

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Heikki Paakinaho

ASUNTO-OSAKEYHTIÖ MÄNTYLÄN ENERGIATEHOKKUUDEN
PARANTAMINEN JA RAKENTEELLINEN KORJAUSSUUNNITEL-
MA

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2014



OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2014
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
+358 50 260 6800

Tekijä
Heikki Paakinaho

Nimeke
Asunto-osakeyhtiö Mäntylän energiatehokkuuden parantaminen ja rakenteellinen korjaussuunnitelma
Toimeksiantaja
AS. Oy Mäntylä, 57210 Savonlinna

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on suunnitelma Savonlinnassa sijaitseva Asunto-osakeyhtiö Mäntylän rakennuksen vaipan energiatehokkuuden suunnittelusta ja rakenteellisesta korjaussuunnitelmasta. AS Oy Mäntylä koostuu 11 rivitalosta, jotka ovat yksi- ja kaksikerroksisia.

Opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella yhdentoista rivitalon lisälämmöneristysten vaihtoehdot ja tarkastella rakennusten vaipan energiatehokkuutta. Opinnäytetyössä lasketaan kolmen eri eristysmateriaalilla eristämisen kustannukset ja tarkastellaan takaisinmaksuaikaa. Korjaussuunnitelman tarkoituksena on antaa ohjeita yläpohjan, ulkoseinän ja alapohjan korjaamiseen taloyhtiössä.

Tulosten perusteella taloyhtiöön on löydetty kustannustehokkain lisälämmöneristämisen vaihtoehto. Paras eriste ominaisuuksiltaan oli Spu eristeet. Eniten lämpöenergiaa häviää ikkunoiden ja yläpohjan kautta. On suositeltavaa asentaa myös poistoilmanlämmöntalteenottojärjestelmä jokaiseen taloon, jolla lämmitettäisiin rakennusten alapohjat. Kuntoarvion perusteella yläpohjat ovat heikossa kunnossa ja tulisi korjata välittömästi. Osa huoneistojen kylpyhuoneista tarvitsee korjauksia.

Kieli
suomi

Sivuja 62
Liitteet 8
Liitesivumäärä 14

Asiasanat
lämpöenergia, taloyhtiö, lisälämmöneristys, korjaussuunnitelma, energiatehokkuus



THESIS
April 2014
Degree Programme in Civil Engineering
Karjalankatu 3
FI 80200 JOENSUU
FINLAND
+358 50 260 6800

Author
Heikki Paakinaho

Title
Energy Efficiency Planning and Structural Repair Planning for Housing Association Mäntylä

Commissioned by house company Mäntylä

Abstract

The thesis focused on three parts regarding the energy efficiency and structural repair planning for Housing Association Mäntylä in Savonlinna. First, additional thermal insulation options for three different insulation systems for roofs, external walls and base floors were planned. Secondly, energy efficiency for building envelopes was examined and thirdly structural repair planning for them was planned.

The project proceeded with the help of conditional assessment, energy report, building permit documents and the writer's knowledge. The thesis based on existing research. The insulation manufacturers were KNUAFINSULATION, ISOVER and SPU. The energy efficiency was calculated with help of Puuinfo U-value calculator.

Based on the results the best thermal option was SPU insulation system. Most of the heat energy of the building envelopes leaks from the windows and roofs. Repairing base floors cost-effectively would be challenging, because of the reinforced slab. Therefore the focus was on improving thermal comfort to install air exhaust heat recovery device on each house. The air exhaust heat recovery units should heat the buildings base floors. According to the results, roofs are in extremely weak condition and therefore should be repaired soon.

Language
Finnish

Pages 62
Appendices 8
Pages of Appendices 14

Keywords

heat, house association, additional thermal insulation, structural repair plan, energy efficiency

Sisältö

1	Johdanto.....	6
1.1	Tausta	6
1.2	Tavoite ja rajaus	6
2	Käsitteitä.....	7
3	Aikakaudelle tyypillisiä rakenn ratkaisuita	8
3.1	Perustukset.....	8
3.2	Ulkoseinät.....	8
3.3	Yläpohja	9
4	Energiatehokkuuden parantaminen	10
4.1	Määräykset ja ohjeet.....	11
4.2	Lisälämmöneristeiden valmistajia	11
4.3	Laskukaavoja.....	12
4.4	Rakennusosien lämmönjohtavuuden suunnittelu arvoja	13
4.5	Vanhojen ulkoseinärakenteiden U-arvon laskenta	14
4.6	Ulkoseinän lisälämmöneristeen paksuus	16
4.6.1	Knaufinsulation Suprafil Frame	17
4.6.2	Isover KL-32	19
4.6.3	Spu	21
4.7	Vanhan yläpohjarakenteen U-arvo.....	23
4.8	Yläpohjan lisälämmöneristykseen määrittely	23
4.8.1	Knaufinsulation Suprafil Frame puhallusvilla	24
4.8.2	Isover.....	24
4.8.3	Spu AL.....	25
4.9	Ikkunat.....	26
4.10	Alapohjarakenne ja poistoilmahuoneen talteenotto	27
5	Lämmöneristämisen kannattavuuslaskelma.....	28
5.1	Rakenteiden pinta-alat	29
5.2	Taloyhtiön lämpöenergian tarve ja häviö.....	29
5.3	Lämpöenergian tarve lisälämmöneristäm ratkaisuilla	31
5.3.1	Lämpöenergian säästö Knaufinsulation eristysratkaisuilla.	31
5.3.2	Lämpöenergian säästö Isover lisälämmöneristäm isellä	32
5.3.3	Lämpöenergian säästö Spu lisälämmöneristäm isellä.....	34
5.3.4	Yhteenveto lämpöenergian säästöistä	35
5.4	Eristystuotteiden ja materiaalien hintoja	35
5.5	Lisälämmöneristämisen työkustannukset.....	37
5.5.1	Lisälämmöneristämisen työtunnit.....	38
5.5.2	Lisälämmöneristämisen työntekijäkustannukset	38
5.6	Lisälämmöneristämisen kokonaiskustannus	39
5.7	Takaisinmaksuaika	40
5.8	Rahan arvon diskonttaaminen	42
6	Korjaussuunnitelma	43
6.1	Korjaushistoria.....	44
6.2	Riskirakenteita	44
6.2.1	Yläpohjan riskirakenteita.....	44
6.2.2	Ulkoseinän riskirakenteita	45
6.2.3	Alapohjan riskirakenteita.....	46
6.2.4	Maapohjan riskirakenteita	47

6.3	Kunto ja korjaukset	48
6.3.1	Yläpohjarakenne.....	48
6.3.2	Ulkoseinärakenteet	50
6.3.3	Sokkeli ja maanpinta.....	50
6.4	Yksittäisten asuntojen korjaukset.....	52
6.4.1	Talo A	52
6.4.2	Talo B.....	53
6.4.3	Talo C.....	54
6.4.4	Talo D.....	54
6.4.5	Talo E.....	55
6.4.6	Talo F.....	55
6.4.7	Talo G.....	56
6.4.8	Talo H.....	56
6.4.9	Talo I	56
6.4.10	Talo J.....	57
6.4.11	Talo K.....	57
6.4.12	Yhteenveto huoneistojen ongelmista	57
7	Pohdinta	58
	Lähteet	61

Liitteet

Liite1	F-talon julkisivukuvat
Liite2	G-talon julkisivukuvat
Liite3	H-talon julkisivukuvat
Liite4	K-talon julkisivukuvat
Liite5	A, B, E, F, G ja H - Talojen leikkauskuvat
Liite6	C, D, I, J ja K - Talojen leikkauskuvat
Liite7	Ulkopuolisen lisälämmöneristämisen työntekijätunnit
Liite8	Sisäpuolisen lisälämmöneristämisen työntekijätunnit

1 Johdanto

Opinnäytetyö on suunnitelma Savonlinnassa sijaitsevaan rivitalo-osakeyhtiö Mäntylän energiatehokkuudesta ja taloyhtiön rakenteiden parantamisesta. Taloyhtiö saa opinnäytetyöstä rakennuksenvaipan energiatehokkuussuunnitelman ja rakennusten rakenteiden korjaussuunnitelman. Lisäksi kohteesta piirretään uudet julkisivukuvat (liitteet 1–4) ja leikkauskuvat (liitteet 5–6), joissa ilmenevät muutokset rakenteisiin.

1.1 Tausta

Taloyhtiön on ollut tuttu ympäristö jo monen vuoden takaa. Vuosina joina olen ollut kyseisessä taloyhtiössä, olen tehnyt koko ajan havaintoja oppimani perusteella rakenteellisista ongelmista. Taloyhtiö koostuu 11 rivitalosta, joissa on 52 asuntoa. Talot on rakennettu 1980-luvun alussa rinnetontille. Rivitalot ovat sekä yksi- että kaksikerroksisia taloja.

1.2 Tavoite ja rajaus

Työssä tehdään rivitalo-osakeyhtiön lisälämmöneristys ulkoseiniin ja yläpohjiin Puuinfon U-arvolaskurin avulla ja miettiä, kuinka rakennuksien alapohja saadaan lämpöviihtyvyydeltään paremmaksi. Lisälämmöneristys lasketaan nykypäivän lämmönjohtavuusarvojen mukaan. Laskelmissa käytetään yksinkertaisia laskentatapoja. Tarvittaessa poiketaan nykypäivän vaatimuksista.

Toisena osana lasketaan lisälämmöneristystyön kustannukset ja määritetään takaisinmaksuaika koko projektille, ikkunoille ja yläpohjille. Kustannuksissa ei oteta huomioon työnjohdon ja työmaan aikana tulevien tarpeiden kustannuksia. Lasketaan myös lämpöenergia häviöt eri rakennusosille. Ulko-ovia työssä ei oteta huomioon, koska ne ovat uusitut. Alapohjan lämpöhäviötä ei oteta huomioon, koska alapohja on reunavahvisteinen laatta ja vaatisi suuria kustannuksia sen korjaamiseen.

Kolmantena osana opinnäytetyössä tehdään korjaussuunnitelma rakennuksen rakenteiden osalta. Korjaussuunnitelma ja lisälämmöneristäminen yhdistetään

yhdeksi kokonaisuudeksi, jotka löytyvät leikkauspiirroksina (liitteet 5–6). Korjaussuunnitelmassa käytetään apuna YH-ltä-Savo Oy:n kuntoarviota [1], joka on tehty taloyhtiöön vuonna 2010. Työssä käydään läpi 1980-luvun alapohja-, seinä- ja yläpohjarakenteita ja pohditaan myös kohteen riskirakenteita. Opinnäyte-työ on taloyhtiön hallitukselle ja isännöitsijälle apuna lisälämmöneristyksen suunnittelussa ja rakennuksen rakenteellisissa korjaustoimissa.

2 Käsitteitä

Käsitteet ovat otettu rakentajat sivustolta [2]. Käsitteet ovat apuna henkilölle, joka ei ole rakennusalan ammattilainen.

Aluskate suojaa yläpohjaa lumelta ja vedeltä, joka kulkeutuu katteen alle ja estää samalla veden kondensoitumisen katteen alapintaan.

E-luku on rakennuksen energiatehokkuus luku, joka löytyy energiatodistuksesta.

Huonosti tuuletettu yläpohja on katon ja huoneiston välinen yläpohjatila, joka tuulettuu huonosti.

Jäteilma on poistoilma, joka poistuu rakennuksesta.

Kondensoituminen on muutosprosessi, jossa vesihöyry muuttuu nestemäiseksi.

kWh on kilowattitunti joka kertoo, kuinka monta wattia kuluu tunnin aikana.

Rakennuksenvaippa on talon ulkokuori, kuten ulkoseinät ja yläpohja.

Riskirakenne on rakenneosaa, joka toimii nykypäivän ymmärryksen mukaan väärin.

Takaisinmaksuajassa selvitetään kuinka nopeasti investointi maksaa itsensä takaisin.

Tuulettumattomassa ulkoseinässä on ulkoseinän tuuletusraot tukittu.

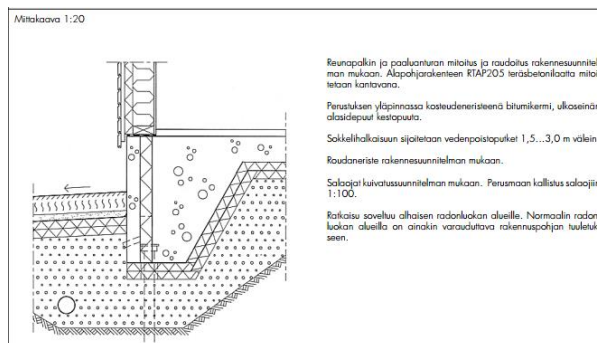
U-arvo, W/m^2K on rakennusosan tai rakenteen lämmönläpäisyarvo. U-arvo on korvannut vanhan k-arvon. Mitä pienempi lämmönläpäisyarvo on sitä paremmin rakenne vastustaa lämmönjohtavuutta.

3 Aikakaudelle tyypillisiä rakennerratkaisuita

Opinnäytetyössä tarkastellaan rivitalo-osakeyhtiön rakennusten rakenteellisia ratkaisuja 1980-luvulta. Luvussa esitellään 1980-luvun alapohja, puu- ja tiilirakenteinen ulkoseinä ja yläpohjarakenne.

3.1 Perustukset

1980-luvulla taloissa tyypillinen perusmuuri oli vielä reunavahvistettu laatta (kuva 1). Kaikissa reunavahvistetuissa laatoissa ei ole ollut kuvan 1 mukaista maanpohjan eristettä. Monissa rakenteissa sokkelin lämmöneriste limittyi sopivasti rungon lämmöneristeen kanssa, jotta kylmäsiltaa ei syntyisi. Ongelmalliseksi reunavahvisteen takia massiivinen betonilaatta on iso kylmäsilta rakennuksen sisälle. Monissa tällaisissa rakenteissa käyttäjät ovat todenneet talvella lattian ja rungon liitoskohdan olevan todella kylmä.

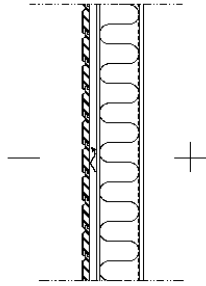


Kuva 1. Reunavahvistettu laatta [3].

3.2 Ulkoseinät

Ulkoseinissä oli tyypillisesti kantavana rakenteena puurunko 600 mm:n jaolla, joko lautaverhoiltuja (kuva 2) tai tiilivuorattuja (kuva 3), kuten nykypäivän pientaloissa. Tiilimuuratuissa seinissä 1980-luvulla yleisesti alimmassa tiilirivissä kaikki saumat olivat umpinaisia eli ulkoseinät olivat tuulettumattomia ulkoseiniä.

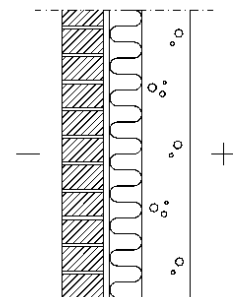
Ulkoseinän tyypillinen rakenne oli reikämoduulitiili, ilmarako, tuulensuojamineeraalivilla, runko ja eriste, höyrynsulku ja sisäverhouslevy. Rakenne ei niinkään poikkea nykypäivän ulkoseinästä vaan ainoastaan eristepaksuus on kasvanut ja materiaalit ovat muuttuneet.



RAKENNE SISÄLTÄ ULOSPÄIN:

Sisäverhoituslevy
 Höyrynsulku
 Runko k600 ja villaeristys.
 Tuulensuojalevy
 Ilmarako
 Julkisivuverhoitus

Kuva 2. 1980-luvun puujulkisivuverhoiltu ulkoseinä [4].



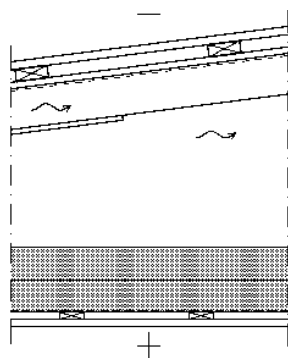
RAKENNE SISÄLTÄ ULOSPÄIN:

Sisäverhoituslevy tai tasoite
 Teräsbetoni
 Mineralivilla
 (Ilmarako)
 Tiilijulkisivu

Kuva 3. 1980-luvun tiilimuurattu ulkoseinä [4].

3.3 Yläpohja

Yläpohjat 1980-luvulla eristettiin yleensä varman päälle ja asennettiin lisäeristekerroksia parantamaan lämmöneristävyyttä. Lisäeristekerrokset tukkivat tuuletusraot yläpohjassa, jolloin yläpohja ei tuuletetu oikein. Tuuletusrakojen ja päätykolmiossa puuttuvien tuuletus aukkojen takia yläpohjaan kerääntyy kosteutta, joka vaurioittaa rakennetta. Hyvin tuulettuvassa yläpohjassa kosteus pääsee tuulettumaan pois, jolloin yläpohja pysyy kuivana. Seuraava kuva on perinteinen yläpohjarakenne.



RAKENNE YLHÄÄLTÄ ALASPÄIN:
 Ruoteet ja vesikate aluskatteineen
 Reuna-alueilla kattokannattajien välissä tuulenohjain
 Tuuletettu ilmatila
 Vanha eristys ja kattokannattajat
 Olemassa oleva höyrynsulku tai rakennuspahvi
 Koolaus
 Sisäverhouslevy

Kuva 4. Yläpohja rakenne [4].

4 Energiat ehokkuuden parantaminen

Energiat ehokkuuden parantamisessa keskitytään rakennuksen vaipan lisälämmöneristämiseen. Suunnitelmassa pyritään päivittämään rakennuksen vaippa nykypäivän normeja vastaavaksi rakenteeksi. Rakenteissa otetaan huomioon eristeen paksunemisen vaikutus ja tarvittaessa lasketaan vaihtoehtoinen paksuus lisälämmöneristeelle. Kustannusten takia tulee miettiä vaihtoehto eristämiseksi, jos nykypäivän normeja vastaava eriste määrä on liian paksu.

Ikkunoita ei lasketa erikseen työssä, koska taloyhtiöllä oli tarjous uusista ikkunoista ja ovista. Ovet uusittiin kyseisellä tarjouksella. Ovia ei lasketa erikseen, koska ovet ovat uusitut.

Alapohjaa ei lisälämmöneristetä vaikean rakenteen takia, vaan keskitytään alapohjan lämpöviihtyvyyden parantamiseen. Useat asukkaat ovat valittaneet alapohjan ja rungon välisen liitoksen olevan talvella kylmä.

Rakennusten lämmöneristävyyden laskuja ja säädöksiä ohjaa rakennusmääräyskokoelman C4-osio [5]. Laskuissa käytetään apuna Puufon U-arvolaskuria [6].

Nykypäivän normit määräävät ulkoseinän U-arvoksi $0,17 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$. Yläpohjan tulee olla $0,09 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$ ja ikkunoiden $1,0 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$.

4.1 Määräykset ja ohjeet

Tässä osiossa pohditaan rakennuksen energiatehokkuuden parantamista korjauksissa ympäristöministeriön ohjeiden mukaan. Ympäristöministeriön asetuksessa 4/13 annetaan kolme vaihtoehtoa, joiden mukaan energiatehokkuuden parantaminen tulee toteuttaa [7]. Kolmesta vaihtoehdosta valitaan yksi, jota noudatetaan korjauksessa.

Vaihtoehto yksi määrää rakennuskohtaisten osien päivityksen vähintään nykypäivän U-arvon tasolle. Vaihtoehdossa kaksi pien-, rivi- ja ketjutalojen E-luvun tulee olla pienempi kuin 180kWh/m^2 . Vaihtoehdossa kolme pien-, rivi- ja ketjutalojen E-luvun tulee olla vähintään 20 % pienempi kuin alkuperäinen.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on laadittava suunnitelma, joka toteuttaa yhden kolmesta eri vaihtoehdosta. Kaikkia korjauksia ei tarvitse toteuttaa heti, vaan korjaukset voidaan jaksottaa vaiheisiin. Kaikkien korjausten tulee toteuttaa yhden vaihtoehdon vaatimus, jonka mukaan korjaukset toteutetaan.

