markkinoiden ympäristöystävällisin lämmöneriste. [Verkkosivu]. [Viitattu 23.2.2016]. Saatavilla: <http://fi.hunton.no/product/flex/>
- Finfoam. Ei päiväystä. Koostumus ja rakenne. [Verkkosivu]. [Viitattu 31.3.2016]. Saatavilla: <http://www.finfoam.fi/tuotteet/finfoam-eristelevyt/koostumus-ja-rakenne/>

- Jormalainen, P. & Matilainen, A. 1999. Korjausrakennustyöt: korjausrakentaminen. 2. painos. Helsinki: Kustantajat Sarmala Oy.
- Kaila, P. 1997. Talotohtori: rakentajan pikkujättiläinen. 5. painos. Helsinki: Werner Söderström osakeyhtiö.
- Kavala, R. 2011. Rakennuksen puutyöt. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Kivimurskelevyt Stonerex. 2016. [Verkkosivu]. [Viitattu 15.4.2016]. Saatavilla: <http://www.stonerex.fi/tuotteet/kivimurskelevyt-stonerex-ja-stonerex-plus/>
- Korjauskortisto. Ei päiväystä. Lämmöneristyksen parantaminen. [Verkkosivu]. Museovirasto. [Viitattu 23.2.2016]. Saatavana: <http://www.nba.fi/fi/File/2111/korjauskortti-2.pdf.%20Hakup%C3%A4iv%C3%A4%2023.2.2016>
- Lukander, M. Päivitetty 29.1.2016. Pientalojen rakenteet 1940-1970. [Verkoartikkeli]. Kulttuuriympäristomme.fi. [Viitattu 26.4.2016]. Saatavana: [http://www-admin.rakennusperinto.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Artikkelit/Rakennusperinnon\\_hoito/Viisaita\\_korjausperiaatteita/Pientalojen\\_rakenteet\\_19401970\(37826\)](http://www-admin.rakennusperinto.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Artikkelit/Rakennusperinnon_hoito/Viisaita_korjausperiaatteita/Pientalojen_rakenteet_19401970(37826))
- Niskala, E. 1992. Puutalon korjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Olenius, A. & Koskenvesa, A. & Penttilä, H. 2006. Puutalon remontti. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Oulu rakennusvalvonta. 2013. Ulkoseinän lisälämmöneristys. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 30.5.2016]. Saatavilla: [http://www.energiakorjaus.info/pages/kortit/Pientalo\\_6\\_Ulkoseina\\_2013\\_02\\_01.pdf](http://www.energiakorjaus.info/pages/kortit/Pientalo_6_Ulkoseina_2013_02_01.pdf)
- Paroc. Ei päiväystä. PAROC Linio 15, rappausaluseriste. [Verkkosivu]. [Viitattu 31.3.2016]. Saatavilla: <http://www.paroc.fi/ratkaisut-tuotteet/tuotteet/pages/rappausaluseristeet/paroc-linio-15->
- Paroc. Ei päiväys. PAROC Cortex, tuulensuojaeriste. [Verkkosivu]. [Viitattu 23.2.2016]. <http://www.paroc.fi/ratkaisut-tuotteet/tuotteet/pages/tuulensuojaeristeet/paroc-cortex>
- Palonen, N. 2014. Työohje smyygi- eli täytelista ja ikkunapenkki. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 11.9.2016]. Saatavilla: [http://www.piiru.fi/sites/default/files/attachments/Smyygi%20tyo%CC%88ohje\\_0.pdf](http://www.piiru.fi/sites/default/files/attachments/Smyygi%20tyo%CC%88ohje_0.pdf)



Rakennusteollisuus. Ei päiväystä. Energiämääräykset ja pientalorakentaja. [Verkkosivu]. [Viitattu 3.5.2016]. Saatavilla: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Asuminen/Pientalon-rakentajalle-ja-remontioijalle/Energiamaaraykset/>

RIL 255-1-2014. 2014. Rakennusfysikaalinen suunnittelu ja tutkimukset. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 216-2013. 2013. Routasuojaus: rakennukset ja infrarakenteet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Rinne, H. 2010. Perinnemestarin remonttikirja: Hyvin korjattu on parempi kuin uusi. Helsinki: WSOY.

Skaala. 2016. Skaala Alfa cLean-ikkuna ja ilmanvaihto yhdellä kertaa. [Verkkosivu]. [Viitattu 18.4.2016]. Saatavilla: <http://www.skaala.com/ilmanvaihtoikkunat.html>

Skaala. 2016. Skaala Alfa cLean on helppo ratkaisu. [Verkkosivu]. [Viitattu 8.9.2016]. Saatavilla: <http://alfaclean.fi/alfa-clean-soveltuu>

Siikanen, U. 2008. Puurakentaminen. 6. painos. Helsinki: Rakennustieto.

Steni sokkelilevy. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [Viitattu 15.4.2016]. Saatavilla: [http://steni.fi/fi/proff/tuotteet/sokkelilevy/steni\\_terra](http://steni.fi/fi/proff/tuotteet/sokkelilevy/steni_terra)

Termex. 2016. Kodin lämpöä energiaa ja luontoa säästään. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 31.3.2016]. Saatavilla: [http://www.termex.fi/files/Termex\\_yleisesite\\_fin.pdf](http://www.termex.fi/files/Termex_yleisesite_fin.pdf)

Termisol. 2016. Eristä oikein perustusten ja alapohjien eristysopas. [Verkkosivu]. [Viitattu 31.3.2016]. Saatavilla: [http://www.thermisol.fi/uploads/pdf/erista\\_oikein/Erista-oikein-esite.pdf](http://www.thermisol.fi/uploads/pdf/erista_oikein/Erista-oikein-esite.pdf)

## LIITTEET

Liite 1. Lämpötilajakauma

Liite 2. Kosteusjakauma

Liite 3. Lämpötilajakauma kuvat

Liite 4. Kosteusjakauma kuvat

Liite 5. Julkisivukuvat

## LIITE 1 Lämpötilajakauma

Taulukko 1. Lämpötilajakauma laskelmissa on lämmöneristeenä käytetty Ekovillan puhallusvillaa.

Hirsiseinäeriste: ekovilla/puhallus						
Materiaali	Paksuus d(m)	Lämmönjoht. $\lambda$ (W/m°C)	Lämmönvastus R (m <sup>2</sup> °C/W)	R/RT	Lämpötilan muutos $\Delta t$ (°C)	Lämpötila (°C)
Sisäpintavastus Rsi			0,13	0,043114607	1,767698905	19,2323011
Lastulevy	0,009	0,13	0,069230769	0,022960442	0,941378115	18,29092298
Puukuutulevy	0,012	0,056	0,214285714	0,071068034	2,913789404	15,37713358
Ilmansulkupaperi kerabit	0,0003	0,12	0,0025	0,000829127	0,03399421	15,34313937
Lamellihirsi	0,115	0,12	0,958333333	0,317832042	13,03111372	2,312025644
Ekovilla/puhallusvilla	0,05	0,04	1,25	0,414563533	16,99710486	-14,68507921
Tuulensuojalevy hunton	0,012	0,046	0,260869565	0,086517607	3,547221883	-18,2323011
Harvalaudoitus x 2						
Paneeli						
Ulkopintavastus Rse			0,13	0,043114607	1,767698905	-20
			<b>3,015219382</b>	<b>1</b>	<b>41</b>	

Taulukko 2. Lämpötilajakauma laskelmissa on lämmöneristeenä käytetty Hunton felx-lämmöneristettä.

Hirsiseinäeriste: Hunton flex-lämmöneriste						
Materiaali	Paksuus d(m)	Lämmönjoht. $\lambda$ (W/m°C)	Lämmönvastus R (m <sup>2</sup> °C/W)	R/RT	Lämpötilan muutos $\Delta t$ (°C)	Lämpötila (°C)
Sisäpintavastus Rsi			0,13	0,042193972	1,729952833	19,27004717
Lastulevy	0,009	0,13	0,069230769	0,022470162	0,921276657	18,34877051
Puukuutulevy	0,012	0,056	0,214285714	0,069550503	2,851570605	15,4971999
Ilmansulkupaperi kerabit	0,0003	0,12	0,0025	0,000811423	0,033268324	15,46393158
Lamellihirsi	0,115	0,12	0,958333333	0,311045303	12,75285743	2,711074155
Hunton flex-lämmöneriste	0,05	0,038	1,315789474	0,427064489	17,50964406	-14,79856991
Tuulensuojalevy hunton	0,012	0,046	0,260869565	0,084670177	3,471477258	-18,27004717
Harvalaudoitus x 2						
Paneeli						
Ulkopintavastus Rse			0,13	0,042193972	1,729952833	-20
			<b>3,081008856</b>	<b>1</b>	<b>41</b>	

Taulukko 3. Lämpötilajakauma laskelmissa on lämmöneristeenä käytetty Paroc:in cortex tuulensuojaeristettä.

Hirsiseinäeriste: tuulensuojaeriste paroc						
Materiaali	Paksuus d(m)	Lämmönjoht. $\lambda$ (W/m°C)	Lämmönvastus R (m <sup>2</sup> °C/W)	R/RT	Lämpötilan muutos $\Delta t$ (°C)	Lämpötila (°C)
Sisäpintavastus Rsi			0,13	0,043053467	1,765192134	19,23480787
Lastulevy	0,009	0,13	0,069230769	0,022927882	0,940043148	18,29476472
Puukuutulevy	0,012	0,056	0,214285714	0,070967253	2,909657364	15,38510735
Ilmansulkupaperi kerabit	0,0003	0,12	0,0025	0,000827951	0,033946003	15,35116135
Lamellihirsi	0,115	0,12	0,958333333	0,317381325	13,01263432	2,33852703
Tuulensuojaeriste paroc cortex	0,05	0,033	1,515151515	0,501788656	20,5733349	-18,23480787
Harvalaudoitus						
Hirsipaneeli						
Ulkopintavastus Rse			0,13	0,043053467	1,765192134	-20
			<b>3,019501332</b>	<b>1</b>	<b>41</b>	

Taulukko 4. Lämpötilajakauma laskelmissa on lämmöneristeenä käytetty ruiskutettavaa Termex – selluvillaa.

Hirsiseinäeriste: Termex-selluvilla/ruiskutus						
Materiaali	Paksuus d(m)	Lämmönjoht. $\lambda$ (W/m°C)	Lämmönvastus R (m <sup>2</sup> °C/W)	R/RT	Lämpötilan muutos $\Delta t$ (°C)	Lämpötila (°C)
Sisäpintavastus Rsi			0,13	0,044398754	1,820348925	19,17965108
Lastulevy	0,009	0,13	0,069230769	0,023644307	0,969416587	18,21023449
Puukuutulevy	0,012	0,056	0,214285714	0,07318476	3,000575151	15,20965934
Ilmansulkupaperi kerabit	0,0003	0,12	0,0025	0,000853822	0,03500671	15,17465263
Lamellihrisi	0,115	0,12	0,958333333	0,327298509	13,41923887	1,75541376
Termex- selluvilla	0,05	0,043	1,162790698	0,397126603	16,28219074	-14,52677698
Tuulensuojalevy hunton	0,012	0,046	0,260869565	0,08909449	3,652874096	-18,17965108
Harvalaudoitus x 2						
Paneeli						
Ulkopintavastus Rse			0,13	0,044398754	1,820348925	-20
			<b>2,92801008</b>	<b>1</b>	<b>41</b>	

Taulukko 5. Lämpötilajakauma laskelmissa on lämmöneristeenä käytetty Hunton:in kaksinkertaista 25mm tuulensuojalevyä.

Hirsiseinäeriste: 2 x tuulensuojalevy, 25mm hunton						
Materiaali	Paksuus d(m)	Lämmönjoht. $\lambda$ (W/m°C)	Lämmönvastus R (m <sup>2</sup> °C/W)	R/RT	Lämpötilan muutos $\Delta t$ (°C)	Lämpötila (°C)
Sisäpintavastus Rsi			0,13	0,049704432	2,037881714	18,96211829
Lastulevy	0,009	0,13	0,069230769	0,026469816	1,085262451	17,87685583
Puukuutulevy	0,012	0,056	0,214285714	0,081930383	3,359145683	14,51771015
Ilmansulkupaperi kerabit	0,0003	0,12	0,0025	0,000955854	0,039190033	14,47852012
Lamellihrisi	0,115	0,12	0,958333333	0,366410877	15,02284597	-0,544325854
Tuulensuojalevy hunton	0,025	0,045	0,555555556	0,212412103	8,708896216	-9,25322207
Tuulensuojalevy hunton	0,025	0,045	0,555555556	0,212412103	8,708896216	-17,96211829
Harvalaudoitus x 2						
Paneeli						
Ulkopintavastus Rse			0,13	0,049704432	2,037881714	-20
			<b>2,615460928</b>	<b>1</b>	<b>41</b>	

## LIITE 2 Kosteusjakauma

Taulukko 6. Kosteusjakauma laskelmissa on lämmöneristeenä käytetty Ekovillan puhallusvillaa.