Suosittelen vaihtoehtoa kaksi, koska sen mukaan taloyhtiön rakenteita voidaan parantaa vapaasti ilman suurempaa energiatehokkuuden laadinta suunnitelmaa. Vaihtoehdossa kaksi energialukua on laskettava siten, että se on alle 180kWh/m^2 . Nykyisellään taloyhtiön E-luku on 176kWh/m^2 energiatodistuksen mukaan [8]. Rakennukset täyttävät jo vanhalla rakenteella vaihtoehdon kaksi.

4.2 Lisälämmöneristeiden valmistajia

Energiatehokkuuden parantamisessa lisälämmöneristäminen tehdään kolmen eri valmistajien eristystuotteilla. Valmistajat ovat valittu sattumanvaraisesti. Eriste valmistajina opinnäytetyössä ovat Knaufinsulation, Isover ja Spu.

Knaufinsulation ja Isover tuotteiden lisälämmöneristäminen toteutetaan ulkopuolisena lisälämmöneristämisenä ja Spu tuotteella sisäpuolisena lisälämmöneristämisenä.

4.3 Laskukaavoja

Tässä osiossa käsitellään laskelmissa käytettyjä laskukaavoja. Merkinnät ja kaavat löytyvät rakennusmääräyskokoelman C4-osiosta [5]. Puuinfon U-arvolaskuri [6] noudattaa samoja kaavoja ohjelmassa.

Rakennusosan kokonaislämpövastus R_T lasketaan kaavalla 1:

$$R_T = R_{se} + R_n + R_{si} \quad (1)$$

jossa R_T = Rakennusosan kokonaislämpövastus ($m^2 * K$)/W

R_{se} = Ulkopuolinen pintavastus ($m^2 * K$)/W. Vakio, arvot löytyvät Rakennusmääräyskokoelman C4-osiosta

R_{si} = Sisäpuolinen pintavastus ($m^2 * K$)/W. Vakio, arvot löytyvät Rakennusmääräyskokoelman C4-osiosta

R_n = Materiaalin lämmönjohtavuus ($m^2 * K$)/W

Rinnakkaisten ainekerrosten ylälikiarvo ja alaliikiarvo lasketaan kaavalla 2:

$$R_T = \frac{R'_T + R''_T}{2} \quad (2)$$

jossa R_T = rakennusosan kokonaislämpövastus ($m^2 * K$)/W

R'_T = rakennusosan kokonaislämpövastuksen ylälikiarvo
($m^2 * K$)/W

R''_T = rakennusosan kokonaislämpövastuksen alaliikiarvo
($m^2 * K$)/W

Materiaalin lämmönjohtavuus lasketaan kaavalla 3:

$$R_n = \frac{d}{\lambda_U} \quad (3)$$

jossa d = materiaalin paksuus [m]

λ_U = Ainekerroksen lämmönjohtavuuden suunnitteluaro W/(m * K)

Kokonaislämmönvastus lasketaan kaavalla 4:

$$U\text{-arvo} = 1/R_T \quad (4)$$

jossa R_T = Rakennusosan kokonaislämpövastus ($m^2 \cdot K$)/W

$$U = \text{Rakenteen lämmönjohtavuus } W/(m^2 \cdot K)$$

Tämän laskukaavan U-arvossa ei ole otettu huomioon rakenteellisia kylmäsiltoja tai ilmavuotoja.

4.4 Rakennusosien lämmönjohtavuuden suunnitteluarvoja

Taulukossa 1 esitellään laskelmissa käytettyjen materiaalien lämmönjohtavuuden arvoja. Lämmönjohtavuusarvot ovat otettu rakennusmääräyskokoelman C4:stä [5].

Eristeiden lämmönjohtavuuden arvot ovat valmistajien antamia. Tuotteiden tekniset tiedot löytyvät valmistajien nettisivuilta [9–12].

Taulukko 1. Laskelmissa käytettyjen materiaalien teknisiä tietoja. [5;9–12].

Aine	Paksuus (mm)	Lämmönjohtavuus (λ) (W/m ² *K)	Lämmönvastus R (m ² *K/W)
Tuulensuojamineraalivilla	30	0,045	0,66600
Tuulensuojalevy	12	0,052	0,23100
Mineraalivilla (vanha rakenne)	125	0,055	2,27300
KL-32 50x560x1170 eristelevy	50	0,032	2,17400
KL-32 125x560x1170 eristelevy	125	0,032	5,43500
Suprafil Frame puhallusvilla	-	0,033	-
SPU Anselmi	-	0,027	-
SPU Vintti-lita, SPU Remonttilevy ja SPU AL	-	0,023	-
Höyrynsulkumuovi	0,2	0,330	0,00061
Sisäverhoulevy	12	0,130	0,09230
Betoni	180	0,120	1,50000
ISOVER puhallusvilla	-	0,041	-

4.5 Vanhojen ulkoseinärakenteiden U-arvon laskenta

U-arvo saadaan laskemalla materiaalien lämmönvastukset yhteen ja korjaamalla sitä rinnakkaisten rakennusosien korjaustermillä. Kaikki seinät lasketaan samalla laskukaavalla. Laskuihin tulee ottaa myös huomioon sisä- ja ulkopinnan pintavastukset. Laskuissa käytetään apuna puuinfon U-arvolaskuria [6]. Kuvasta 5 katsotaan rakennusosien rinnakkaisosien korjaustermit. Seuraavat laskelmat selvittävät vanhojen rakenteiden U-arvot rivitalojen seinissä.

$$R_{T US1/US2} = R_{si} + R_{tuul.suoj.minvil.} + R_{eriste/puu} + R_{höyrynsulkumuovi} + R_{sisäverhouslevy} + R_{si} \quad (1)$$

$$\text{jossa } R_{T Eriste} = 0,04 + 0,666 + 2,273 + 0,000606 + 0,0923 + 0,13 = 3,202 \quad (1)$$

$$(m^2 * K)/W$$

$$R_{T Puu} = 0,04 + 0,666 + 0,962 + 0,000606 + 0,0923 + 0,13 = 1,89 \quad (1)$$

$$(m^2 * K)/W$$

$$R_{T US3} = R_{se} + R_{tiili} + R_{eriste} + R_{betoni} + R_{si} \quad (1)$$

$$\text{jossa } R_{T US3} = 0,04 + 2,273 + 1,5 = 3,813 (m^2 * K)/W \quad (1)$$

$$U_{US3} = 1/3,813 = 0,262 W/(m^2 * K) \quad (4)$$

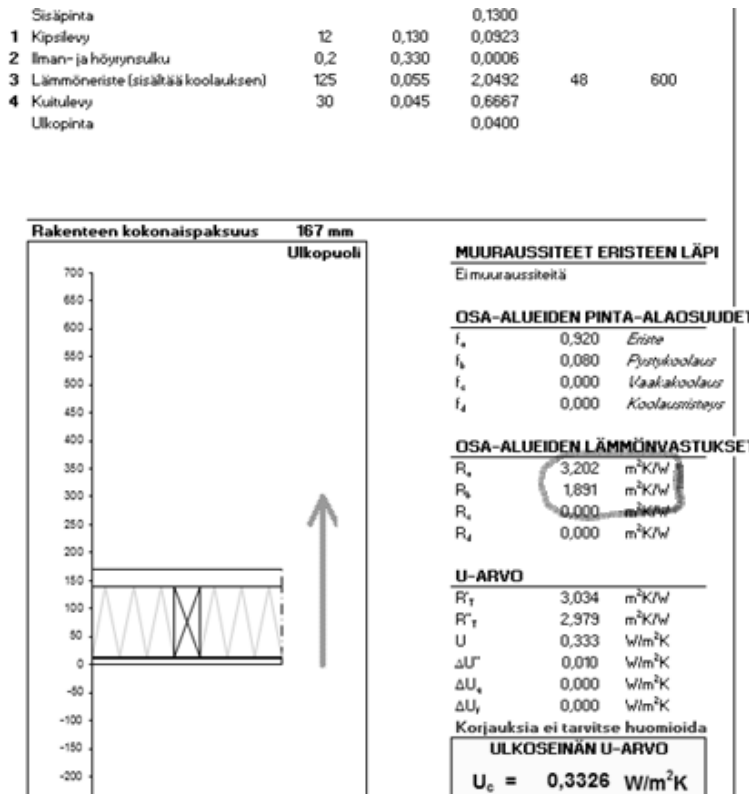
Rinnakkaisten rakennusosien ylälikiarvo ja ala likiarvo Puuinfo laskurilla:

$R'_T = 3,034 (m^2 * K)/W$, kuvassa 5 ylälikiarvo esiintyy U-arvo osion alapuolella

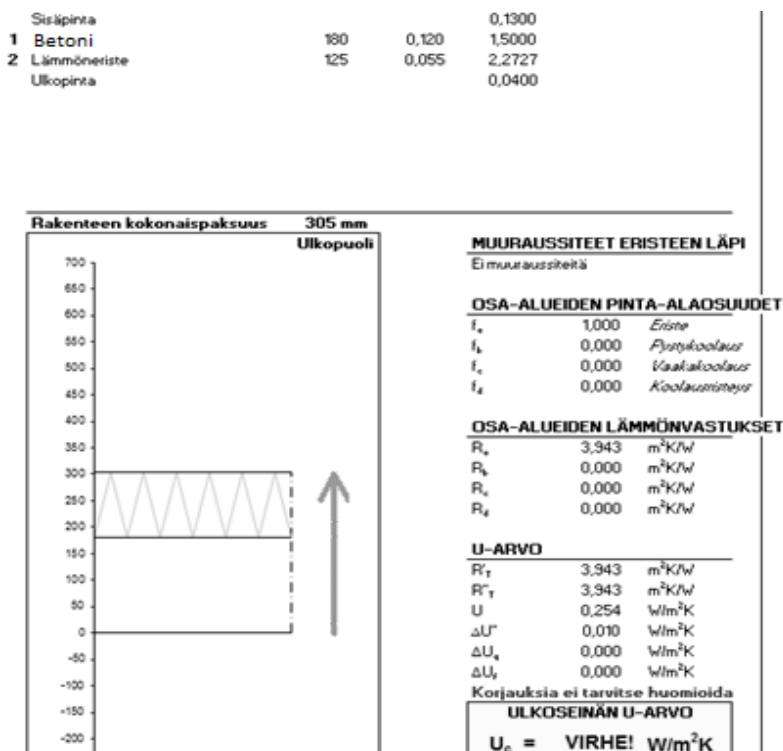
$R''_T = 2,979 (m^2 * K)/W$, kuvassa 5 alalikiarvo esiintyy ylälikiarvon alapuolella

$$R_T = 3,0065 (m^2 * K)/W \quad (2)$$

$$U_{US1/US2} = 1/3,0065 = 0,3326 W/(m^2 * K) \quad (4)$$



Kuva 5. US1 ja US2 seinärakenteen U-arvo. Kuvassa on ympyröity puun ja eristeen kokonaislämmönvastus [6].



Kuva 6. US3 seinärakenteen U-arvo [6].

Rivitalojen seinien U-arvot ovat huonot ja seinät tulisi päivittää lähemmäksi nykyistä määrystä. 1980-luvulla U-arvot olivat seinärakenteessa (kuva 7) 0,35 - 0,28 W/(m² * K).

Puufon U-arvolaskurista [6] huomataan, että omissa laskelmissa ja puufon laskemissa olemme saaneet samoja arvoja (kuva 5), joten ohjelma on luotettava määrittäessä seinän U-arvoja yksinkertaisilla laskutavoilla. Samat arvot ovat ympyröity kuvassa 5. Päätyseinien eli seinätyyppiin US3 U-arvon laskennassa on tullut Puufonlaskurin ja omissa laskelmissa poikkeus tuloksiin. Uskon puufon U-arvolaskurin tuloksien luotettavuuteen enemmän kuin omiin tuloksiini.

Laskuri käyttää oikeita laskukaavoja ja siten on luotettava apuväline. Opinnäytetyön lopuissa U-arvo laskelmissa tullaan käyttämään Puufon laskuria.

Esimerkki: U-arvot asetuksesta

Rakennusosa	Rakennusluvun vireilletulovuosi								
	-1969	1969-	1976-	1978-	1985-	10/20 03-	2008-	2010-	2012-
Lämpimät tilat									
Ulkoseinä	0,81	0,81	0,70	0,35	0,28	0,25	0,24	0,17	0,17
Maanvarainen alapohja	0,47	0,47	0,40	0,40	0,36	0,25	0,24	0,16	0,16
Ryömintätilainen alapohja	0,47	0,47	0,40	0,40	0,40	0,20	0,20	0,17	0,17
Ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,35	0,35	0,35	0,29	0,22	0,16	0,16	0,09	0,09
Yläpohja	0,47	0,47	0,35	0,29	0,22	0,16	0,15	0,09	0,09
Ovi	2,2	2,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,0	1,0
Ikkuna	2,8	2,8	2,1	2,1	2,1	1,4	1,4	1,0	1,0
Puolilämpimät tilat									
Ulkoseinä	0,81	0,81	0,70	0,60	0,45	0,40	0,38	0,26	0,26
Maanvarainen alapohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,45	0,36	0,34	0,24	0,24
Ryömintätilainen alapohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,30	0,28	0,26	0,26
Ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,45	0,30	0,28	0,14	0,14
Yläpohja	0,60	0,60	0,60	0,60	0,45	0,30	0,28	0,14	0,14
Ovi	2,2	2,2	2,0	2,0	2,0	1,8	1,8	1,4	1,4
Ikkuna	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	1,8	1,8	1,4	1,4

ECOA
SIMULATION TECHNOLOGY GROUP

Kuva 7. U-arvot rakennusosittain eri aikakausille [14].

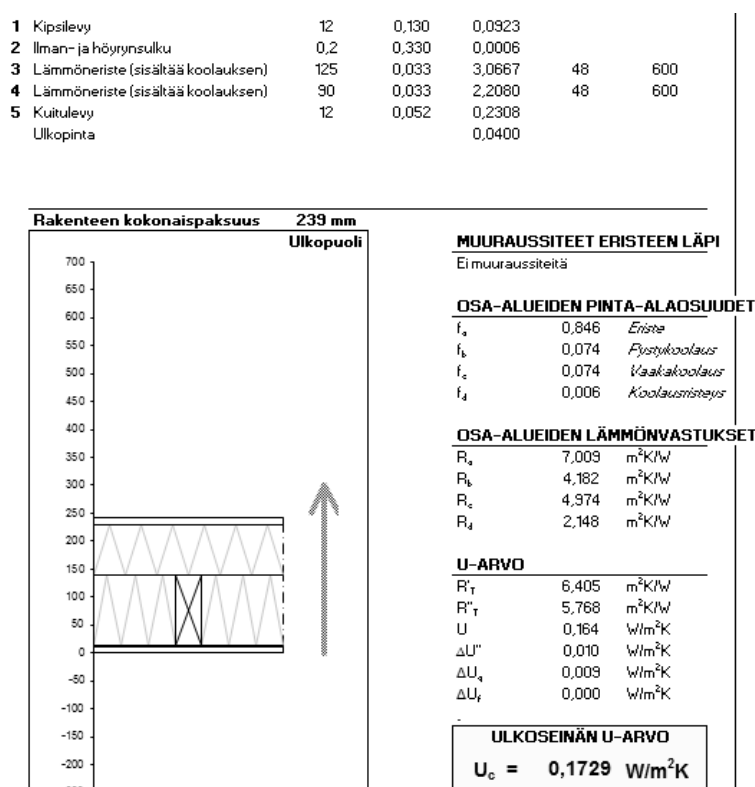
4.6 Ulkoseinän lisälämmöneristeen paksuus

Määritetään lisälämmöneristeen paksuus eri materiaaleille. Uuden seinän U-arvoksi asetetaan 0,17 W/(m² * K), joka on nykypäivän asetusten mukainen arvo. Ulkoseinä tyypeissä käytetään apuna Puufon U-arvolaskuria [6], joka todisti paikkansa pitävyyden vanhan seinärakenteen U-arvoa laskiessa. Ul-

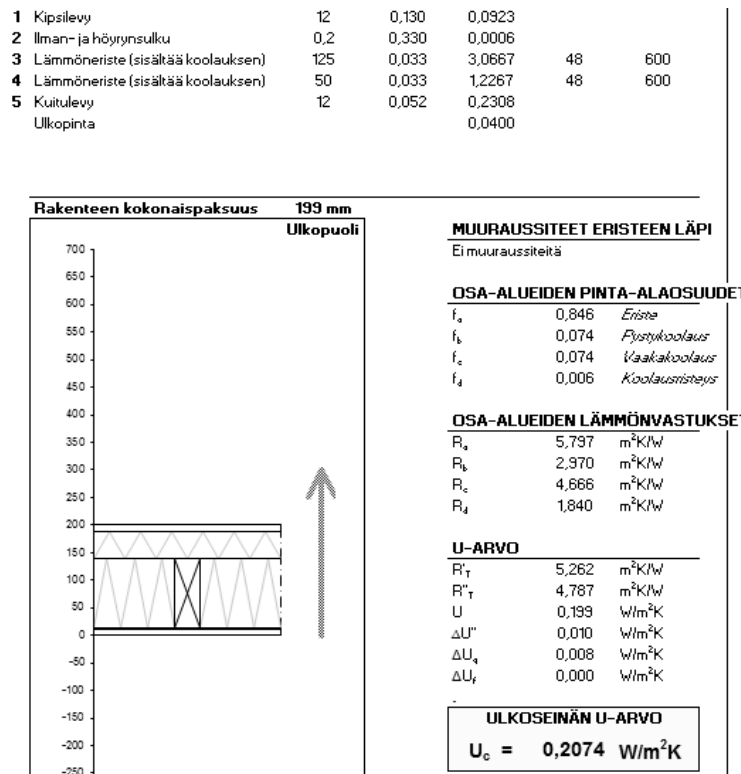
koseinistä poistetaan vanhat eristeet ja asennetaan eristeiden tilalle uudet ja tarvittaessa lisäkoolauksella toinen lisälämmöneristyskerros.

4.6.1 Knaufinsulation Suprafil Frame

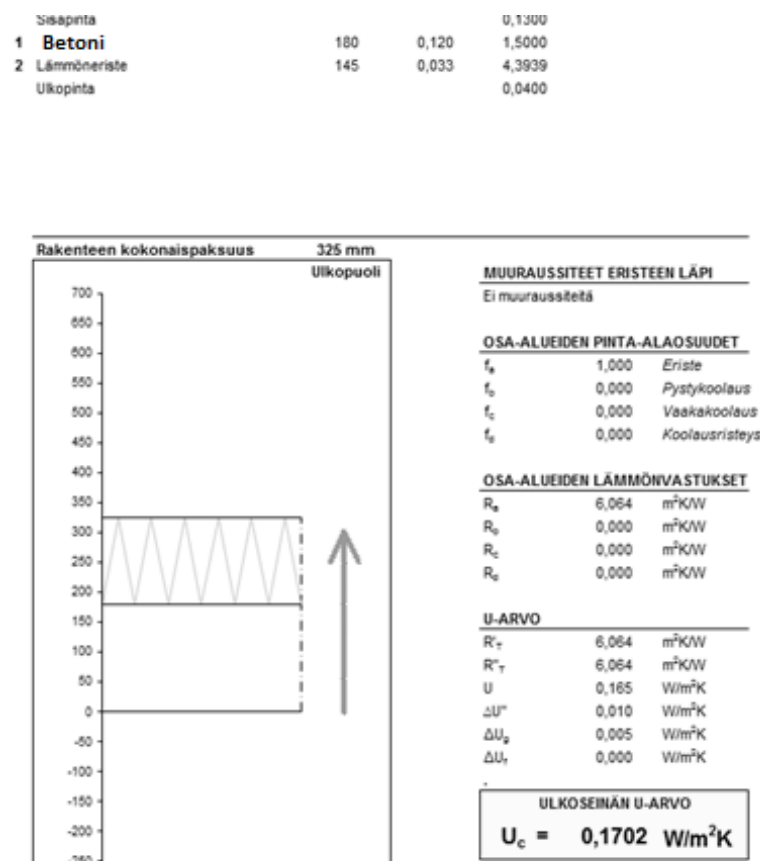
Lisälämmöneristeenä käytetään Knaufinsulationin Suprafil Frame tuotetta. Tuote on puhallusvilla. Tarjouspyyntöjä tehdessä valmistaja ehdotti [15] seinien puhaltamista Suprafil Frame tuoteryhmään kuuluvalla puhallusvillalla. Seuraavat kuvat kertovat Knaufinsulation eristeen lisälämmöneristyskerroksen.