Hirsiseinäeriste: Ekovilla/puhallus								
Materiaali	Lämpötila (°C)	Kyll.kosteus vk(g/m3)	Paksuus d(m)	Vesihöyryn läp.δ(*10 <sup>-12</sup> kg/m*s*Pa)	Vesih.vastus Zp(*10 <sup>-9</sup> m2*s*Pa/kg)	Zp/Zp,t	Kosteusmuutos Δv (g/m3)	Kosteus v (g/m3)
	21	18,31417961						5,8265
Sisäpintavastus Rsi	19,2323	16,52739014						5,8265
Lastulevy	18,29092	15,63990327	0,009			2,3	0,035687686	0,178438431
Puukuitulevy	15,37713	13,15197928	0,012			0,5	0,007758193	0,038790963
Ilmansulkupaperi kerabit	15,34314	13,12512818	0,0003			3	0,046549156	0,23274578
Hirsi	2,312026	5,70482051	0,115			57,5	0,892192155	4,460960775
Ekovilla/puhallus	-14,6851	1,422501489	0,05			0,318	0,004934211	0,024671053
Tuulensuojalevy hunton	-18,2323	1,017643654	0,012			0,83	0,0128786	0,064392999
Harvalaudoitus								
Paneeli								
Ulkopintavastus Rse	-20	0,8756				64,448	1	5

Taulukko 7. Kosteusjakauma laskelmissa on lämmöneristeenä käytetty Hunton flex - lämmöneristettä.

Hirsiseinäeriste: Hunton flex- lämmöneriste								
Materiaali	Lämpötila (°C)	Kyll.kosteus vk(g/m3)	Paksuus d(m)	Vesihöyryn läp.δ(*10 <sup>-12</sup> kg/m*s*Pa)	Vesih.vastus Zp(*10 <sup>-9</sup> m2*s*Pa/kg)	Zp/Zp,t	Kosteusmuutos Δv (g/m3)	Kosteus v (g/m3)
	21	18,31417961						5,8265
Sisäpintavastus Rsi	19,27005	16,5638796						5,8265
Lastulevy	18,34877	15,69320608	0,009			2,3	0,035587189	0,177935943
Puukuitulevy	15,4972	13,2472003	0,012			0,5	0,007736345	0,038681727
Ilmansulkupaperi kerabit	15,46393	13,22075614	0,0003			3	0,046418072	0,232090361
Hirsi	2,711074	5,863499642	0,115			57,5	0,889679715	4,448398577
Hunton flex-lämmöneriste	-14,7986	1,407137109	0,05			0,5	0,007736345	0,038681727
Tuulensuojalevy hunton	-18,27	1,01418572	0,012			0,83	0,012842333	0,064211666
Harvalaudoitus								
Paneeli								
Ulkopintavastus Rse	-20	0,8756				64,63	1	5

Taulukko 8. Kosteusjakauma laskelmissa on lämmöneristeenä käytetty Paroc:in cortex tuulensuojaeeristettä.

Hirsiseinäeriste: tuulensuojaeeriste paroc cortex								
Materiaali	Lämpötila (°C)	Kyll.kosteus vk(g/m3)	Paksuus d(m)	Vesihöyryn läp.δ(*10 <sup>-12</sup> kg/m*s*Pa)	Vesih.vastus Zp(*10 <sup>-9</sup> m2*s*Pa/kg)	Zp/Zp,t	Kosteusmuutos Δv (g/m3)	Kosteus v (g/m3)
	21	18,31417961						5,8265
Sisäpintavastus Rsi	19,23481	16,52981127						5,8265
Lastulevy	18,29476	15,64343825	0,009			2,3	0,036163522	0,18081761
Puukuitulevy	15,38511	13,15828448	0,012			0,5	0,007861635	0,039308176
Ilmansulkupaperi kerabit	15,35116	13,13146021	0,0003			3	0,047169811	0,235849057
Hirsi	2,338527	5,715252833	0,115			57,5	0,90408805	4,520440252
Tuulensuojaeeriste paroc cortex	-18,2348	1,017413441	0,5			0,3	0,004716981	0,023584906
Harvalaudoitus								
Paneeli								
Ulkopintavastus Rse	-20	0,8756				63,6	1	5

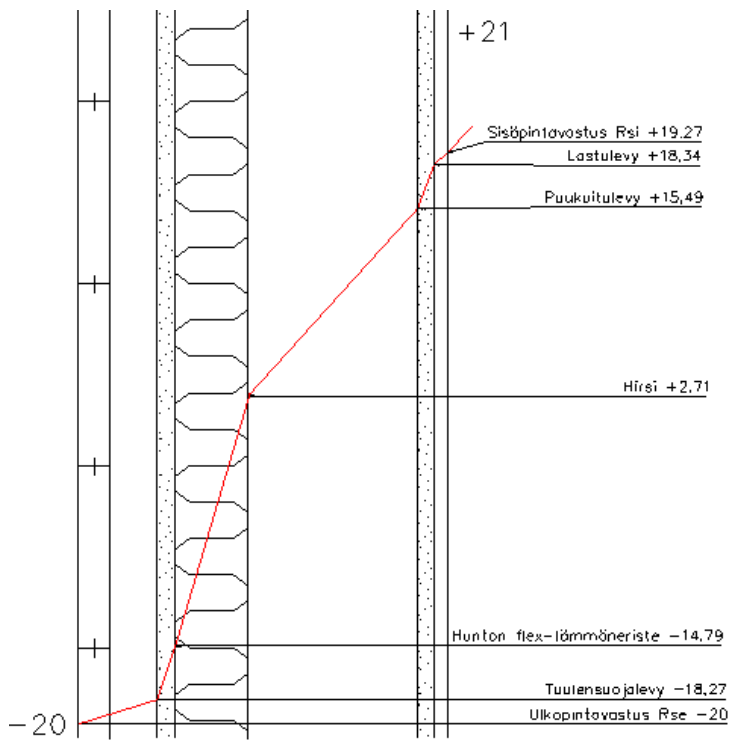
Taulukko 9. Kosteusjakauma laskelmissa on lämmöneristeenä käytetty ruiskutettavaa Termex – selluvillaa.

Hirsiseinäeriste: Termex-selluvilla/ruiskutus								
Materiaali	Lämpötila (°C)	Kyll.kosteus vk(g/m3)	Paksuus d(m)	Vesihöyryn läp.δ(*10 <sup>-12</sup> kg/m <sup>2</sup> *s*Pa)	Vesih.vastus Zp(*10 <sup>-9</sup> m <sup>2</sup> *s*Pa/kg)	Zp/Zp,t	Kosteusmuutos Δv (g/m3)	Kosteus v (g/m3)
	21	18,31417961						5,8265
Sisäpintavastus Rsi	19,17965	16,47661093						5,8265
Lastulevy	18,21023	15,56581947	0,009			2,3	0,035687686	5,64806
Puukuitulevy	15,20966	13,02015775	0,012			0,5	0,007758193	5,60927
Ilmansulkupaperi kerabit	15,17465	12,99274948	0,0003			3	0,046549156	5,37652
Hirsi	1,755414	5,489129884	0,115			57,5	0,892192155	0,91556
Termex-selluvilla	-14,5268	1,444195985	0,05			0,318	0,004934211	0,89089
Tuulensuojalevy hunton	-18,1797	1,022497461	0,012			0,83	0,0128786	0,8265
Harvalaudoitus								
Paneeli								
Ulkopintavastus Rse	-20	0,8756				64,448	1	5 0,8265

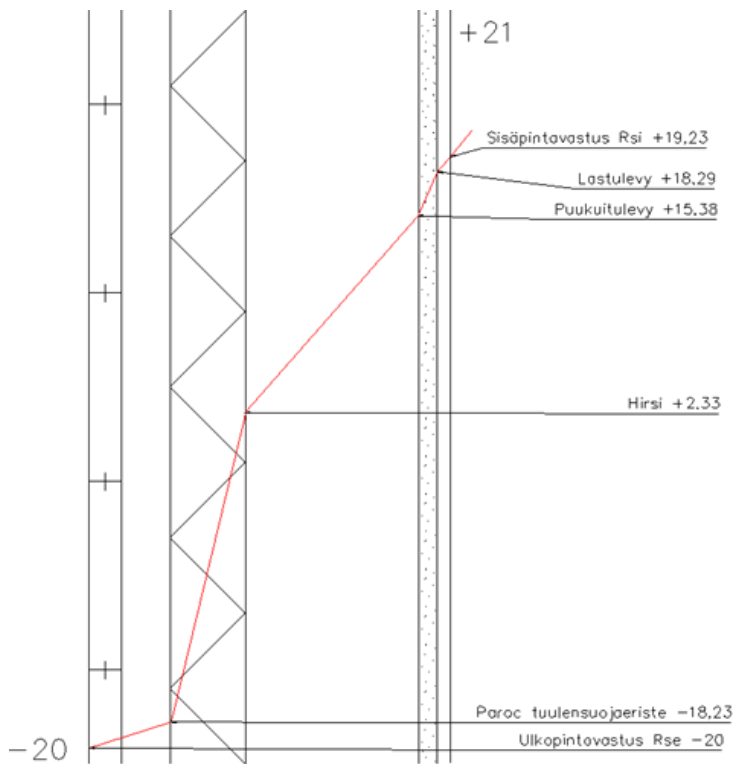
Taulukko 10. Kosteusjakauma laskelmissa on lämmöneristeenä käytetty Hunton:in kaksinkertaista 25mm tuulensuojalevyä.

Hirsiseinäeriste: 2 x tuulensuojalevy, 25mm hunton								
Materiaali	Lämpötila (°C)	Kyll.kosteus vk(g/m3)	Paksuus d(m)	Vesihöyryn läp.δ(*10 <sup>-12</sup> kg/m <sup>2</sup> *s*Pa)	Vesih.vastus Zp(*10 <sup>-9</sup> m <sup>2</sup> *s*Pa/kg)	Zp/Zp,t	Kosteusmuutos Δv (g/m3)	Kosteus v (g/m3)
	21	18,31417961						5,8265
Sisäpintavastus Rsi	18,96212	16,26825834						5,8265
Lastulevy	17,87686	15,26298445	0,009			2,3	0,034586466	5,65357
Puukuitulevy	14,51771	12,48763843	0,012			0,5	0,007518797	5,61597
Ilmansulkupaperi kerabit	14,47852	12,45805386	0,0003			3	0,045112782	5,39041
Hirsi	-0,54433	4,66389364	0,115			57,5	0,864661654	1,0671
Tuulensuojalevy hunton	-9,25322	2,343681171	0,025			1,6	0,02406015	0,9468
Tuulensuojalevy hunton	-17,9621	1,042927822	0,025			1,6	0,02406015	0,8265
Harvalaudoitus								
Paneeli								
Ulkopintavastus Rse	-20	0,8756				66,5	1	5 0,8265