Kuva 8. Suprafil Frame puhallusvillaa 215mm eristeenä [6].



Kuva 9. Suprafil Frame puhallusvillaa 175mm eristeenä [6].



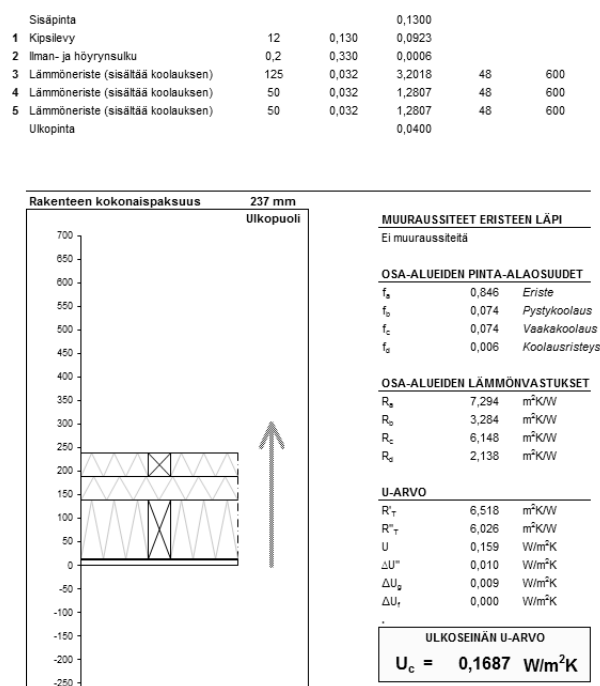
Kuva 10. Suprafil Frame puhallusvillaa päätyseinään 145mm [6].

Knaufinsulation Suprafil Frame puhallusvillaa suosittelen runkoon asennettavaksi 50 mm lisäkoolauksen rungon ulkopuolelle. Tällaisella toimenpiteellä saadaan seinän U-arvoksi 0,20 W/(m² * K) (kuva 9). Jos halutaan U-arvoksi 0,17 W/(m² * K) rakenteen paksuus tulee kasvamaan merkittävästi (kuva 8). Seinärakenteen paksuneminen aiheuttaa useita muutoksia sokkelin liitoksessa ja katossa, mikä kasvattaa kustannuksia. Päätyseiniin asennetaan 145 mm puhallusvillaa, jolloin päätyseinän U-arvoksi tulee 0,165 W/(m² * K) (kuva 10).

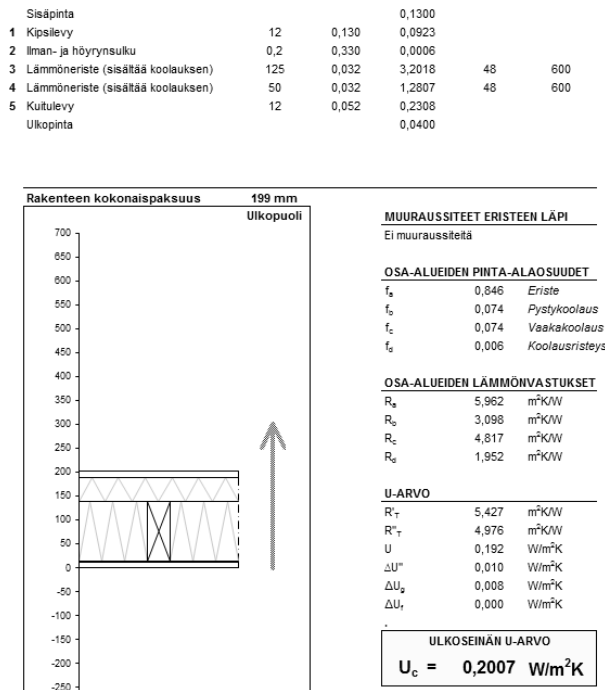
Seinäpuhalluksen tulee tapahtua 90°:n kulmassa pystysuoraan alaspäin, koska muuten ei saavuteta 0,033 W:n/(m * K) lämmönjohtavuusarvoa. Suoraan alaspäin puhaltaessa puhallusvilla tiivistyy parhaiten antaen parhaan mahdollisen eristämiskyvyn [10].

4.6.2 Isover KL-32

Isover lämmöneristeenä käytetään KL-32 tuotetta, jolla on viisitoista % parempi lämmöneristävyys kyky kuin normaalilla standardi luokan mineraalivillalla [9]. Seuraavat kuvat kertovat Isover tuotteilla lisälämmöneristämisen.

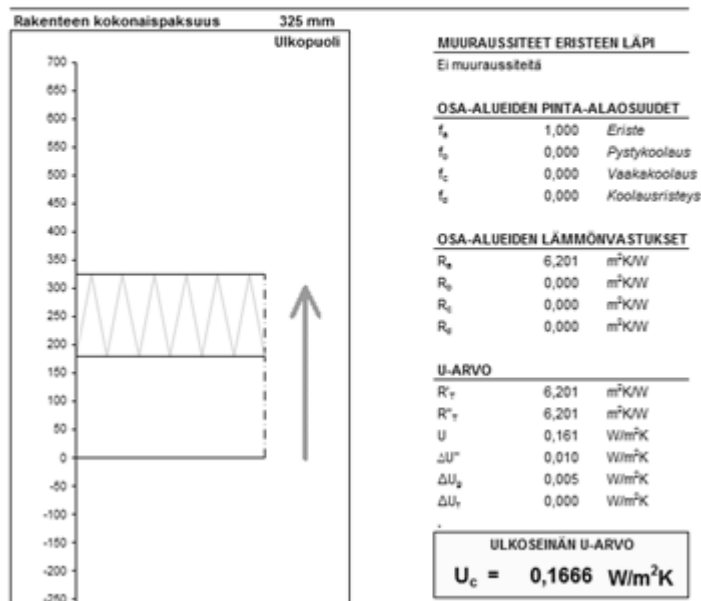


Kuva 11. Isover KL-32 lisälämmöneristäminen ristiin koolauksella [6].



Kuva 12. Isover KL-32 lisälämmöneristäminen 175mm villalla [6].

Sisäpinta			0,1300		
1 Betoni	180	0,120	1,5000		
2 Lämmöneriste	145	0,032	4,5313		
Ulkopinta			0,0400		



Kuva 13. Isover KL-32 lisälämmöneristäminen 145mm villalla [6].

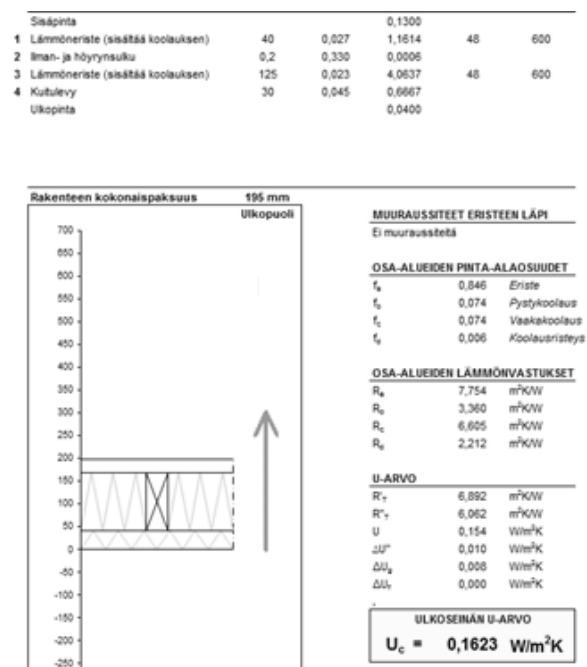
Isover KL-32 lisälämmöneristämisestä huomataan, että U-arvoon 0,17 W/(m²*K) pääsemiseen (kuva 11) vaaditaan US1 ja US2 seiniin ristiin koolaus-

ta. Ristiin koolauksen takia seinärakenne paksunee liikaa, joten tämänkin vaihtoehdon käyttäminen on hylättävä. Seinään asennetaan 50mm lisälämmöneristys vaakakoolauksella (kuva 12), jonka U-arvoksi tulee $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Päätyseinään betonipinnan päälle (kuva 13) asennetaan 145mm paksuiset eristelevyt, jolloin päätyseinän U-arvoksi tulee $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

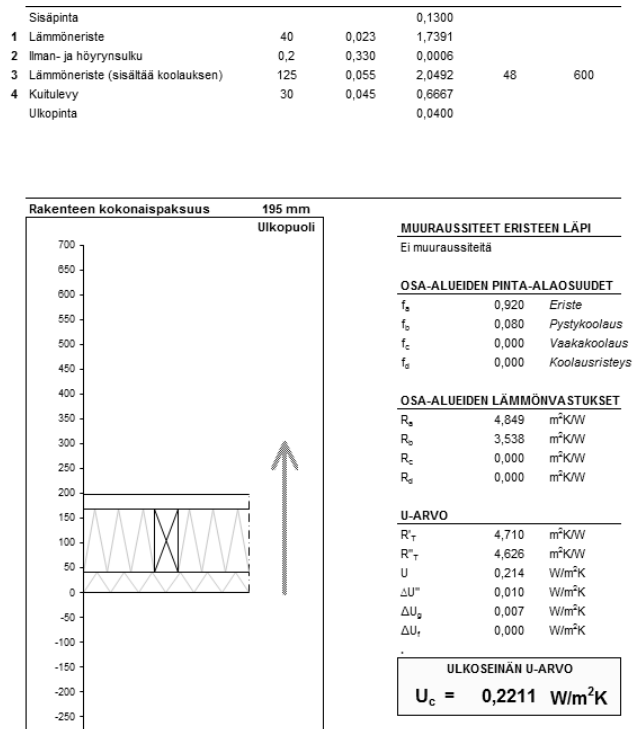
4.6.3 Spu

Spu eristystuotteissa käytetään Spu Vintti-lita ja Spu-Anselmia. Spu-detaljikirjastosta löytyy vinkkejä tällaisen rakenteen korjaamiseen Spu tuotteella [16]. Valmistaja suositteli katsomaan näitä kyseisiä leikkauksia korjatuista rakenteista [17].

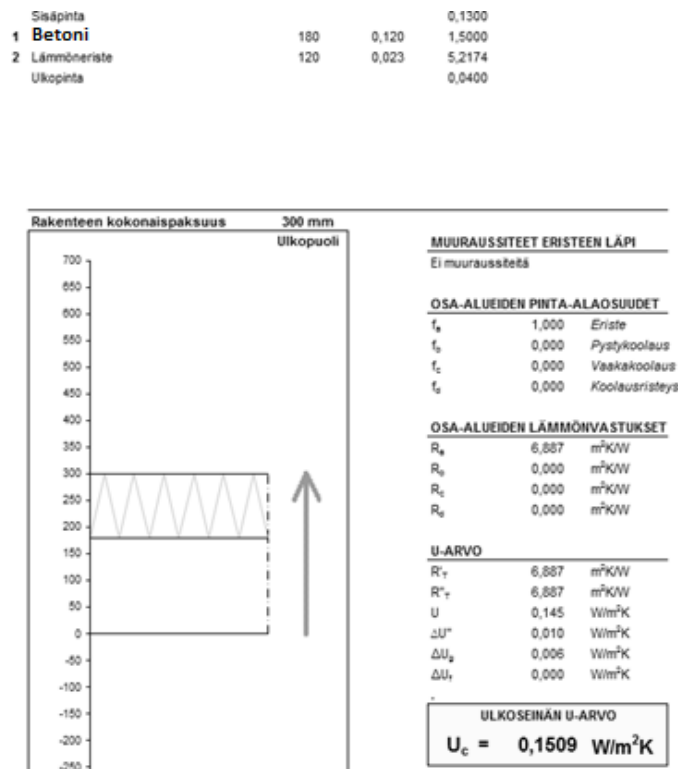
Spu tuotteilla eristäminen tehdään rakennuksen sisäpuolelta, jolloin ei tarvitse purkaa julkisivua. Sisäpuolisen lisälämmöneristämisen haittana on asukkaiden asuntojen sisäpinta-alan pieneneminen. Seuraavat kuvat kertovat Spu eristeiden käytön rivitalon ulkoseinissä.



Kuva 14. Spu lisälämmöneristeellä eristäminen Spu-Anselmi 40mm ja Spu Vintti-lita 125mm [6].



Kuva 15. Lisälämmöneristäminen Spu Remonttilevy 40mm [6].



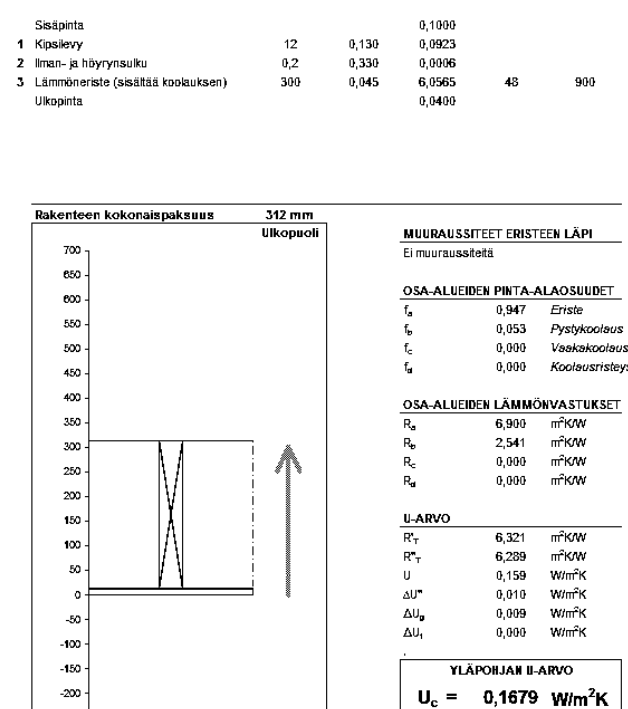
Kuva 16. US3 Lisälämmöneristäminen Spu Vintti-litalla 120mm [6].

US1 ja US2 seinärakenteen U-arvoon $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ pääseminen tulee helposti Spu Vintti-litalla ja Spu-Anselmilla (kuva 14). Lisälämmöneristäminen pel-

källä remonttilevyllä (kuva 15) päästään jo U-arvoon $0,22 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Remonttilevy asennetaan puurungon sisäpuolelle ja paksuudeksi tulee vain 40mm. Päätyseinät eristetään 120mm Vintti-litalla (kuva 16), jolloin U-arvoksi saadaan $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

4.7 Vanhan yläpohjarakenteen U-arvo

Rakenteen U-arvo lasketaan villasta alaspäin. Huomioon tulee ottaa myös pintavastukset. Energiatodistuksessa [8] todettiin yläpohjan U-arvoksi $0,15 - 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Seuraavat kuvat havainnollistavat vanhan yläpohja rakenteen U-arvon.



Kuva 17. Vanhan yläpohjan U-arvo [6].

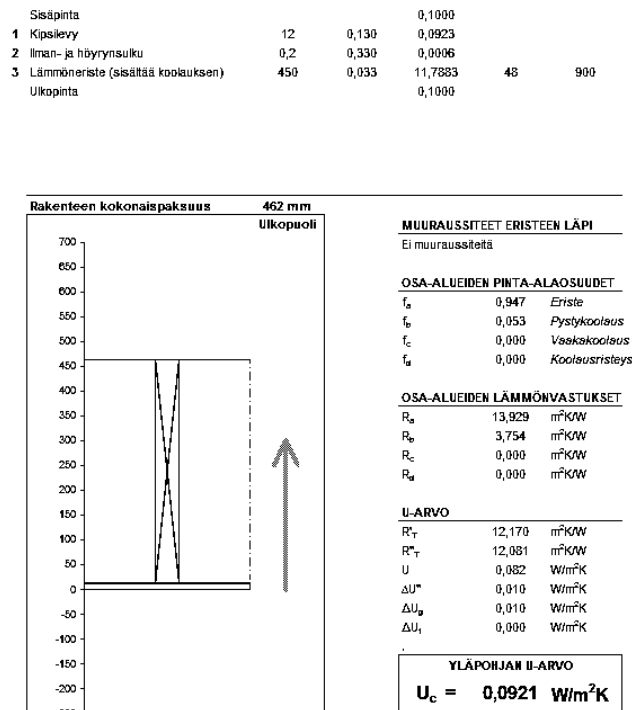
Vanhan yläpohjarakenne (kuva 17) on U-arvoltaan $0,168 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

4.8 Yläpohjan lisälämmöneristysten määritys

Lisälämmöneristys lasketaan Knaufinsulation Suprafil Frame puhallusvillalle, Isover puhallusvillalle ja Spu AL eristelevylle. Lisälämmöneristykset lasketaan Puuinfonlaskurin [6] avulla, kuten aikaisemmin on laskettu seinien U-arvot laskurilla. Yläpohjan U-arvo määritetään $0,09 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ laskelmissa.

4.8.1 Knaufinsulation Suprafil Frame puhallusvilla

Puhallusvilla puhalletaan vapaaseen tilaan ylhäältäpäin. Puhalluksen tapahtuessa 90°:n kulmassa puhallusvillan tiivistyy parhaiten, jolloin lämmöneristävyys kyky kasvaa puhallusvillalla [10]. Seuraava kuva kertoo yläpohjan eristämisen Suprafil Frame tuotteella.



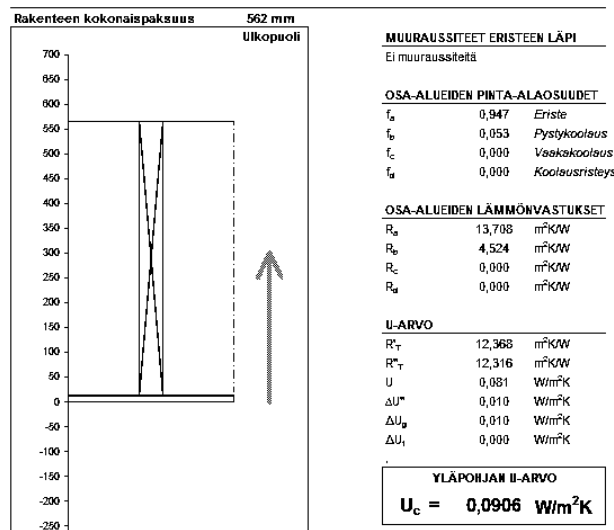
Kuva 18. Yläpohjan lisälämmöneristys Suprafil Frame puhallusvillalla [6].

Knaufinsulation Suprafil Frame puhallusvillaa tarvitaan 450mm (kuva 18), jotta saavutetaan U-arvoksi lähes 0,09 W/(m² * K). Yläpohjaan tulee asentaa myös tuulenohjain, jotta päästään 0,09 W:n/(m² * K) U-arvoon myös reuna-alueilla.

4.8.2 Isover

Eristäminen Isover tuotteella tapahtuu samalla tavalla kuin Knaufinsulation puhallusvillalla. Seuraava kuva kertoo eristämisen Isover tuotteella.