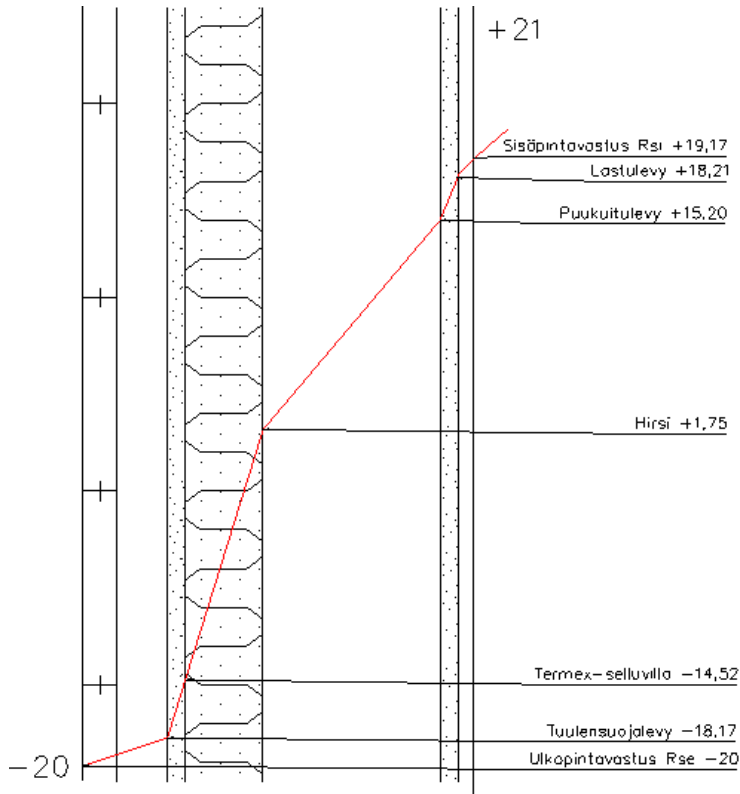
### LIITE 3 Lämpötilajakauma kuvat



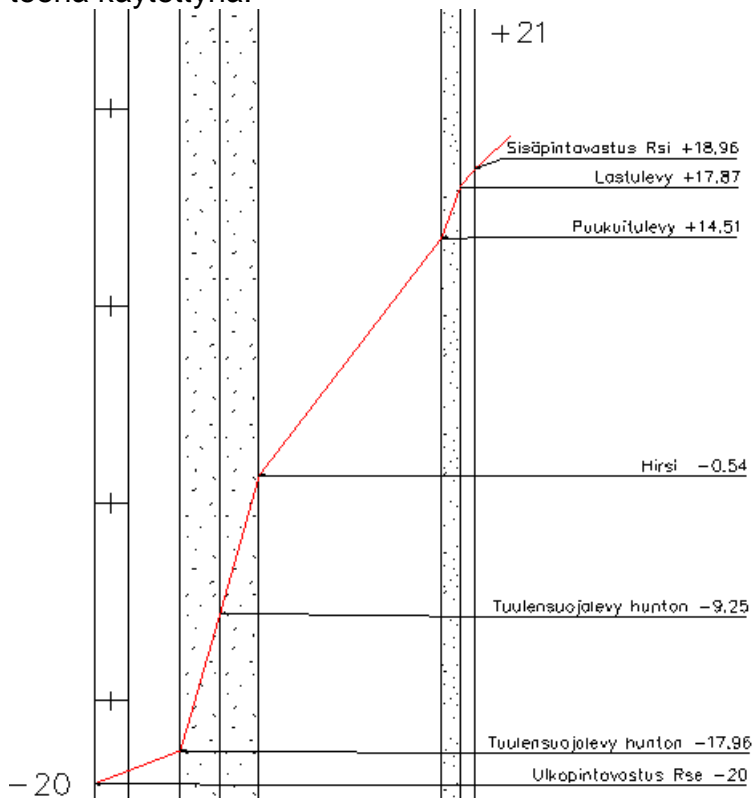
Kuvio 15. Lämpötilajakauma Hunton flex-lämmöneristettä käytettynä.



Kuvio 16. Lämpötilajakauma Paroc tuulensuojaeristettä lämmöneristeenä käytettynä.



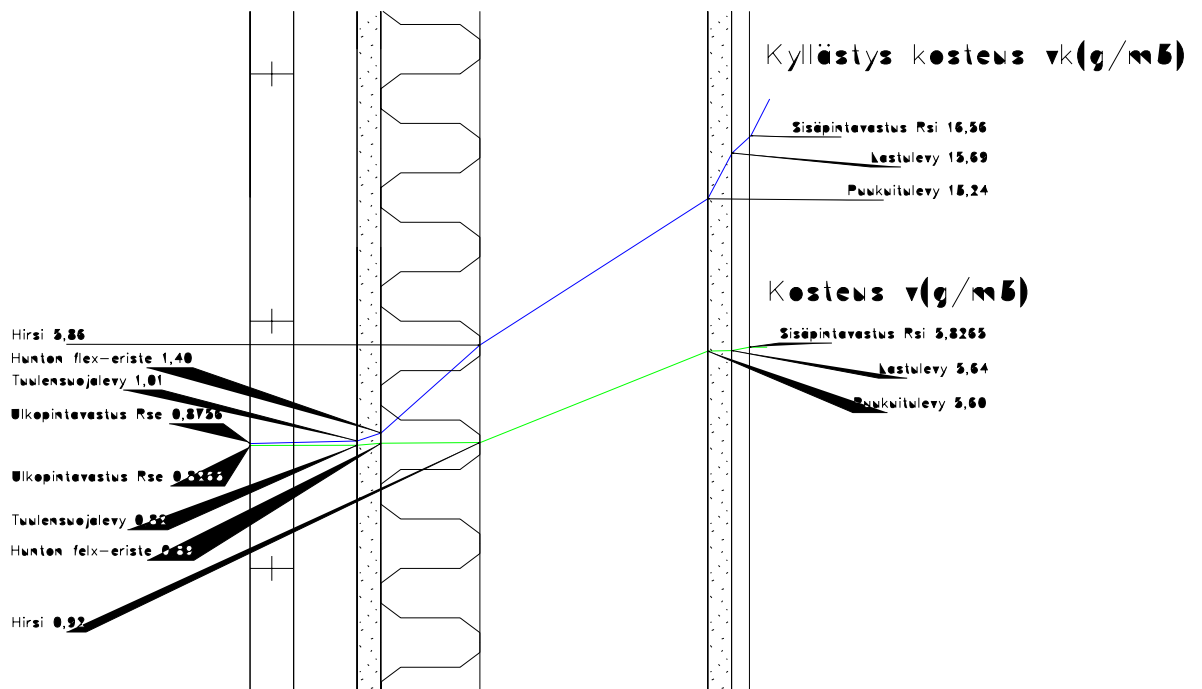
Kuvio 17. Lämpötilajakauma Termex ruiskutettavaa selluvillaeristettä lämmöneristeenä käytettynä.



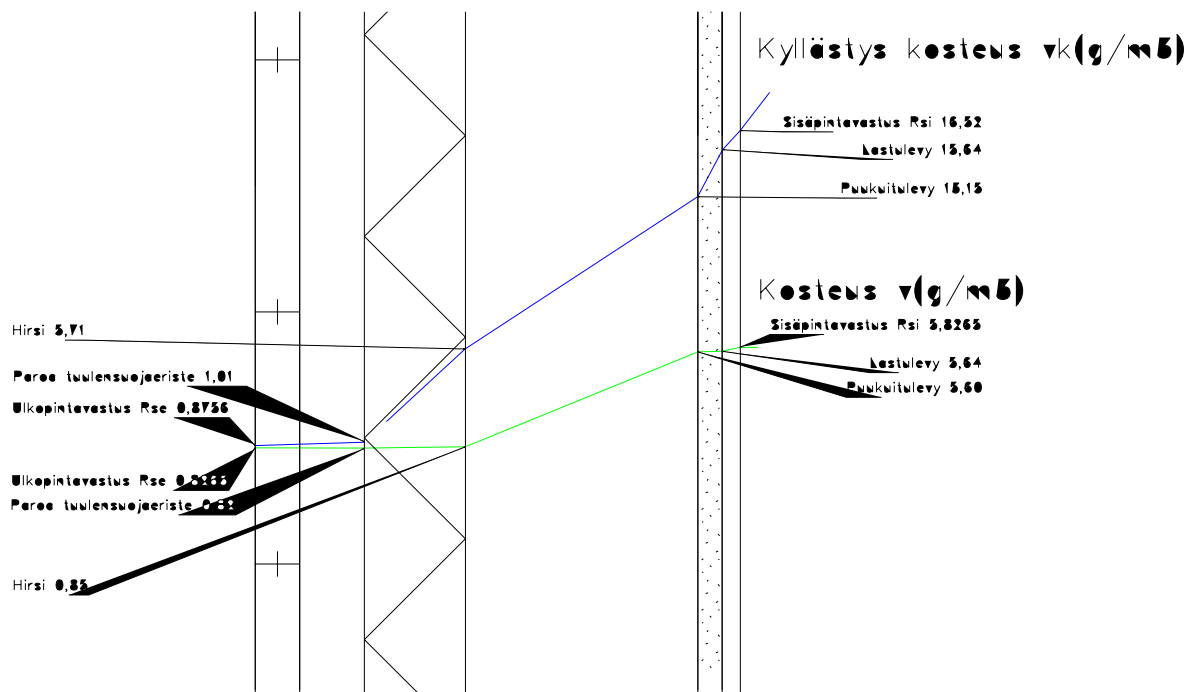
Kuvio 18. Lämpötilajakauma kaksinkertaisella Hunton tuulensuojalevyä käytettynä.



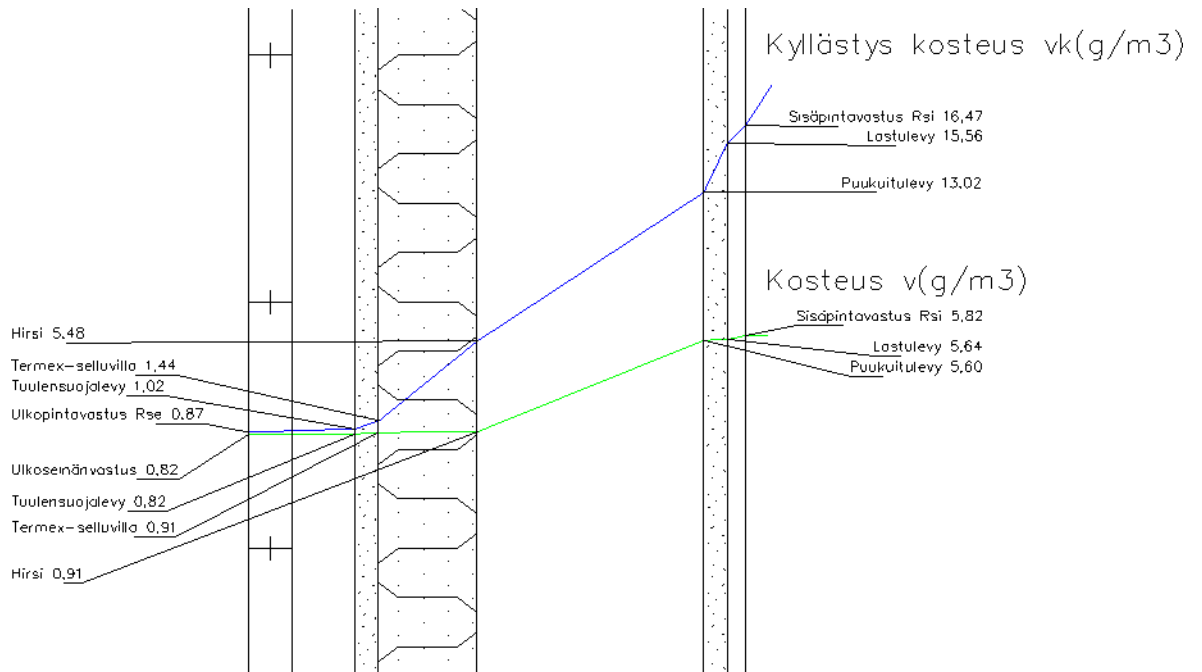
## LIITE 4 Kosteusjakauma kuvat



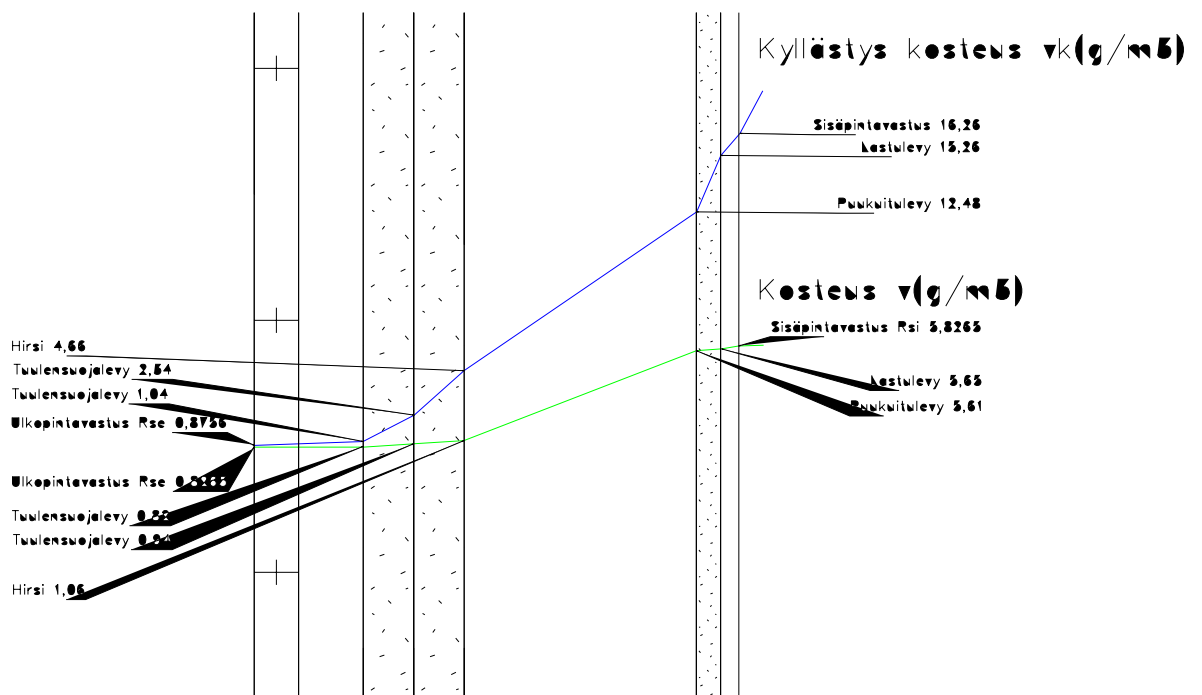
Kuvio 19. Kosteusjakauma Hunton flex lämmöneristettä käytettynä. Ei tapahdu kosteuden tiivistymistä rakenteessa.