Sisäpinta				0,1000		
1 Kipsilevy	12	0,130		0,0923		
2 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330		0,0006		
3 Lämmeneriste (sisältää koolauksen)	550	0,041	12,0227	48	900	
Ulkopinta				0,1000		

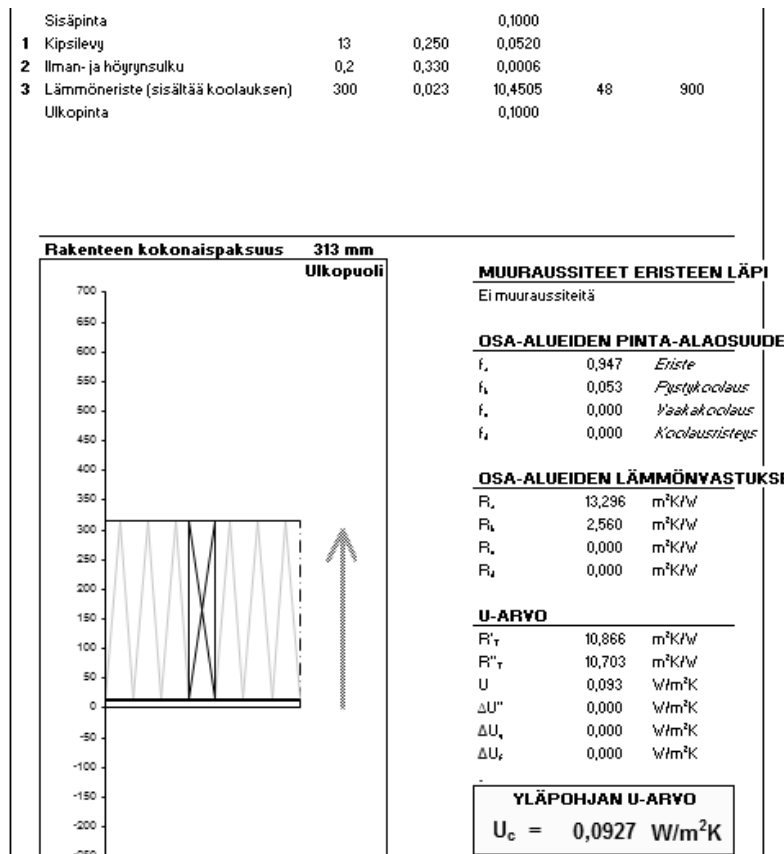


Kuva 19. Isover puhallusvillalla eristäminen 550mm [6].

Isover puhallusvillaa tarvitaan 550mm (kuva 19). On myös muistettava asentaa yläpohjan reunoille tuulenohjain, joka parantaa yläpohjan U-arvoa. Esimerkiksi Isover tuulenohjaimen [18] luvataan ohjaavan yläpohjaan tulevan tuulen yläpaarteen suuntaan, jolloin eristeen pinta ei pääse jäähtymään ja pinta ei kerää kosteutta. Reuna-alueilla U-arvo voi olla isompi kuin $0,09 W/(m^2 * K)$.

4.8.3 Spu AL

Sain valmistajalta ohjeeksi katsoa Spu-detaljikirjastoa [16], josta löytyy korjausratkaisuja erilaisten rakenteiden korjaamiseen. Kirjastosta löytyi myös rivitaloissa käytettävän yläpohjan korjaustapa. Seuraava kuva havainnollistaa eristämisen Spu AL tuotteella.



Kuva 20. Spu AL tuotteella eristäminen [6].

SPU AL eristettä tarvitaan kaksi kappaletta 150mm levyjä päällekkäin (kuva 20), jolloin saavutetaan riittävän hyvin U-arvoksi $0,09 \text{ W}/(\text{m}^2 * \text{K})$ tavoite. Yläpohjassa tulee muistaa tiivistää kaikki saumat uretaanilla erikseen, jotta saadaan tiivis yläpohjarakenne.

4.9 Ikkunat

Tässä osiossa kerrotaan millaiset ikkunat taloyhtiö on ottamassa 2011 vuoden tarjouspyynnön perusteella. YH-ltä-Savo Oy on tehnyt kyselyn Pihlavan ikkuna Oy:lle vuonna 2011 uusista ovista ja ikkunoista. Pihlavan ikkuna Oy antoi tarjouksen ikkunoista ja ovista [19], mutta vain ovien uusinta toteutettiin kyseisellä tarjouksella.

Pihlavan ikkuna Oy päivitti tarjouksen ikkunoista suullisesti [20], jonka mukaan vanhaan hintaan tulee tehdä kolmen % hinnan korotus ja arvonlisävero on nostettava kahteenkymmeneen neljään %:iin. Tarjous on suullinen ja suuntaa antava. Taloyhtiön tulee tehdä yrityksen kanssa kirjallinen tarjous uudestaan. Suulli-

nen tarjous ei ole pysyvä hinta. Kyseisiä hintoja tullaan käyttämään opinnäytteen takaisinmaksuosiossa.

Taloyhtiön ikkunoiden lämmönläpäisyarvo on energiatodistuksen mukaan [8] $1,8 \text{ W}/(\text{m}^2 * \text{K})$. Uudet ikkunat ovat U-arvoltaan $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 * \text{K})$. Ikkunoissa on yksi lämpölasi, jonka sisällä on Argon täytekaasu. Argon antaa ikkunalle enemmän eristävyyttä kuin ilma ja ikkunoissa on sisälle tuloilma-aukko, koska rivitaloissa on koneellisesti poistuva ilma. Puhtaan ulkoilman on tarkoitus tulla hallitusti sisäpuolen ikkunan ja Argon lämpölasin välistä huoneilmaan, jolloin ulkoa tuleva ilma ei ole kylmää. Nykyisissä ikkunoissa taloyhtiössä ei ole tuloilma-aukkoa, joten puhdas ulkoilma ei tule hallitusti sisälle.

U-arvoa en suosittelen pudottamaan alaspäin, koska ongelmia on tullut monissa erittäin energiatehokkaissa ikkunoissa. Ikkunat ovat yleensä U-arvoltaan $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 * \text{K})$ ja ne sisältävät kaksi Argon suoja-kaasulasia. Monilla käyttäjillä on ollut kokemuksia, että uloin lasi ikkunoissa huurtuu. Huurtuminen aiheutuu heikon lämpöenergian takia, koska lämpöenergia ei enää lämmitä ulointa lasia ja se pääsee tällöin huurtumaan. Huurtuminen on yleensä harvinaista.

Olen seurannut monia rakentaja internet sivustoja, joissa tavallisen omakotitalon rakentajat ovat tulleet energiatehokkaiden ikkunoiden takia syyttämään urakoitsijaa rakennusvirheistä ikkunan huurtuessa. Monet urakoitsijat ovat vain todenneet sen olevan energiatehokkaiden ikkunoiden ominaisuus, joka on hie-man häiritsevä.

4.10 Alapohjarakenne ja poistoilmapuhalluksen talteenotto

Osiassa pohditaan alapohjan lämpöviihtyvyyden parantamista. Alapohjaa ei voida lisälämmöneristää kohtuullisilla kustannuksilla, koska alapohja on reunavahvistettu laatta. Alapohjassa keskitytään lämpöviihtyvyyden parantamiseen. Samalla pohditaan ilmastoinnin poistoilman hyötykäyttöä alapohjan lämmittämisessä.

Rakennuksen poistoilma puhalletaan kokonaan pois suoraan ulkoilmaan eikä sen lämpöä hyödynnetä mitenkään. Alapohja olisi järkevä lämmitteä poistoilmapuhalluksen avulla ja samalla hyödynnettäisiin ylimääräinen jäteilma. Poistoil-

mapuhalluksen kautta saadaan rakennuksien alapohjien lämpöihtiävyyttä parannettua. Toimintaperiaatteeltaan poistoilma lämpöpumppu on yksinkertainen ja kustannustehokas ratkaisu. Poistoilma lämmöntalteenottoyksikön avulla rivitaloista tehtäisiin entistä energiatehokkaammat rakennukset.

Poistoilman lämmöntalteenottoyksikkö sijoitetaan kiinteistön katolle huippuimurin yhteyteen. Poistoilman lämmöntalteenottoyksikössä on lämmönvaihdin, jossa kiertää viileä, noin 0-asteinen lämmönkeruuneste. Kun kiinteistöstä poistuva lämmin ja kostea sisäilma virtaa lämmönvaihtimen läpi, huoneilmasta siirtyy lämpöenergiaa lämmönvaihtimessa kiertävään lämmönkeruunesteeseen. Lämmönvaihtimeen tuleva sisäilma on noin plus 21–22-asteista ja siitä poistuva ilma noin plus 4–5-asteista. [Senera Oy] [22, s.1]

Poistoilma järjestelmän lämmönvaihtimen keruuneste kierrätetään rakennuksien alapohjien kautta, jolloin poistoilmasta tullut lämpö siirretään lämmönvaihtimen keruunesteen avulla rakennuksien alapohjaan. Putkistossa oleva keruuneste lämmittää alapohjarakennetta samantyyppisesti kuin lattialämmitysjärjestelmä.

Poistoilmalämpöpumpulla saadaan käytettyä asuntojen jäteilma uudelleen, jolloin alapohjien lattiarakenteet saadaan lämpimiksi ja asukkaat olisivat tyytyväisiä asuntojen lämpöihtiävyyteen

Poistoilmanlämmöntalteenottolaitetta varten tulisi kanavoida kaikkien huippuimureiden ilmapirrat yhdeksi kokonaisuudeksi, jolloin saataisiin paras hyöty. Laitteen hankkimisesta tulee taloyhtiön keskustella laitevalmistajien kanssa toteutuksesta ja hinnoista.

5 Lämmöneristämisen kannattavuuslaskelma

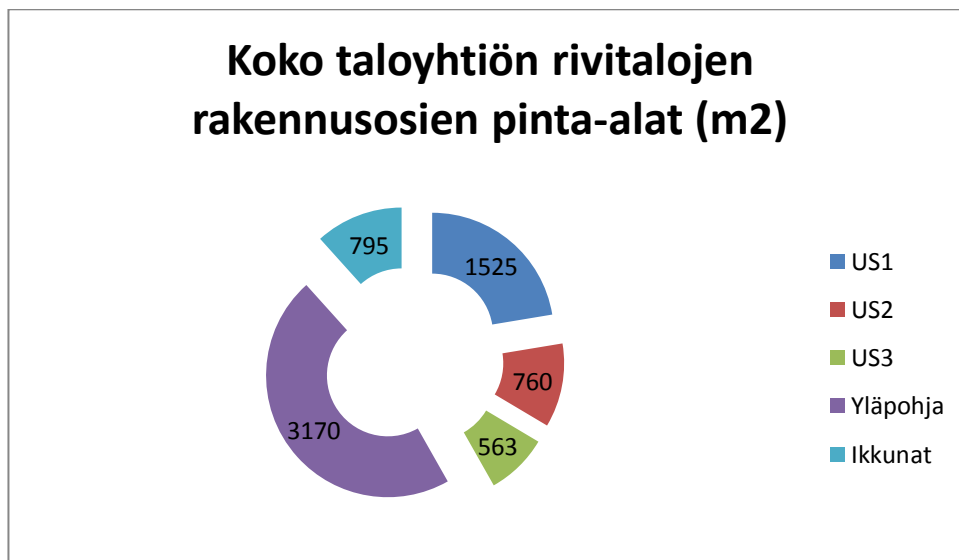
Opinnäytetyön toisessa osio tarkastellaan lisälämmöneristämisen kannattavuutta ja lasketaan myös remontista aiheutuvien kustannusten takaisinmaksuaikaa. Takaisinmaksuajassa tarkastellaan toteutuneiden kustannusten ja lämpöenergian säästöä, josta voidaan päätellä takaisinmaksuaika.

Laskelmissa lasketaan takaisinmaksuaika rakennusten vaipan osalta. Osiossa ei oteta huomioon alapohjaa eikä ovia. Alapohjaa ei oteta huomioon, koska sen lämpöhäviötä on vaikea parantaa ja taloyhtiössä ovet uusitut, joten niiden lämpöhäviötä ei tarvitse tarkastella. Lämpöenergiaa käyttää myös ilmastointi, joka

kattaa noin 45 % vuotuisesta lämpöenergian tarpeesta, kun huoneistoissa on pelkkä huippuimuri.

5.1 Rakenteiden pinta-alat

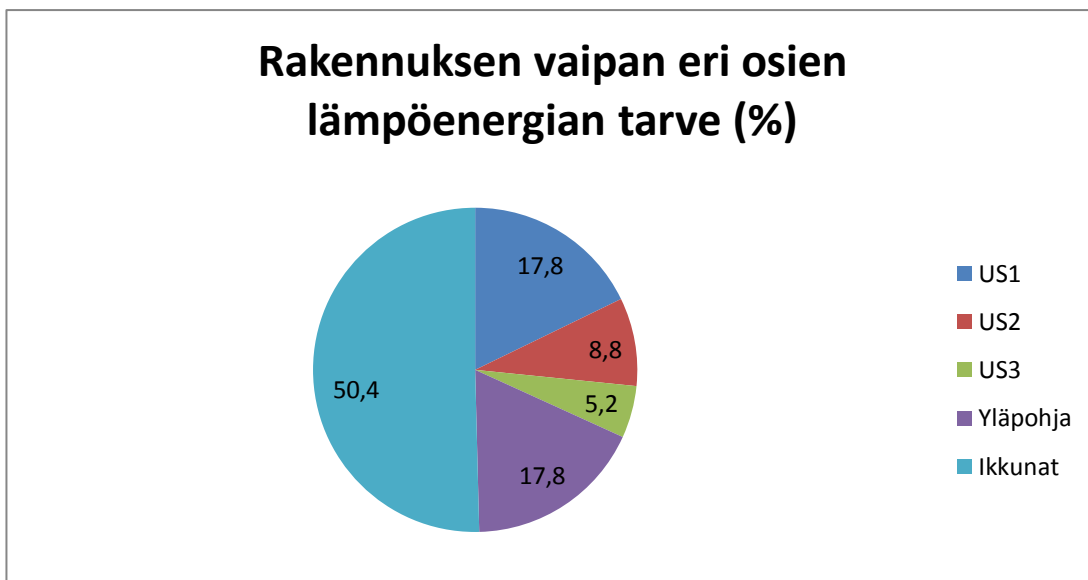
Rivitalojen rakennusosien määrälaskenta mitattiin julkisivukuvien perusteella [11]. Kuvio 1 kertoo koko taloyhtiön ulkoseinien, yläpohjan ja ikkunoiden neliö määrän taloyhtiössä. Neliö määriä käytetään osion muissa laskelmissa.



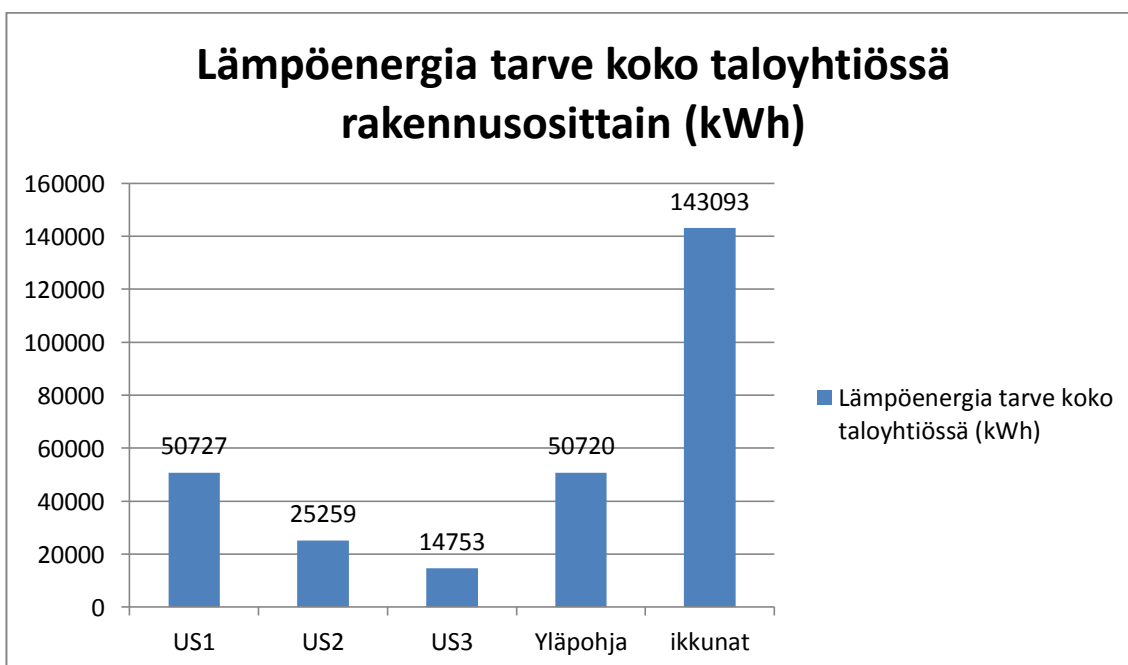
Kuvio 1. Rivitalojen rakennusosien pinta-alat yhteensä.

5.2 Taloyhtiön lämpöenergian tarve ja häviö

Tämän osion tarkoituksena on antaa tietoa taloyhtiön nykyisestä lämpöenergian tarpeesta ja kuinka paljon mikäkin rakennusosa tarvitsee lämpöenergiaa. Lämpöenergian tarve on laskettu käyttämällä apuna vanhojen rakenteiden U-arvoja ja niiden avulla laskettu vuotuinen lämpöhäviö. Seuraavat kuvat kertovat koko taloyhtiön kaukolämpöenergian käytöstä ja tarpeesta rakennusosissa.



Kuvio 2. Rakennusosien lämpöenergia tarve rakennuksen vaipassa.



Kuvio 3. Kaukolämpöenergian tarve rakennusosittain koko taloyhtiössä.

Kuvioiden 2 ja 3 perusteella voidaan päätellä, että ikkunoiden kautta kulkee lämpöä eniten rakennuksessa. Määrällisesti yläpohjassa pystytään vaikuttamaan paljon, koska sen pinta-ala on suuri ja yläpohjan kautta häviävä lämpöenergia voitaisiin saada kuriin helposti lisälämmöneristämällä. Nykyisellään taloyhtiössä kuluu kaukolämpöenergiaan noin 20000€ rakennuksen vaipan lämmittämiseen vuodessa. 20000€ on noin 284552kWh energiaa vuodessa. Kaukolämmön hinta on otettu energia sivustolta [23, s. 3].

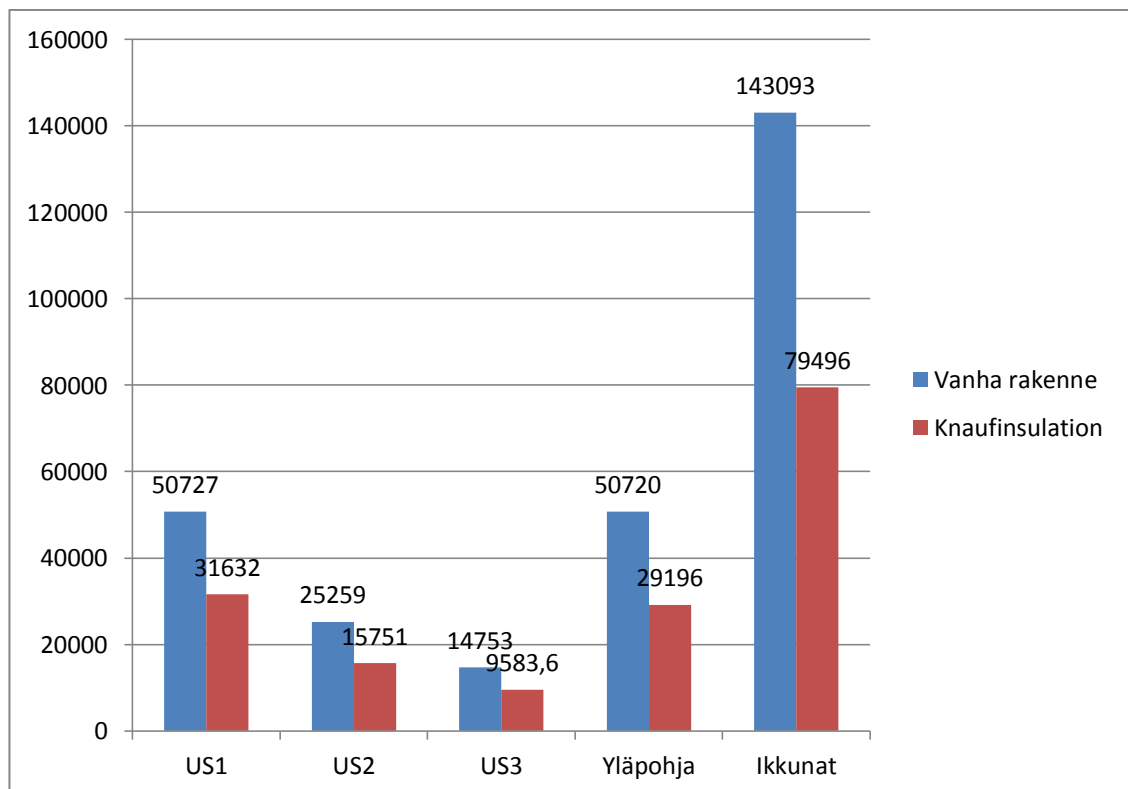
5.3 Lämpöenergian tarve lisälämmöneristämistratkaisuilla

Lämpöenergian tarve uusilla lisälämmöneristämistratkaisuilla lasketaan uuden seinän U-arvosta. U-arvon avulla pystytään määrittämään vuotuinen lämpöenergian tarve rakennusosille. Rakennusosien lämpöenergian tarve kerrotaan kaukolämpöenergian hinnalla.

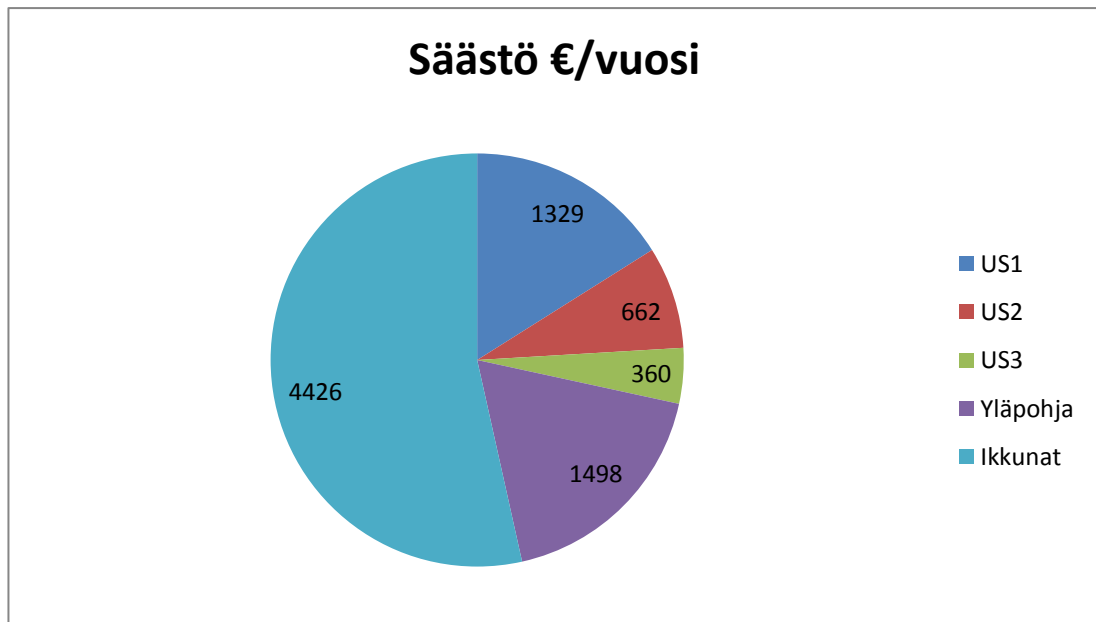
Kaukolämpöenergian hinta on otettu energiateollisuus ry:n nettisivulta, joka laatii kaksi kertaa vuodessa tyyppirakennusten kaukolämpöhinnaston. Tilastointi perustettiin 2011 alkuvuonna, jotta voitaisiin määrittää yksittäisten asuntojen lämpöenergian tarvetta. Savonlinnan alueella kaukolämmönjakelijana on Suur-Savon Sähkö Oy, jolla kaukolämmön hinta veroineen on 0,0696€/Kwh [23, s. 3]

5.3.1 Lämpöenergian säästö Knaufinsulation eristysratkaisulla.

Tarkastellaan lämpöenergian säästöä rakennuksien vaipassa Knaufinsulation Suprafil Frame puhallusvillalla. Seuraavat kuvat kuvaavat lämpöenergian tarpeesta eristämisen jälkeen ja sen tuoman hyödyn.



Kuvio 4. Kaukolämpöenergian säästö rakennuksien vaipassa Knaufinsulation tuotteella (kWh)

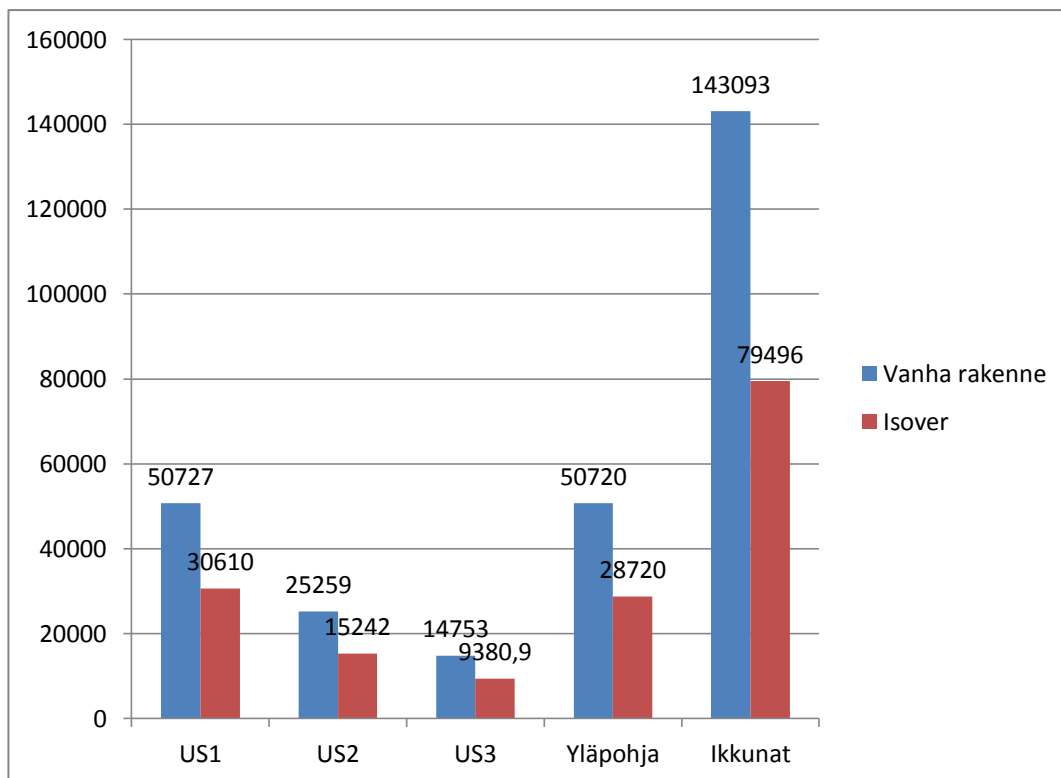


Kuvio 5. Knaufinsulation lisälämmöneristämisen tuoma säästö kaukolämpöenergia kustannuksissa rakennusosittain.

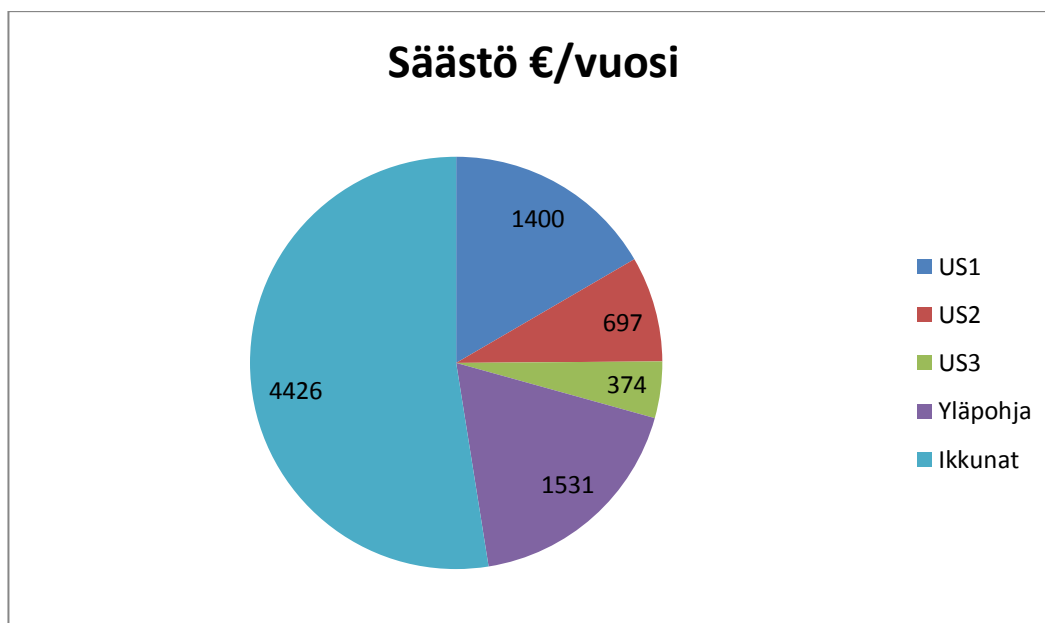
Kuvioista 4 ja 5 huomataan, että lämpöenergian tarve pystytään pudottamaan noin kolmasosalla aikaisemmasta. Yhteensä säästöä tulee noin 8275 €/vuosi ja lämpöenergiaa tarvitaan rakennuksen vaipan lämmittämiseen 165658,6kWh.

5.3.2 Lämpöenergian säästö Isover lisälämmöneristämällä

Tarkastellaan Isover KL-32 ja Isover puhallusvillalla lisälämmöneristämisen vaikutusta lämpöenergian häviöön ja vuodessa säästettävään kustannuksiin. Seuraavat kuvat kuvaavat lämpöenergia säästöjä taloyhtiössä Isover tuotteella.



Kuvio 6. Kaukolämpöenergian säästö Isover lisälämmöneristämällä rakennuksien vaipassa. (kWh)

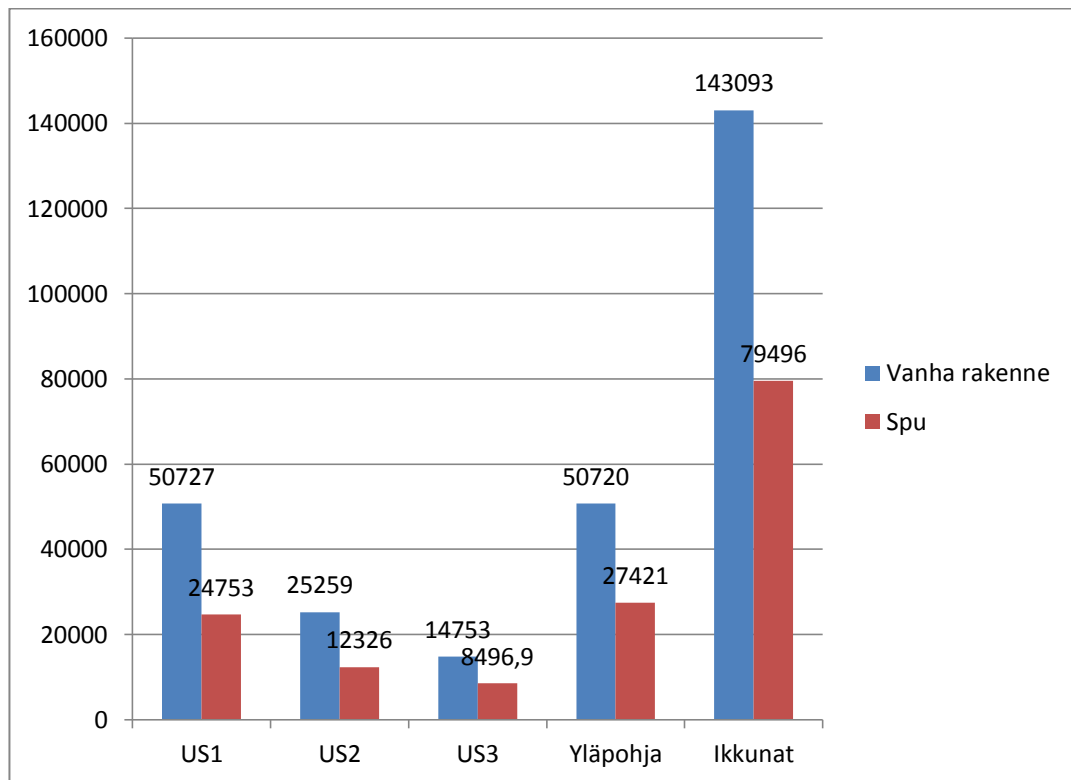


Kuvio 7. Isover lisälämmöneristämisestä tullut säästö kaukolämpöenergia kustannuksissa rakennusosittain.

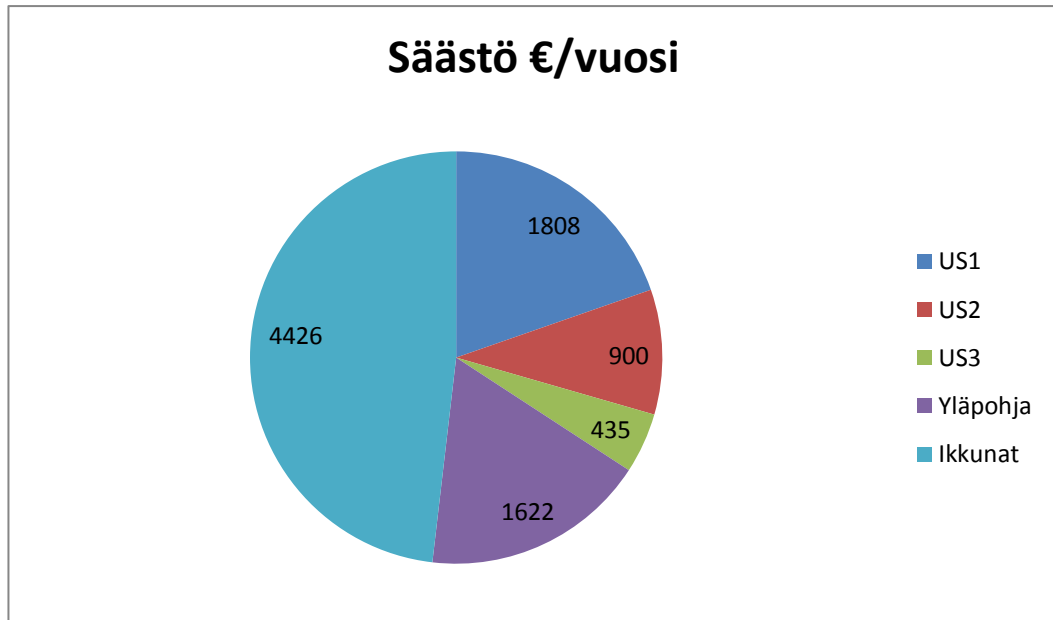
Isover lisälämmöneristämällä saadaan pudotettua lämpöenergia kuluja noin kolmanneksella (Kuvio 6). Säästöä vuosittaisesti tulee noin 8428€ (Kuvio 7). Lämpöenergiaa tarvitaan rakennuksen vaipan lämmittämiseen 163448,9kWh.

5.3.3 Lämpöenergian säästö Spu lisälämmöneristämällä

Tarkastellaan lämpöenergia kustannusten pienenemistä Spu eristys tuotteilla. Tuotteina käytetään Spu Vintti-litaa, Spu-Anselmia ja Spu AL eristelevyjä. Seuraavat kuviot kertovat lämpöenergian säästöt rakennuksien vaipassa.



Kuvio 8. Spu eristämisestä tuoma lämpöenergia säästö rakennuksien vaipassa. (kWh)



Kuvio 9. Spu eristämisestä tuoma säästö kaukolämpöenergia kustannuksissa vuosittain.

Spu tuotteilla eristäminen tuo säästöä noin 9200€/vuosi (kuviot 10 ja 11). Spu eristeiden tuoma hyöty näkyy yleensä materiaalin korkeissa hinnoissa. Lämpöenergiaa tarvitaan 152492,9 kWh rakennuksen vaipan lämmittämiseen.

5.3.4 Yhteenveto lämpöenergian säästöistä

Lisälämmöneristämällä pystytään pudottamaan rakennuksenvaippaan kohdistuvia kaukolämpöenergia kuluja noin kolmasosan nykyisestä. Tietyillä menetelmissä ja tuotteilla pystytään melkein jopa puolittamaan nykyinen lämpöenergian tarve.

Säästöä ratkaisuilla tulee vuoden aikana noin 8000€ - 9000€ rakennuksenvaiipan kaukolämpöenergia kustannuksissa.

5.4 Eristystuotteiden ja materiaalien hintoja

Knaufinsulation tuotteena on Suprafil Frame tuoteryhmä. Valmistaja suositteli seinärungon ja yläpohjan lisälämmöneristämistä puhallusvillalla. Taulukon 2 hinnat ovat verottomia ja hinnat sisältävät asennuksen.

Taulukko 2. Knaufinsulation Suprafil Frame lisälämmöneristämisen hinnat [13].

Seinäpuhallus	Yläpohjapuhallus vapaaseen tilaan
68€/m ³	21€/m ³

Isover tuotteena käytetään energiatehokasta Isover KL-32 tuotetta, jolla on 15 % parempi lämmöneristävyys kuin tavan Standard-luokan mineraalivillaeristeillä. Kohteeseen lämmöneristeen hintaero verottomana tuotteiden KL-32 ja KL-33 on noin 4000€ valmistajan mukaan [24–25]. Seuraavassa taulukossa on esitetty Isover KL-32 tuotteiden hintoja ja yläpohjanpuhallus asennettuna.

Taulukko 3. Isover KL-32 eristeiden ja puhallusvillan hinnat verottomana [24–25].

Eristeen koko	Hinta	Rahti + multipack
50 x 560 x 1170 (mm)	2,60 €/m ²	0,43 €/m ²
125 x 560 x 1170 (mm)	5,17 €/m ²	1,01 €/m ²
Puhallusvilla vapaaseen tilaan	19,70 €/m ³	-

Spu tuotteena käytetään seinässä Spu Vintti-litaa ja Spu-Anselmia. Päätöseiniin käytetään vain Spu Vintti-litaa. Yläpohjaan asennetaan kaksi kappaletta päällekkäin Spu AL levyjä. Seuraavassa taulukossa on Spu eristeiden hintoja verottomana.

Taulukko 4. Spu eristeiden hintoja [26].

Eriste	Koko	Hinta
SPU Anselmi	40 x 600 x 2300 (mm)	12,50 €/m ²
SPU Vintti – lita	120 x 600 x 2600 (mm)	18,50€/m ²
SPU AL Runkolevy	150 x 900 x 2600 (mm)	23,00€/m ²

Taulukko 5. Materiaalien tarpeet ja hinnat [27].

MATERIAALIT	TARVE	MÄÄRÄ	HINTA	YHT
TIILI	30 %	457,5 m ²	0,68 €/kpl	12 963 €
LAASTI	100 %	30 000 kg	0,09 €/kg	2700 €
KATTOTIILI	70 %	2219 m ²	0,86 €/kpl	16010 €
RUODE	100 %	6776 jm	1,46 €/jm	9892,96 €
PANEELI	100 %	760 m ²	0,8 €/jm	8000 €
ALUSKATE	100 %	3170 m ²	1,6 €/m ²	5072 €
TUULENSUOJALEVY	100 %	2285 m ²	5,75 €/m ²	13138,75 €
KIPSILEVY	100 %	2285 m ²	3,86 €/m ²	8820,1 €

Taulukossa 5 on esitetty korjauksessa tarpeellisia tuotteita, joita uusitaan tai korjataan työssä. Tiilille on laitettu % tarve, koska osa vanhoista tiilistä voidaan käyttää uudestaan. Kokonaishintaan varaudutaan tiilien hankintaan vaikka työssä ei välttämättä tarvita uusien tiilien hankintaa. Hinnat ovat otettu KLARA NET-ohjelman rakennekirjastosta [27].