Kuvio 20. Kosteusjakauma Paroc tuulensuojaeristettä käytettynä. Ei tapahdu kosteuden tiivistymistä rakenteessa.



Kuvio 21. Kosteusjakauma Termex ruiskutettavaa selluvillaeristettä käytettäessä. Ei tapahdu kosteuden tiivistymistä rakenteessa.



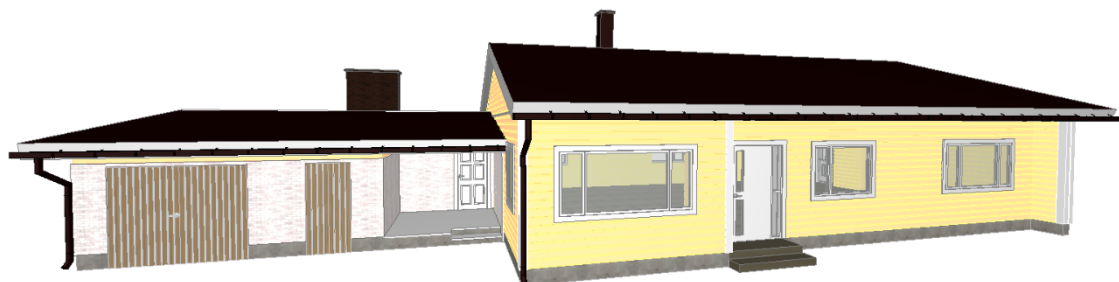
Kuvio 22. Kosteusjakauma kaksinkertaisella Hunton tuulensuojalevyä käytettäessä. Ei tapahdu kosteuden tiivistymistä rakenteessa.

**LIITE 5. Julkisivukuvat**

Kuvio 23. Julkisivun verhouksena on vaalean keltainen vaakapaneeli. Tiili on säilytetty alkuperäisen värisenä. Ikkunat ovat uudella mallilla, nauhamaisina rykelminä. Autotallin ovet ovat maalattu valkoiseksi.



Kuvio 24. Julkisivun verhouksena on keltainen vaakapaneeli. Tiili on maalattu valkoiseksi. Ikkunat ovat uudella mallilla, nauhamaisina rykelminä. Autotallin ovet ovat alkuperäisessä värissä.



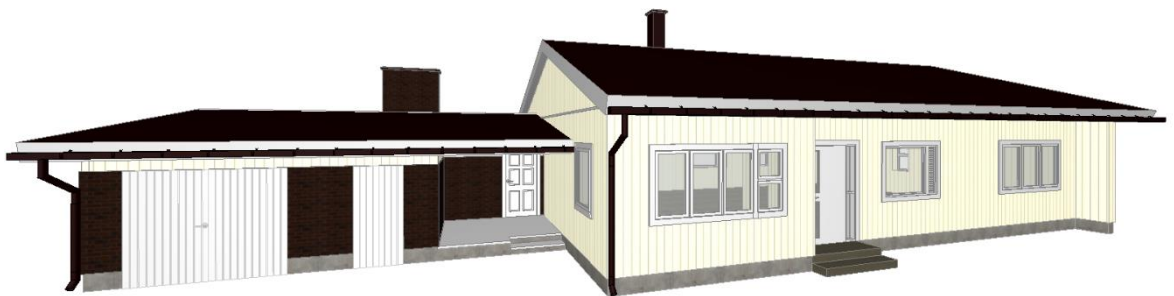
Kuvio 25. Julkisivun verhouksena on nauriin keltainen hirsipaneeli. Tiili on maalattu valkoiseksi. Ikkunat ovat alkuperäisen malliset. Autotallin ovet ovat alkuperäisen väriset.



Kuvio 26. Julkisivun verhouksena on oljenkeltainen hirsipaneeli. Tiili on maalattu valkoiseksi. Ikkunat ovat alkuperäisen malliset. Autotallin ovet ovat alkuperäisen väriset.



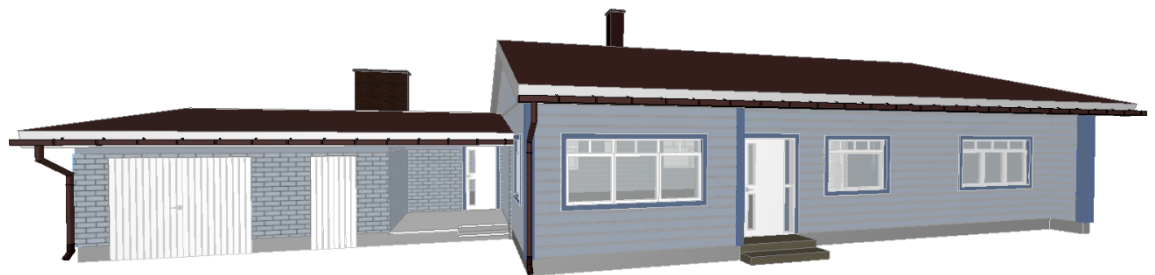
Kuvio 27. Julkisivun verhouksena on oljenkeltainen hirsipaneeli. Tiili on säilytetty alkuperäisen värisenä. Ikkunat ovat uudella mallilla, nauhamaisina rykelminä. Autotallin ovet ovat maalattu valkoiseksi.