5.5 Lisälämmöneristämisen työkustannukset

Osiossa käsitellään työntekijöiden työtunteja ja kustannuksia, jotka aiheutuvat remontin kuluessa. Lisälämmöneristys työhön kuuluu katon purkaminen jokaisella tuotteella. Knaufinsulation ja Isover tuotteilla puretaan myös ulkoseinät. Spu tuotteilla eristämässä puretaan sisäverhouslevy, jolloin päästään rakenteen sisään sisäpuolelta käsin.

Työryhmäksi kokosin kymmenen työntekijän työryhmän. Työmaalla on kymmenen rakennusammattimiestä. Laskelmassa ei oteta huomioon työnjohdon palkkiota, telineiden pystytystä tai muuta työmaan pyörittämiseen kuluvia kustannuksia. Kustannukset lasketaan koko taloyhtiön rivitaloista. Yksittäisiä taloja ei tarkastella tässä opinnäytetyössä.

5.5.1 Lisälämmöneristämisen työtunnit

Tässä osiossa tarkastellaan työntekijöiden työtunteja. Työhön otetaan huomioon rivitalojen katon - ja ulkoseinien - ja ikkunoiden purkaminen. Purun jälkeen asennetaan tarvittavat eristeet ja uusitaan rakenteet. Laskelmissa olen käyttänyt apuna tarvittavia RATU-kortteja [28–34].

Työtunneissa lasketaan työntekoon kuuluva T4 aika, joka sisältää kyseiseen työhön kuluvaan ajan taukoineen. T4 aika kerrotaan suoritemäärällä tai suoritekappaleilla. Ajan ja suoritemäärän perusteella voidaan päätellä työhön kuluva aika. Työtunnit eivät ole lämmöneristystuottajilta saatuja vaan työtunnit on otettu RATU-kortistosta [28–34]. Opinnäytetyön liitteenä (liite 7) on taulukko, joka kertoo ulkopuolisen lisälämmöneristämisen työtunnit kutakin työvaihetta kohti. Liitteenä (liite 8) on sisäpuolisen lisälämmöneristämisen työtunnit kutakin työvaihetta kohti.

5.5.2 Lisälämmöneristämisen työntekijäkustannukset

Työmaalla oletetaan työskentelevän kymmenen rakennusalan ammattilaista, joiden tuntiansio on 16€/h. Työmaalla työskennellään kahdeksan tunnin päivissä ja viikossa työvuoroja on viisi kappaletta. Laskuissa ei oteta huomioon työntekijöiden ylityötunteja tai työnjohdon palkkaa. Sosiaalikulut työntekijöille on 75 %. Seuraava taulukko kertoo eristämisen työhintoja.

Taulukko 6. Lisälämmöneristämisen työkustannukset.

Knaufinsulation	110439,9	€
Isover	122535,92	€
SPU	76384	€

Taulukon 6 perusteella voidaan päätellä, että sisäpuolinen lisälämmöneristämisen työ on halvempi vaihtoehto. Ulkopuolinen lisälämmöneristäminen on kalliimpi, koska siinä joudutaan purkamaan ulkoseinärakenne ulkopäin. Ulkopuolinen lisälämmöneristämisen työ maksaa yli 100 000€ ja ulkopuolisen lisälämmöneristämisen työ maksaa alle 100 000€.

5.6 Lisälämmöneristämisen kokonaiskustannus

Osiossa katsotaan lisälämmöneristämisen kokonaiskustannukset kaikille lisälämmöneristys vaihtoehdolle. Kokonaiskustannuksissa otetaan huomioon työtunnit ja materiaalit. Ikkunoista päivitettiin hinta, joka sisältää työt ja materiaalit työmaalle [18]. Ikkunoista ei erikseen oteta huomioon työ kustannuksia. Puhallusvillat sisältävät tuotteet asennettuna, joten asennuksen työtunteja ei ole otettu erikseen huomioon työ kustannuksissa.

Knaufinsulation lisälämmöneristystyö tulee maksamaan noin 611527€ koko taloyhtiön lisälämmöneristys puhallettuina seiniin ja yläpohjiin. Seuraava taulukko kertoo Knaufinsulation tuotteella eristämisen kustannukset.

Taulukko 7. Knaufinsulation tuotteella eristäminen.

Knaufinsulation		
Materiaali	345940,4	€
Työ	110439,9	€
Ikkunat	155146,7	€
YHT	611527	€

Isover tuotteella työ tulee maksamaan noin 415458€ koko taloyhtiön lisälämmöneristäminen. Yläpohjaan asennetaan puhallusvilla ja seiniin asennetaan tavallinen levyvilla. Seinien levyvillojen asentaminen ei ole asennettuna hintana, joten seinäeristeille on otettu huomioon työntekijäkustannukset työ osiossa. Seuraava taulukko kertoo Isover tuotteella eristämisen kustannukset.

Taulukko 8. Isover tuotteella eristäminen.

Isover		
Materiaali	134774,92 €	
työ	122535,92 €	
Ikkunat	155146,7 €	
YHT	412457,54 €	

Spu tuotteella lisälämmöneristäminen tulee maksamaan noin 362625€ (Taulukko 9) koko taloyhtiöön. Eristeet eivät olleet asennettuna hintana. Spu eristeillä työ on edullisintapa toteuttaa työ. Työssä ei jouduta purkamaan julkisivuja, siksi työ kustannukset ovat pienemmät kuin muilla valmistajilla. Seuraava taulukko kertoo eristämisen kustannukset Spu tuotteilla.

Taulukko 9. Spu tuotteella eristäminen

SPU		
Materiaali	131093,9 €	
Työ	76384 €	
Ikkunat	155146,7 €	
YHT	362624,6 €	

5.7 Takaisinmaksuaika

Tässä osiossa käydään läpi sekä koko projektin, että ikkunoiden ja yläpohjan takaisinmaksuaika koko taloyhtiössä. Ikkunat ja yläpohja käydään erikseen läpi, koska kuvioista 2–9 kävi ilmi ikkunoiden ja yläpohjan korjauksen kannattavuus. Opinnäytetyössä selvitetään yksinkertaisella tavalla takaisinmaksuaika. Takaisinmaksu ajassa verrataan remontin aikana tulleita kustannuksia ja vuotuista lämpöenergian säästöä rakennuksien vaipassa. Nykyisellään taloyhtiössä menee rakennuksen vaipan lämmittämiseen kaukolämpöenergiaan rahaa noin 19804,52€.

Knaufinsulation eristeellä koko projekti maksaisi itsensä takaisin noin 63 vuodessa. Yläpohjan ja katon uusiminen maksaisi itsensä takaisin noin 34 vuodessa. Edellä mainitut asiat käyvät ilmi taulukosta 10.

Taulukko 10. Takaisinmaksuajat Knaufinsulation tuotteelle.

TAKAISINMAKSUAIKA			
Säästö	8439,8 €/v		
KNAUFINSULATION	Hinta		Takaisinmaksuaika
Koko projekti	534927 €		63,38147823 v
Ikkunat	155147 €		35,05 v
Yläpohja	52682 €		34,04 v

Isover tuotteelle takaisinmaksu ajaksi tuli noin 40 vuotta, joka on 23 vuotta vähemmän kuin Knaufinsulation tuotteella. Yläpohja maksaa itsenä takaisin noin 34 vuodessa, joka on lähes sama kuin Knaufinsulation tuotteella. Seuraavasta taulukosta käy ilmi Isover tuotteen takaisinmaksuaikoja.

Taulukko 11. Takaisinmaksuajat Isover tuotteelle.

TAKAISINMAKSUAIKA			
Säästö	8455,5 €/v		
ISOVER	Hinta		Takaisinmaksuaika
Koko projekti	335857,5 €		39,72059606 v
Ikkunat	155147 €		35,05 v
Yläpohja	52549 €		34 v

Spu tuotteelle tulee takaisinmaksuajaksi vain 31,5 vuotta. Yläpohja maksaa itsensä takaisin 52 ja puolessa vuodessa, joten tätä ratkaisua kannattaa miettiä. Seuraavasta taulukosta käy ilmi samat asiat.

Taulukko 12. Takaisinmaksuajat Spu tuotteelle.

TAKAISINMAKSUAIKA			
Säästö	9102,97 €/v		
SPU	Hinta		Takaisinmaksuaika
Koko projekti	286024,6 €		31,42101973 v
Ikkunat	155147 €		35,05 v
Yläpohja	81190 €		52,55016181 v

Keskimäärin koko työn maksaa itsensä takaisin vasta noin 63–32 vuoden päästä kun työ on tehty. Työ on kannattava sijoitus, koska remontti maksaa itsensä

takaisin alle 50 vuodessa. Mielestäni 30 vuotta on erittäin hyvä takaisinmaksuaika, koska 30 vuoden aikana ei tarvitse uusia rakenteita.

Taloudellisesti paras vaihtoehto laskujeni perusteelle on Spu tuotteilla lisälämmöneristäminen, koska työssä ei jouduta purkamaan julkisivuverhousta. Myös muilla tuotteilla on mahdollista lisälämmöneristää sisältäpäin, joka pienentää työkustannuksia merkittävästi. Opinnäytetyö on esimerkkinä taloyhtiölle, kuinka paljon ulkopuolinen ja sisäpuolinen lisälämmöneristäminen poikkeaa kustannuksiltaan toisistaan.

Taloudellisesti paras ratkaisu on sisäpuolinen lisälämmöneristäminen, koska siinä kustannukset ovat pienet. Haittana sisäpuolisessa lisälämmöneristämässä on huonepinta-alan pieneneminen.

Lisälämmöneristysratkaisuilla pystytään alentamaan taloyhtiön E-luku noin $30\text{kWh/m}^2/\text{vuosi}$. Koko taloyhtiön E-luvuksi tuli noin $145\text{kWh/m}^2/\text{vuosi}$, jolloin energiatodistukseen tulisi D energialuokka. Poistoilma puhalluslaitteella pystytään saamaan taloyhtiö energialuokka C-luokkaan.

Suosittelen taloyhtiötä ainakin uusimaan ikkunat ja lisäämään yläpohjaan lisälämmöneristettä. Ikkunoiden ja yläpohjan takaisinmaksuaika on noin 34 vuotta, joten työ on kannattava investointi taloyhtiöön. Ulkoseinien uusiminen ei ole kannattavin vaihtoehto, mutta suosittelen olemaan yhteydessä poistoilma puhalluslämmöntalteenottajärjestelmien valmistajiin.

5.8 Rahan arvon diskonttaaminen

Osiossa pohditaan remontin kustannuksia kahden vuoden kuluttua, jos remonttia ei tehdä seuraavana kesänä. Rahan arvon diskonttaaminen tarkoittaa rahan arvon muuntamista tulevaisuuden rahaksi. Nykyhetken rahan arvo muutetaan tulevaisuuden rahaksi, jotta rahan arvot ovat vertailukelpoisia keskenään [35].

Diskonttauskorkona käytetään yleensä markkinakorkoa eli Euriborkorkoa. Euriborkorko on euroalueiden yhteinen rahanmarkkinoiden viitekorko, joka ilmaisee millä hinnalla suuret pankit antavat luottoa toisilleen. Euriborkorkoja voidaan tarkastella yhden ja kahdentoista kuukauden välein tai siltä väliltä. Työssä tar-

kastellaan rahan arvon diskonttausta 12 kuukauden välein [36]. Käytetään Euriborkorkona 12 kuukauden Euriboria eli 0,585 % [37].

Oletetaan taloyhtiön tekevän remontin kahden vuoden päästä. Tällöin nykypäivän rahan arvo tulee diskontata eli tehdä vertailukelpoiseksi tulevaisuuden rahan kanssa. Taulukko 13 kuvaa kolmelle eri eristystuotteelle kokonaisprojektin hinnan kahdenvuoden päästä.

Taulukko 13. Lisälämmöneristämisen kokonaiskustannukset kahden vuoden päästä.

Euriborkorko	0,585 %				
KNAUFINSULATION	534927 €	ISOVER	335857,5 €	SPU	286024,6 €
rahan arvo 2 vuoden päästä	528722,85 €		331962,1819 €		282707,3 €
Rahan arvon heikentyminen	6204,1515 €		3895,318104 €		3317,35 €

Taulukosta 13 huomataan kahden vuoden päästä rahanarvon heikentyneen muutamalla tuhannella eurolla nykyisestä. Kahden vuoden päästä taloyhtiö tarvitsee noin 3300€ – 6200€ enemmän pääomaa sijoitettavaksi remonttiin kuin tänäpäivänä.

6 Korjaussuunnitelma

Opinnäytetyön kolmannessa osiossa tarkastellaan asunto-osakeyhtiö Mäntylän rakenteellista kuntoa, riskirakenteita ja suunnitellaan miten rivitaloyhtiö saadaan korjattua. Apuna työssä käytettiin YH-Itä-Savo Oy:n 2010 vuonna tekemää kuntoarviota [1] ja jokaisesta rivitaloista erikseen olleita rakennuslupakuvia [11].

Kuntoarvion perusteella [1] pystyttiin rajaamaan aihetta paljon ja keskittymään olennaiseen. Huonoimmassa kunnossa taloyhtiössä on yläpohja. Myös muita ongelmakohtia esiintyy suunnitelmassa. Useammassa asunnossa kylpyhuoneessa oli ongelmia, jotka käydään läpi tässä suunnitelmassa.

Tämän osan suurin työ oli uusien julkisivukuvien piirtäminen ja leikkauskuvien mallintaminen korjatuista rakenteista. Opinnäytetyön liitteenä on G, F, A ja K talon julkisivukuvat (liitteet 1–4) ja leikkauskuva Isover lämmöneristyksellä (liit-

teet 5–6). Liitteenä ei ole kaikkia talojen julkisivukuvia, koska talot ovat peilikuvia toisillensa.

6.1 Korjaushistoria

Osissa käydään läpi taloyhtiön korjaushistoriaa. Taloyhtiöön on tehty noin 30 vuoden aikana useita korjauksia ja korjauksia on tulossa tulevaisuudessa lisää.

Taloyhtiöön on uusittu 1998 C - ja D- talojen sadevesijärjestelmät ja kylpyhuoneiden lattiakaivojen yleiskorjaus, 2001 G- ja H- talojen sadevesijärjestelmät ja ulkopuoliset lämminvesijohdot, 2002 B- talon yläpohja ja sadevesiviemärit ja salaojat, 2002 korvausilmaventtiilit ja ilmanvaihto muutettu pakkokytkentään, 2004 korkeiden osien räystäskourut vaihdettu, 2007 kaukolämmön alajakokeskus uusittu, 2011 ulko-ovien uusinta ja 2012 kaukovesiputkien ja lämmityspatteiden uusinta [1].

6.2 Riskirakenteita

Tässä osiossa käydään läpi riskirakenteita, joita esiintyy rivitalo-osakeyhtiön taloissa. Riskirakenne on rakenne joka ei toimi rakennusfysikaalisesti oikein ja aiheuttaa rakennuksessa haittaa, kuten rakenteiden homehtumisen.

Riskirakenteista jokainen voi selvittää enemmän Ympäristöministeriön viisi vuotta kestävästä kosteus ja hometalkoot hankkeen kautta. Hometalkoot hanke on tarkoitettu pienrakentajille, jotka voivat etsiä omasta asunnosta riskirakenteita [38].

6.2.1 Yläpohjan riskirakenteita

Tuulettumaton yläpohjarakenne on riskirakenne, joka aiheuttaa talon yläpohjassa homehtumista ja kosteusongelmia. Tuulettumattomuuden takia yläpohja ei pääse tuulettumaan, joten kaikki kosteus kuorma mikä kohdistuu yläpohjaan jää yläpohjan sisään.

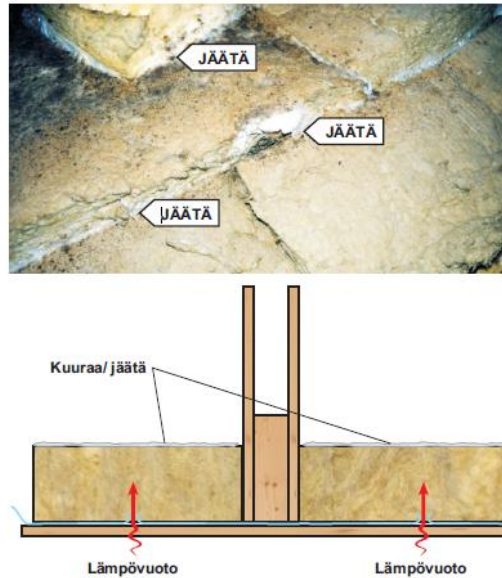
Taloyhtiössä niin ikään on vajaasti tuulettuva yläpohja, koska katon lappeilla on tuuletusaukot, mutta rakennusten päätykolmioista puuttuu tuuletus aukot. Ylä-

pohjaan saattaa kertyä talven aikana jäätä. Jään sulaessa keväällä vesi kastelee eristeet ja antaa homeelle erinomaisen kasvualustan. Seuraavassa kuvassa on esitetty jään kertyminen yläpohjaan.

PIENTALOJEN RISKIRAKENTEET

Vauriot, vaurioiden aiheuttajat

29B YLÄPOHJAN HÖYRY/
ILMASULUN VUODOT



VAURIOIT

- Yläpohjaan kehittyy talvella jäätä, kuuraa ja kosteutta.
- Yläpohjan rakenteet voivat kosteusvaurioitua.

VAURION AIHEUTTAJA

- Yläpohjan höyrösulku vuotaa.
- Yläpohjan tuuletus voi olla puutteellinen tai sitä ei ole ollenkaan.



Kuva 21. Yläpohjan vaurioita [38].

6.2.2 Ulkoseinän riskirakenteita

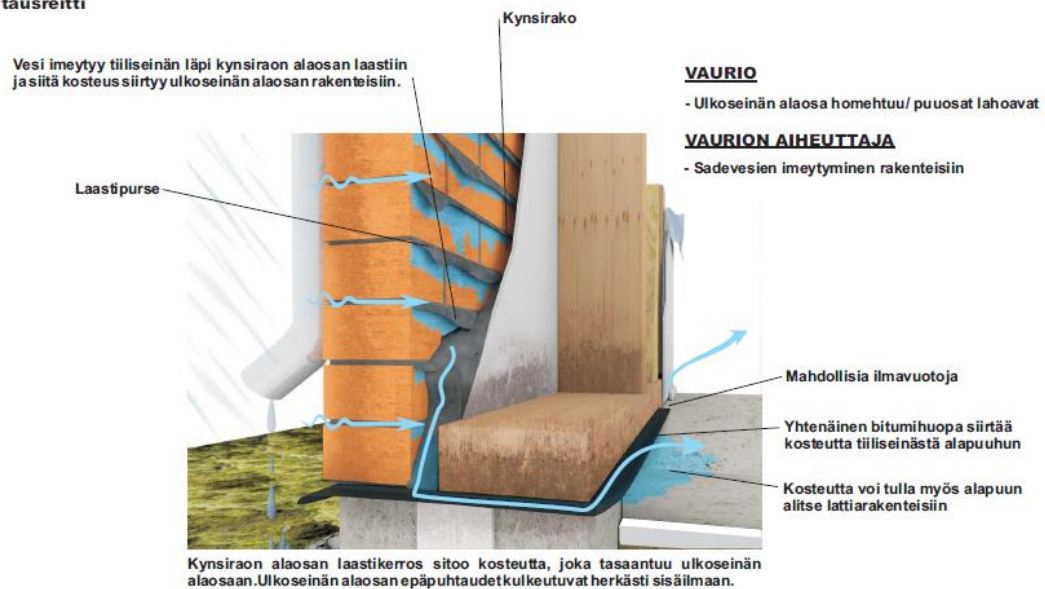
Tuulettumaton ulkoseinärakenne on riskirakenne, koska ulkoseinä ei pääse tuulettumaan, jolloin ulkoseinän alaosaan kertyy yleensä kosteutta. Taloyhtiön tiiliseinissä alimman tiilirivin joka toinen sauma ei ole auki. Ulkoseinä ei tuuleteta alaosastaan, jolloin kaikki kosteus kuorma vaikuttaa ulkoseinän alaohjaus puuhun.

Kosteus voi pahimmillaan imeytyä eristeisiin, jolloin niiden pinta tulee homeelle ihanteelliseksi kasvualustaksi. Seuraava kuva ilmaisee hyvin kuinka kosteus liikkuu rakenteessa, kun ilmarako eli tiiliseinän kynsirako on tukittu.

PIENTALOJEN RISKIRAKENTEET

Kosteuden siirtyminen rakenteessa
Ilmavirtausreitti

04C TIILISEINÄN KYNSIRAKO



Kuva 22. Ulkoseinän ilmarako tukittu [38].

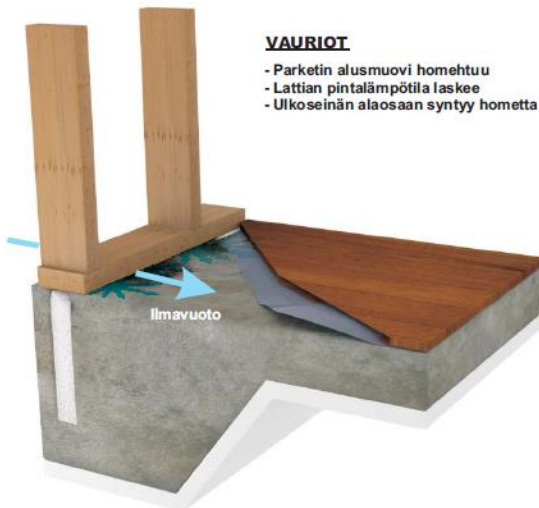
6.2.3 Alapohjan riskirakenteita

Reunavahvistetuissa laatoissa, joissa eriste on reunavahvisteen sisällä, luokitellaan riskirakenteeksi. Eristeen painuessa eristeen ja alaohjauspuun välistä pääsee ilmavutoja rakennuksen sisälle, joka tuo samalla kosteutta rakenteisiin.

Yleensä seinä ja lattian raja on kylmä talvisin reunavahvisteisissä laatoissa. Rivitaloyhtiössä on juuri tällainen rakenne, kuten edellisessä lauseessa on kuvailtu. Seuraava Kuva ilmaisee kuinka ilmavuto tulee rakennukseen ja tuo kosteutta alaohjauspuuhun.

PIENTALOJEN RISKIRAKENTEET

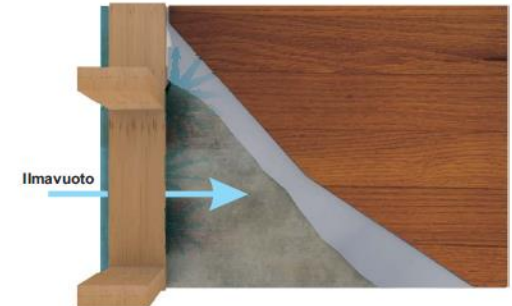
Rakennemalli, eristeet rikkoutuneet ja siirtyneet valussa
Vauriot ja niiden aiheuttajat
Kuntotutkimusmenetelmät



14C REUNAVAHVISTETTU LAATTA KYLMA-SILTOJEN VAIKUTUS RAKENTEESSA

VAURION AIHEUTTAJAT

- Kylmäsiilan aiheuttama lämpövuoto jäädyttää rakenteen.
Silloin kun ilmavuoto on runsasta voi sisäilmasta kondensoitua kosteutta rakenteisiin.



Kylmyys voidaan todeta joko infrapunamittarilla tai lämpökuvauksella.

Kuva 23. Reunavahvisteen ilmavuoto [38].

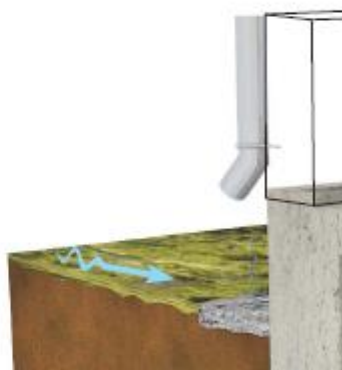
6.2.4 Maapohjan riskirakenteita

Maapohjan kallistus sokkeliin päin on riskirakenne, joka aiheuttaa lisää kosteuskuormaa sokkeliin. Kosteus rapauttaa sokkelin pinnan ja kosteus saattaa imeytyä alaohjauspuun kautta muuhun rakenteeseen.

Seuraavasta kuvasta huomataan maanpinnan kosteuden valuvan kohti sokkeliä. Taloyhtiön muutamissa taloissa maanpinta viettää kohti sokkeliä ja osassa sokkeleista on pinta rapautunut.

PIENTALOJEN RISKIRAKENTEET

Kosteuden siirtymät, vauriot ja niiden aiheuttajat
Kuntotutkimus



Kuva 24. Maapohjan kallistus sokkeliin [38].

6.3 Kunto ja korjaukset

Tässä osiossa tarkastellaan taloyhtiön rakenteiden kuntoa ja korjauksia. Osiossa käydään läpi ongelma kohdat ja ehdotetaan ongelmalle korjausehdotus.

6.3.1 Yläpohjarakenne

Tarkastellaan rivitalojen yläpohja ja katon kuntoa ja korjauksia. Katto materiaalina on tiilikate, joka on sammaloitunut ja osa tiilistä on hajonnut. Lumiesteiden kohdalta kattotiilet ovat hajonneet ja katossa on aukkoja yläpohjaan, josta vesi pääsee villoihin. Seuraavasta kuvasta käy ilmi kuinka isoja reiät ovat lumiesteiden kohdalla.



Lumiesteen jalkojen kohdalla on katto tiiliä rikki ainakin A, E ja F taloissa

Kuva 25. Rikkinäisiä kattotiiliä [1].

Aluskate on kuntoarvion perusteella huonokuntoinen, joten se ei estä veden valumista yläpohjaan. Tiilikatteessa on aukkoja. Useissa yläpohjissa on eristämättömiä viemärintuuletusputkia. Putket ovat hyvässä kunnossa, mutta kondenssi veden takia putket tulisi eristää. Seuraavasta kuvasta näkyy tuuletusputki, jota ei ole eristetty.



viemärin tuuletusputket ovat hyvät, mutta eristämättä

Kuva 26. Eristämätön läpivienti [1].

Eristyksen puuttuessa yläpohjaan kondensoituu vettä, joka kastelee yläpohjan villat. Yläpohjassa ei ole päätykolmiossa tuuletusaukkoja, joka lisää kosteus riskiä yläpohjan päätyalueella.

Korjauksena kattoon suositellaan tiilikatteen poistamista ja aluskatteen korjaamista. Rikkinäiset kattotiilet tulee vaihtaa uusiin, mutta ehjät vanhat tiilet voidaan käyttää uudelleen. Vanhat tiilet tulee puhdistaa ja tarkistaa kunto. Kattotiilien asentamisen jälkeen tulee tiilikate pinnoittaa uudelleen suoja-aineella. Katon läpiviennit tulee myös uusia, jotta sadevesi valuu pois katolta hallitusti. Katolle tulee asentaa kattosillat ja turvalaitteet. Katolle asennetaan tuuletus putkia (liitteet 1–4) kuvien mukaisella tavalla kaikkiin taloihin. Päätykolmioon porataan tuuletus aukko, jotta päätykolmio tuulettuu asian mukaisesti. Nämä toimenpiteen ovat kiireellisiä, joten niiden asentaminen olisi suotavaa tehdä heti.

Päätykolmioiden tuuletusaukot tulisi aukaista heti ja olisi suotavaa asentaa katolle tuuletusputket, jotta yläpohja toimii oikein eikä vettä enää kondensoidu yläpohjaan.

Tein taloyhtiössä vapaa-ajalla havaintoja katoista ja en löytänyt katoilta lumiesiteitä, joten YH-Itä-Savo Oy:n tekemään kuntoarvioon tulee suhtautua varauksella rakenteita uudistaessa. Suosittelen kuntokartoitusta yläpohjien villojen osalta missä taloissa vesikate on rikki.

Yläpohjassa villat on vaihdettava uusiin, koska kuntoarvion mukaan yläpohjan eristeissä saattaa olla mikrobikasvustoa. Kaikki läpiviennit ja putket yläpohjassa korjataan ja yläpohjassa olevat putket eristetään.

6.3.2 Ulkoseinärakenteet

Tarkastellaan seinien kuntoa ja korjaustarvetta. Tiili vuoratuissa seinissä ei ole tuuletus aukkoja alimmassa tiilirivissä. Puuvuoratuista seinistä puuttui myös ilmarako.

Tiili on helposti vettä imevä materiaali, joten viistosade kastelee tiilen pahoin. Päätyseinissä alimassa tiilirivissä ei ole tuuletusrakoa, koska alimman kerroksen päätyseinät ovat betonielementtirakenteisia. Villana käytetään betonielementtiseinissä uravillaa, jolloin syntyy tuuletusväli.

Tiilijulkisivun alimpaan tiiliriviin tulee aukaista joka toinen sauma auki. Suosittelem myös aukaisemaan päätysiniin tuuletusraot. Puu vuorattuihin seiiniin tulee aukaista myös tuuletusrako. Ulkopuolisessa lisälämmöneristyksessä puretaan tiilijulkisivu, jolloin tiiliseinä korjataan oikeanlaiseksi.

Villojen vaihtamista ulkoseinään kannattaa miettiä, koska ulkopuolista kosteusrasitusta on paljon. Riskirakenteiden kosteuskuorman takia seinin villat voivat olla mikrobikasvustoisia. Seinien ohut rakenne ja lämpövirta on voinut lämmittää rakennetta ja kuivattaa villoja jolloin villat eivät ole päässeet kosteiksi.

Suosittelen seiiniin vielä kuntotutkimusta ennen kuin uudistetaan villat seinistä. Kehotan kuitenkin taloyhtiötä aukaisemaan tuuletusraot välittömästi seinistä, jotta rakenteet toimivat oikein.

6.3.3 Sokkeli ja maanpinta

Sokkeli on kuntoarvion [1] mukaan suuressa kosteus rasituksessa, koska se on päässyt osittain rapautumaan. Maanpinnan näkyvällä olevassa sokkelissa on halkeamia ja rapautumista (Kuva 28).



Sokkeleissa on vaurioita näkyvissä

Kuva 28. Vaurioita sokkelissa [1].

Ainakin taloissa E, F ja D on virheellinen maankallistus kuntoarvion mukaan. F talon maanpinta viistää kohti sokkeliä (Kuva 29).



F talon päädyssä maanpinnan kaato seinään päin

Kuva 29. Maan kallistus virheellinen [1].

Kallistuksen toteuttamattomuuden takia tulee miettiä niskaojia sellaisille alueille, jonka maaperä on kohti sokkeliä. Sokkeliin asennetaan ulkopuolelle IsoDrän eristelevy kuvan mukaan (liitteet 5–6). Reunavahvistetun laatan sisällä oleva eriste olisi syytä vaihtaa esimerkiksi XPS eristeeseen, jolloin kosteusvaikutus ei pääsisi vaikuttamaan sokkeliin. Maan sisällä olevaan seinään asennetaan ulkopuolelle paksu IsoDrän eristelevy.

IsoDrän eristelevy on kalliseriste mutta erittäin tehokas. Eristelevy poistaa erittäin hyvin kosteutta rakenteesta ja estää ulkopuolisen veden siirtymistä sokkeleihin. Mielestäni IsoDrän eristelevy on parempi vaihtoehto kuin laittaa patolevy sokkeliä vasten ja sen päälle tavan styrox-eristelevy. IsoDrän lämmöneriste eristää paremmin sokkeli rakenteen ja pitää sen paremmin lämpimämpänä [21].

Asuntojen sadevesikaivot tulee tarkistaa ja puhdistaa. Rakennuksissa, joissa ei ole sadevesikaivoa tulee niihin rakennuksiin välittömästi asentaa kaivot. Sadevesikaivon puute rakennusten vierellä on rakennusvirhe. Sadevesi kastelee maaperän, jolloin vesi imeytyy suoraan sokkelirakenteeseen.

Maanpinnan kallistuksen korjaus olisi suotavaa tehdä nopeasti, jotta ei kasteltaisi tahallisesti talojen perustuksia.

6.4 Yksittäisten asuntojen korjaukset

Tässä osiossa keskitytään YH-ltä-Savo Oy:n kuntoarviossa [1] esiintyneisiin huoneistokohtaisiin ongelmiin. Mietitään mistä ongelma johtuu ja kuinka se tulisi korjata. Huoneistot käydään läpi talosta A taloon K. Kosteusmittauksia on tehty pintakosteusmittarilla. Pintakosteusmittarit eivät ole välttämättä luotettavia vaan mielestäni ne ovat suuntaa antavia.

6.4.1 Talon A

Talossa A kylpyhuoneessa laattoja on irronnut, tapetit repeilleet ja yhdessä asunnossa kosteusjälki katossa. Taloon A on suositeltavaa yläpohjan ja katon korjaus.

- A1 asunnon kylpyhuoneen on alkuperäisen tapetin saumat auki ja lattias-ta mitattu kohonneita kosteusarvoja.
 - Asunnossa on syytä harkita tapetin vaihtamista tai saumojen lii-maamista uudelleen kiinni. Suosittelen kylpyhuoneen tapetin pois-toa ja laatoittamista, jonka alle asennetaan vedeneristys. Suihku-alueelle on muistettava asentaa kolminkertainen vedeneristys.
- A2 asunnon kylpyhuoneessa on samat ongelmat kuin asunnossa A1. Asunnossa toisessa kerroksessa on vanha kosteus jälki katon rajassa.

- Yläpohjassa on todennäköisesti kosteutta, jolloin yläpohjan korjaus on suositeltavaa.
- A3 asunnossa kylpyhuoneessa muovimaton päälle on asennettu lattialaatoitus.
 - Kiinnityslaasti tekee muovimatosta korpun, jolloin muovimatto elää laatoituksen alla ja laatoitus lähtee irti. Muovimaton hajotessa poistuu lattiasta vedeneriste. Muovimaton hajotessa irtoaa VOC ja PAH yhdisteitä jotka ovat terveydelle haitallisia aineita. VOC yhdisteet ovat orgaanisia yhdisteitä, jotka eivät ole niin vaarallisia, koska yhdistettä nousee koko ajan muovimatoista ja muoveista ja jne. PAH yhdisteet ovat polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä, jotka aiheuttavat syöpää ja mutaatioita.
 - Suosittelen kylpyhuoneen laatoituksen ja muovimaton purkamista ja laatoituksen asentaminen puhtaalle lattiapinnalle. Veden eristys tulee asentaa laatoituksen alle.
- A5 asunnossa kylpyhuoneen laatoista on osa irronnut.
 - Irtoamisen syynä on todennäköisesti huono kiinnityslaasti tai vedeneristyksen puuttuminen. Asennetaan laatoitus uudelleen, jonka alle asennetaan vedeneristys.

6.4.2 Talo B

Talossa B laattoja on irronnut kylpyhuoneessa ja yhdessä asunnossa puuttuu ilmarako ovesta ja yhden asunnon saunan paneelin ilmapäli oli tukittu villalla.

- B6 asunnossa puuttui kylpyhuoneen ovesta ilmarako.
 - Ovesta tulee olla ilmarako, jotta huoneiston poistoilmapuhallus toimii oikein. Huoneistosta ei lähde pois riittävän paljon käytettyä huoneilmaa, jos ilmarako on tukittu.
- B9 asunnossa kylpyhuoneen lattiamatto alkuperäinen ja irti lattiakaivon ympäriltä. Saunassa seinäpaneelin ilmapäli oli tukittu villalla.
 - Lattiamatto tulee kiinnittää uudelleen liimalla lattiaan, mutta suosittelen alkuperäisen maton uusimisen. Saunassa villa tulee ottaa pois paneelin ilmapälistä, koska saunan kosteus ei poistu oikein, jos ilmapäli on tukittu.

- B10 asunnossa kylpyhuoneen lattian muovimaton päälle on kiinnitetty laatta.
 - Suositellaan korjaukseksi sama toimenpide kuin asunnossa A3.
- B11 asunnossa kylpyhuoneen laatan saumat ovat kuluneet ja oven kynnyksestä puuttuu ilmarako.
 - Saumat tulee uusida ja ilmarako tulee tehdä jotta huoneiston jäteilma poistuu suunnitellusti.

6.4.3 Talo C

Asunnoissa on puutteita kylpyhuoneen kynnyksen ilmaraoissa.

- C12 asunnosta puuttuu kylpyhuoneen kynnyksestä ilmarako.
 - Ilmarako tulee avata kynnykseen, jotta ilmanvaihto toimii oikein.
- C13, C14 ja C15, asunnossa sama vika kuin asunnossa C12.

6.4.4 Talo D

Asunnoissa on ilmaraon puutteita kylpyhuoneen oven kynnyksessä ja alkuperäisiä kylpyhuonemateriaaleja esiintyy taloissa.

- D16 asunnossa puuttuu ilmarako kylpyhuoneen kynnyksestä.
 - Korjataan samalla tavalla kuin asunnossa C12.
- D17 asunnossa kylpyhuoneessa alkuperäinen tapetti ja muovimatto, jotka halkeilevat. Lattiamaton ylösnoston nurkkasauma on halki suihkunurkkauksessa. Ilmarako puuttuu kylpyhuoneen kynnyksestä.
 - Kylpyhuoneeseen tulee uusia lattiamatto ja tapetti, koska maton halkeillessa sen vedeneristävyyskyky heikkenee ja mahdollisesti kastelee talon alapohjarakenteen. Ilmarako tulee asentaa kynnyksen, jotta ilmanvaihto toimii oikein.
- D18 asunnossa puuttuu ilmarako samoin kuin asunnossa D17
- D19 asunnossa laattoja irti lattiakaivon ympäriltä ja lattialaatat on asennettu vanhan muovimaton päälle
 - Korjataan samalla tavalla kuin asunto B9

6.4.5 Talo E

Asunnoissa esiintyy ilmaraon puutteita kylpyhuoneen kynnyksessä.

- E20, E21 ja E25 asunnoissa kylpyhuoneen oven kynnyksestä puuttuu ilmarako.
 - Korjataan samalla tavalla kuin asunto D17 ilmaraon osalta.
- E22 asunnossa on kohonneita kosteusarvoja suihkunurkkauksessa.
 - Asunnossa suihkunurkkauksessa on joko käyty suihkussa tai seinästä puuttuu vedeneriste. Vedeneristysten puuttuessa tulee laatoitus poistaa ja kolminkertainen vedeneristys.

6.4.6 Talo F

Talossa F esiintyy monella asukkaalla kylpyhuoneessa muovimaton päälle asennettu lattialaatoitus ja yhdessä asunnossa saunan seinäpaneelin ilmarako tukittu uretaanilla.

- F26 asunnossa WC:n IV-venttiilin kaulus on painunut.
 - Tarkistetaan IV-putkiston kannattajat ja korjataan painuma.
- F27, F28 ja F31 asunnossa kylpyhuoneessa lattialaatoitus on tehty vanhan muovimaton päälle.
 - Korjataan samalla tavalla kuin asunnossa A3
- F29 asunnossa on kohonneita kosteusarvoja suihkunurkkauksessa.
 - Johtopäätökset ja korjaukset samalla tavalla kuin asunnossa E22
- F30 asunnossa on saunan paneelin ilmarako tukittu uretaanilla.
 - Korjataan samalla tavalla kuin asunto B9
- F31 asunnossa kylpyhuoneessa kosteusjälki katossa. Keväisin tulee vettä katosta.
 - Tiilikatteessa ja aluskatteessa on reikiä, joten katon uusiminen on välttämätön. Korjataan katon sisälevy ja asennetaan tuuletusväli kylpyhuoneen ja yläpohjan väliin.

6.4.7 Talo G

Talossa ei ole kuin pieniä vikoja kuten putkien uudelleen kiinnittäminen ja hieman korkeita kosteusarvoja, jotka voi tulkita helposti väärin.