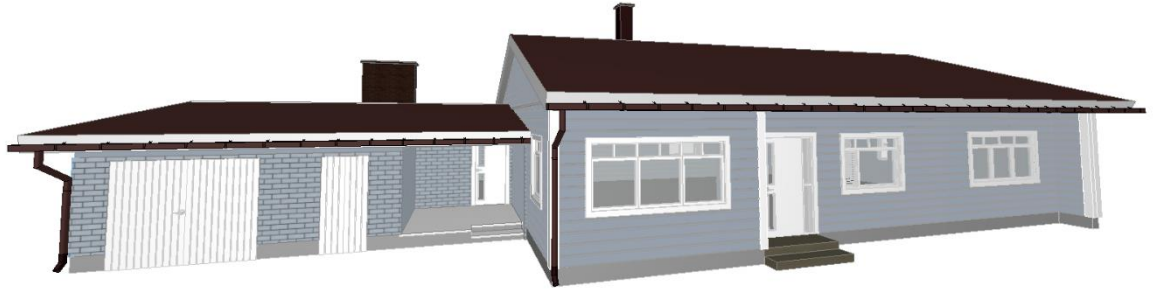
Kuvio 28. Julkisivun verhouksena on vaalean keltainen pystypaneeli. Tiili on säilytetty alkuperäisen värisenä. Ikkunat ovat uudella mallilla, nauhamaisina rykelminä. Autotallin ovet ovat maalattu valkoiseksi.



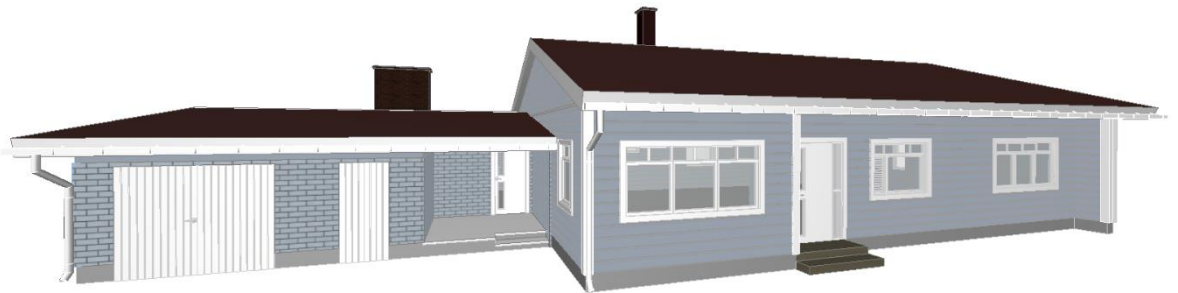
Kuvio 29. Julkisivun verhouksena on vaalean sininen hirsipaneeli. Tiili on säilytetty alkuperäisen värisenä. Ikkunat ovat alkuperäisen malliset. Autotallin ovet ovat maalattu valkoiseksi.



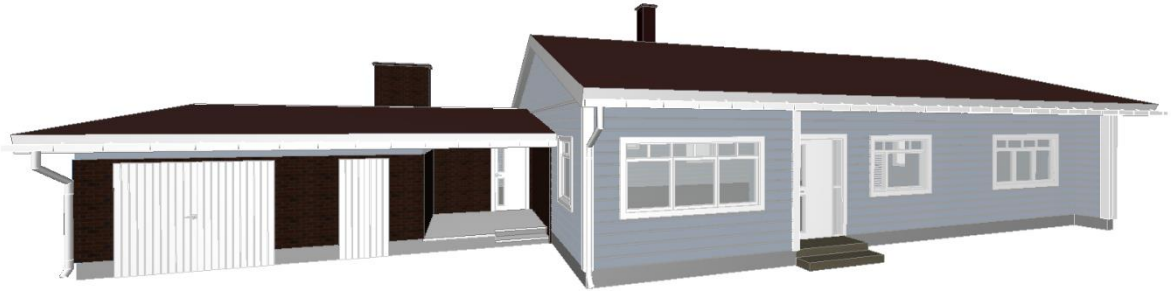
Kuvio 30. Julkisivun verhouksena on harmaan sininen hirsipaneeli. Tiili on maalattu saman sävyiseksi kuin päärakennuksen julkisivu. Ikkunat ovat uudella mallilla, nauhamaisina rykelminä ja ikkunoiden yläosassa on ristikot. Autotallin ovet ovat maalattu valkoiseksi. Tehostusta julkisivuun on tehty sinisellä vuorilaudoituksella.



Kuvio 31. Julkisivun verhouksena on harmaan sininen hirsipaneeli. Tiili on maalattu saman sävyiseksi kuin päärakennuksen julkisivu. Ikkunat ovat uudella mallilla, nauhamaisina rykelminä ja ikkunoiden yläosassa on ristikot. Autotallin ovet ovat maalattu valkoiseksi.



Kuvio 32. Julkisivun verhouksena on harmaan sininen hirsipaneeli. Tiili on maalattu saman sävyiseksi kuin päärakennuksen julkisivu. Ikkunat ovat uudella mallilla, nauhamaisina rykelminä ja ikkunoiden yläosassa on ristikot. Autotallin ovet ovat maalattu valkoiseksi. Rännit ja kourut on maalattu valkoiseksi, jotta eivät herätä huomiota.



Kuvio 33. Julkisivun verhouksena on harmaan sininen hirsipaneeli. Tiili on alkupe-  
räisessä värissä. Ikkunat ovat uudella mallilla, nauhamaisina rykelminä ja ikkunoi-  
den yläosassa on ristikot. Autotallin ovet ovat maalattu valkoiseksi. Rännit ja kou-  
rut on maalattu valkoiseksi, jotta eivät herätä huomiota.



Kuvio 34. Julkisivun verhouksena on harmaan sininen hirsipaneeli. Tiili on maalat-  
tu saman sävyiseksi kuin päärakennuksen julkisivu. Ikkunat ovat uudella mallilla,  
nauhamaisina rykelminä ja ikkunoiden yläosassa on ristikot. Autotallin ovet ovat  
maalattu valkoiseksi. Katto, rännit ja kourut on maalattu tumman harmaansinisellä  
värillä, sointumaan julkisivu väritykseen.