- G35, G36 ja G37 asunnoissa lämmitysputkia ei ole kiinnitetty seiniin ja suihkun alueella kohonneita kosteusarvoja.
 - Putket tulee kiinnittää uudelleen. Suihku alueella joko käyty suihkussa tai seinästä puuttuu vedeneristys. Vedeneristyksen puuttuessa tulee purkaa seinälaatoitus ja asentaa kolminkertainen vedeneristys.

6.4.8 Talo H

Talossa esiintyy vanhan muovimaton päälle laatoitettuja lattioita ja kynnyksraon puutetta kylpyhuoneen ovissa. Yhdessä asunnossa on liian pieni poistumistieaukko etu pihalla.

- H38 ja H42 asunnoissa kylpyhuoneen lattialaatoitus on asennettu vanhan muovimaton päälle.
 - Johtopäätökset ja korjaukset samalla tavalla kuin asunnossa A3
- H39 ja H40 asunnoissa on kylpyhuoneen kynnyksen ilmarakotukittu
 - Ilmarako tulee avata, jotta ilmanvaihto toimii oikein.
- H43 asunnossa sisäänkäynnin poistumistie liian ahdas
 - Poistumistien kooksi tulee tehdä aukko joka on minimi kooltaan 900mm leveä ja 2100mm korkea.

6.4.9 Talo I

Talossa esiintyy kohonneita kosteusarvoja ja alkuperäisiä kylpyhuone materiaaleja.

- I44, I45, I46 ja I47 asunnoissa puuttuu ilmarako kylpyhuoneen oven kynnyksestä.
 - Avataan ilmarako, jotta ilmanvaihto toimii oikein asunnoissa.
- I46 asunnoissa kylpyhuoneen tapetin saumat auki lattiakaivon ympäriltä.

- Auki olevan sauman takia vettä pääsee rakenteen sisään, joka aiheuttaa pahimmassa tapauksessa kosteusvaurion. Saumat korjataan tai suosittelen uuden maton asentamista kylpyhuoneeseen.
- I47 asunnossa on kohonneita kosteusarvoja kylpyhuoneen lattian suihkun alueelle.
 - Kylpyhuoneessa on joko käyty suihkussa tai lattiasta puuttuu vedeneristys. Vedeneristyksen puuttuessa tulee laatoitus purkaa ja asentaa uusi kolminkertainen veden eriste suihku alueelle.

6.4.10 Talo J

Talossa esiintyy ilmaraon puutteita kylpyhuoneessa ja samojen halkeilua kylpyhuoneen muovimatossa.

- J48 ja J49 asunnoissa puuttuu ilmarako kylpyhuoneen kynnyksestä.
 - Aukaistaan kynnyksen ilmarako, jotta ilmanvaihto toimii oikein.
- J48 asunnossa kylpyhuoneen muovimaton saumat auki.
 - Muovimaton saumojen ollessa auki ei matto toimi enää vedeneristeenä. Maton saumat tulee tiivistää tai suosittelen maton uusimista.

6.4.11 Talo K

- K51 ja K52 asunnoissa on ilmarako tukittu kylpyhuoneen oven kynnyksessä.
 - Ilmarako tulee avata, jotta ilmanvaihto toimii oikein.

6.4.12 Yhteenveto huoneistojen ongelmista

Asunto-osakeyhtiö Mäntylän huoneistoissa esiintyy monella asukkaalla vanhan muovimaton päälle laatoitettuja lattioita. Lattiatyyppi oli hyvin yleinen tapa vielä 1980 - 2000 luvulle asti. Lattiassa oletettiin muovimaton toimivan vedeneristeenä, joten laatoituksen voi laittaa huoletta maton päälle. Rakenteessa ei ole otettu huomioon kuinka materiaalit käyttäytyy toistensa kanssa. Monissa kohteissa on havaittu, että kiinnityslaasti kuivattaa muovimaton, joka tuhoaa

laatoituksen alla olevan vedeneristeen ja aiheuttaa samalla huoneilmaan erilaisia haitallisia yhdisteitä.

Monissa asunnoissa tavattiin kylpyhuoneen ilmaraon puuttumista ovesta. Ilmaraon ollessa tukittu ei huoneiston ilmanvaihto toimi oikein. Ilmanvaihdon toimimessa väärin ei huoneistosta poistu riittävää määrää jäteilmaa, joka aiheuttaa erilaisia oireita ihmisissä kuten väsymystä ja päänsärkyä.

Kosteuspitoisuuksia mitattiin kuntoarviossa pintakosteusmittarilla, joka osoitti monien asuntojen kylpyhuoneissa olevan korkeita kosteusarvoja. Pintakosteusmittari ei kerro missä pinnassa kosteutta esiintyy. Mittari voi mitata esimerkiksi maapohjan kosteutta tai toisena vaihtoehtona on asukkaan käyminen suihkussa kasvattaa kosteus arvoa materiaalissa.

Useissa asunnoissa oli alkuperäinen tapetti ja muovimatto kylpyhuoneessa, joka pitäisi uusia, koska 30 vuoden aikana matto kutistuu ja muuttuu kovaksi. Kovuuden takia matto ei enää elä ja saumat halkeaa, jolloin veden pääsyä ei estetä millään tavalla pääsemästä rakenteisiin.

Muutamissa asunnoissa huomattiin kosteusjälkiä katossa, jonka aiheuttaa keväällä yläpohjasta tuleva vesi. Jäätynyt vesi sulaa yläpohjassa keväällä, jolloin vesi pääsee sisäkattorakenteeseen. Veden kastellessa katon on myös tutkittava höyrynsulun mahdollinen puuttuminen tai onko se osittain hajonnut. Vesi pääsee yläpohjaan tiilikatteen ja aluskatteen heikon kunnon takia.

7 Pohdinta

Olen suunnitellut As. Oy Mäntylälle lisälämmöneristämisen erivaihtoehdoille, olen tutkinut rakennuksenvaihan energiatehokkuutta ja suunnitellut korjausratkaisuja. Lisälämmöneristämisen perusteella opin kuinka paljon ulkopuolinen ja sisäpuolinen lisälämmöneristäminen poikkeaa kustannuksiltaan toisistaan. Työkustannukset ovat sisäpuolisessa lisälämmöneristämässä halvemmat, koska ei tarvitse purkaa rakennusten ulkopuolista tiilivuorausta. Opinnäytetyön avulla opin havainnollistamaan kuinka helposti eristepaksuus tulee kasvamaan, kun tähdätään energiatehokkaaseen rakennukseen. Opin myös havainnollistamaan rakennusosien ja kokonaisuuden takaisinmaksuaikaa. Opinnäytetyö tärkeimpä-

nä päätelmänä pidän vanhojen ikkunoiden uusimisen tarpeen kannattavuutta ja yläpohjan korjaamisen pikaista parannusta.

Hintoja kysellessä eri eristevalmistajilta tuli itselleni erittäin positiivinen kokemus kuinka valmistajat ovat valmiita auttamaan työssä ja antoivat mielellään hintatietoja omista eristeistä. Valmistajat myös kehottivat työhön katsomaan omien tuotteiden asennustapoja ja leikkauskuvia lisälämmöneristämisestä.

Jaoin opinnäytetyön kolmeen eri osa-alueeseen. Ensimmäisessä osiossa tarkastellaan lisälämmöneristämisen vaihtoehtoja ja valitaan niistä kolme järkevintä vaihtoehtoa, vaikka ei saavuteta nykypäivän U-arvoa. Toisessa vaiheessa lasketaan rakennuksenvaipan lämpöenergia häviö ja määritetään lisälämmöneristys vaihtoehtoilta takaisinmaksuaika. Kolmannessa osiossa käsitellään kohteen riskirakenteet ja kerrotaan kuinka rakenteet tulee korjata. Korjaussuunnitelma osion vaativin osuus oli yhdentoista rivitalon julkisivukuvien ja leikkauskuvien uudelleen piirtäminen, joka oli viimeisen osan tärkein alue. Opinnäytetyön aikana olen oppinut paljon AutoCad piirustustaitoja. Toivon, että Asunto-osakeyhtiö Mäntylälle on hyötyä tästä suunnitelmasta ja toivon sen auttavan toteutusvaiheessa.

Mielestäni Suomen kaitaisessa maassa on paljon vanhaa rakennuskantaa, jota tulisi korjata ja huoltaa säännöllisesti. Huoltojen ja korjausten laiminlyönti yleensä johtaa huonoihin lopputuloksiin kuten homehtuneisiin ja kosteusvaurioituneisiin rakenteisiin. Mielestäni kustannukset ohjaavat liikaa korjaamista ja sen tarvetta, kun tarpeen määrä olisi suurempi. Kustannukset myös ohjaavat korjausten laatua, vaikka korjausten laadun tulisi olla aina huippuluokkaa, koska puhutaan ihmisten terveydestä. Rakennusvirheistä, huolimattomasta huollosta ja korjaustoimista yleensä kärsii asukas, jolla on mahdollisuus sairastua vakavasti rakennuksen sairastavuuden takia.

Tulevaisuudessa toivot asuntojen ostajien saavan enemmän tietoja rakennusten kunnosta, korjauksista ja huolloista ennen kuin he tekevät päätökset asunnon ostamisesta vaikka asunnossa olisikin se unelmien vuolukivitakka ja poreamme.

Suomessa on paljon vanhoja rakennuksia, joita tulisi lisälämmöneristää, jotta päästäisiin pienempään lämpöenergia tarpeeseen. Lisälämmöneristämällä päästäisiin lähemmäksi passiivitaloja. Vanhojen talojen päivittämistä passiivitaloksi las-
kisi lämpöenergian kulutus suurelta osin ja säästettäisiin luonnonvaroja tulevai-
suutta varten.

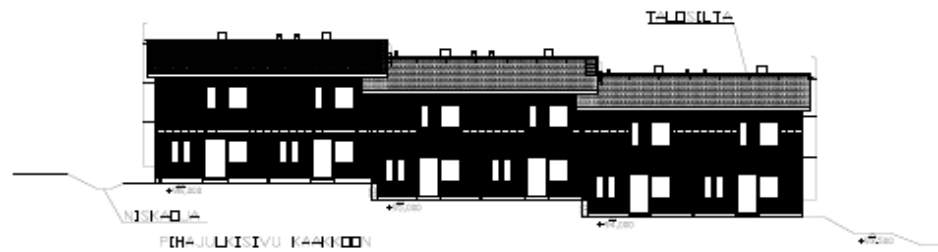
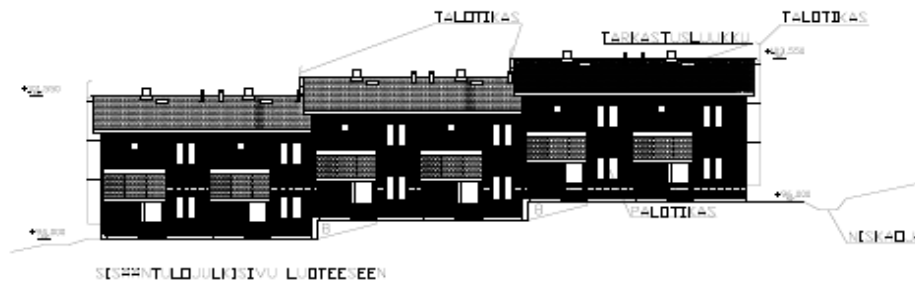
Lähteet

1. YH-Itä-Savo Oy. AS Oy Mäntylän kuntoarvio. 2010.
2. Rakentaja.fi. Rakennusalan termit. 2013.
<http://www.rakentaja.fi/indexfr.aspx?s=/sanasto/#.UoSPVOJmM40>
3. RT 81-10524-ohjelmatiedosto. Pientalon perustukset ja alapohjan liittymät. Rakennustieto Oy. 1993.
4. ISOVER Oy. 2013. ISOVER Rakennekirjasto 2013. Korjausrakennekirjasto.
5. Ympäristöministeriö. 16.3.2012. C4 Suomen rakennusmääräyskokoelma 16.3.2012. Lämmöneristys ohjeet 2012.
6. Puuinfo.fi. 2012. Puurakenteen U-arvon määrittäminen. Versio 1.03.2012.
<http://www.puuinfo.fi/rakentaminen/mitoitusohjelma/puurakenteen-u-arvon-maarittaminen>
7. Ympäristöministeriö. 2013. Ympäristöministeriön asetus 4/2013 rakennuksen energiatehokkuuden parantaminen korjaus- ja muutostöissä.
8. Eneri Oy. 2013. AS Oy Mäntylän energiatodistus.
9. Isover.fi. 2014. ISOVER KL-32 eristyslevyn tekniset tiedot.
<http://www.isover.fi/tuotteet/rakennuseristeet/kevyet-rakennuseristeet/2576/isover-kl-32>
10. Knaufinsulation.fi. 2014. Suprafil Frame puhallusvillan tekniset tiedot.
<http://www.knaufinsulation.fi/fi-fi/tuotteet/puhallettavasivilla/supafil%C2%AE-frame.aspx>
11. Spu.fi. 2014. Vintti-lita eristyslevyn tekniset tiedot.
www.spu.fi/tuotteet/tuote/spu-vintti-iita/
12. Isover.fi. 2014. Isover puhallusvillan tekniset tiedot.
<http://www.isover.fi/tuotteet/rakennuseristeet/puhallusvilla/2536/isover-puhallusvilla>
13. Asunto-osakeyhtiö Mäntylän rakennuslupa asiakirjat 1981.
14. Mika Vuolle. 2013. Osa1 energiatehokkuus laki ja asetus. EQUA Energiatehokkuuskoulutus materiaali.
15. Mäkinen Tero. Sähköposti H. Paakinaholle 2014. Suprafil Frame puhallusvillalla eristäminen. tero.makinen@knaufinsulation.com. 4.2.2014.
16. Spu.fi. 2014. SPU detaljikirjasto.
www.spu.fi/suunnittelu/detaljikirjasto
17. Syrjänen, M. 2014. Myyntipäällikkö. SPU Oy. Puhelinhaastattelu 8.2.2014
18. Isover.fi. 2014. Isover tuulenojaimen tekniset tiedot.
<http://www.isover.fi/tuotteet/rakennuseristeet/puhallusvilla/2537/isover-tuulenojain>
19. Oikkonen. K. AS Oy Savonlinnan Mäntylä ikkunasaneeraus. Siilinjärvi. Pihlavan Ikkuna Oy.
20. Oikkonen. K. 2014. Pihla-myyjä. Pihalavan ikkuna Oy. Puhelinhaastattelu 17.2.2014.
21. isodan.fi. 2013. IsoDrän eristelevyn käyttökohteet.
<http://www.isodran.fi/isodran-levy/>
22. Senera.fi. 2014. Poistoilma lämmöntalteenottolaitteen toiminta.
http://www.senera.fi/Rivi_ja_kerrostalot/Poistoilman_lammon_talteenotto/#1
23. energia.fi. 2013. Kaukolämmön hinnat 1.7.2013.
<http://energia.fi/tilastot/kaukolammon-hinnat-tyyppitaloissa-eri-paikkakunnilla>
24. Lindlöf Jyrki. Sähköposti H. Paakinaholle 2014. Isover KL-32 Tuotteiden hinnat. jyrki.lindlof@saint-gobain.com. 4.2.2014.
25. Lindlöf. J. 2014. Aluemyyntipäällikkö. Isover Oy. Puhelinkeskustelu 6.2.2014

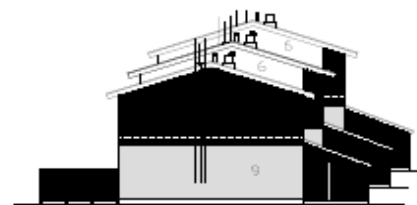
26. Syrjänen Mikko. Sähköposti H. Paakinaholle 2014. SPU tuotteiden hintoja. mikko.syrjanen@spu.fi. 4.2.2014.
27. Klara Net – internetohjelma, rakennus- ja korjaushankkeiden kustannuslaskenta ohjelma. Rakennustieto Oy 2013.
28. Ratu F41-0362–ohjelmatiedosto. Tiilikaton purku ja uusiminen tai kunnostaminen, Menekit ja menetelmät 2010. Rakennustieto Oy 2010.
29. Ratu 61-0300–ohjelmatiedosto. Lämmöneristys, menekit ja menetelmät 2007. Rakennustieto Oy 2007.
30. Ratu F6-0319–ohjelmatiedosto. Seinän ja katon levytyksen purku ja uusiminen, menekit ja menetelmät 2008. Rakennustieto Oy 2008.
31. Ratu 52-0261–ohjelmatiedosto. Ovi- ja ikkunatyö, menekit ja menetelmät 2003. Rakennustieto Oy 2003.
32. Ratu F31-0343–ohjelmatiedosto. Ulkoseinän eristerappaus, menekit ja menetelmät 2009. Rakennustieto Oy 2009.
33. Ratu 56-0265–ohjelmatiedosto. Puuverhous, menekit ja menetelmät 2003. Rakennustieto Oy 2003.
34. Ratu 82-0379–ohjelmatiedosto. Purkutyö, menekit ja menetelmät 2011. Rakennustieto Oy 2011.
35. finanssivalvonta.fi. 2014. Diskonttaus muuntaa tänään ja tulevaisuuden maksettavan rahan vertailukelpoiseksi.
http://www.finanssivalvonta.fi/fi/Finanssiasiakas/Tuotteita/Lainat/Asuntolainat/Lyhennystapa/Pages/Rahan_aika-arvo.aspx#.Uyvkm_l_u-0
36. op.fi. 2014. Euribor ja OP-prime korko.
<https://www.op.fi/op/henkiloasiakkaat/lainat/korot-ja-hinnat/euribor-ja-op-prime?id=20610&srcpl=3>
37. suomenpankki.fi. 2014. Euriborkorot 19.3.2014.
http://www.suomenpankki.fi/fi/tilastot/korot/Pages/tilastot_markkina-ja_hallinnolliset_korot_euribor_korot_today_fi.aspx
38. hometalkoot.fi. 2014. Pientalon riskirakenteita.
<http://uutiset.hometalkoot.fi/talkootiedot/koulutus-patevoityminen-ja-tutkimus/tunnista-ja-tutki-riskirakenne-opetusmateriaali.html>

F - talo Julkisivukuvat.

1. BETONITILI
2. POLTETTI HOIKKUTILI
3. PANEELI
4. LÄMPÖERISTYS
5. LAUT-
6. BELTI
7. TERÄS
8. HOIKKUNOCTUS
9. BETONIRAPPAUS



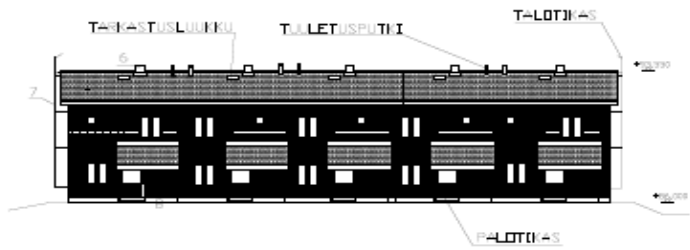
PÄRTY LÖUNAAKSEEN



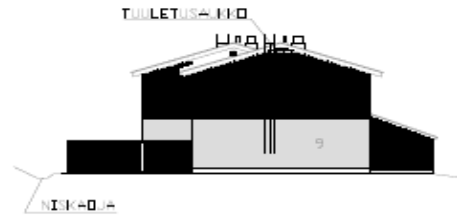
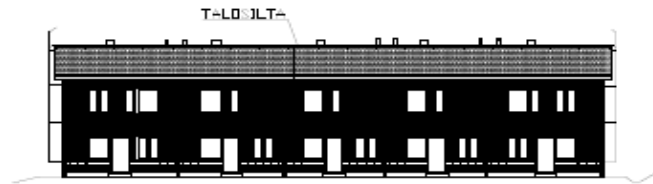
PÄRTY KOLLIKSEEN

NO	VIITE	YKSIKÖ	MÄÄRÄ	YKSIKÖ	YHTEENSÄ
1	1000000	m ²	1000	m ²	1000
2	1000000	m ²	1000	m ²	1000
3	1000000	m ²	1000	m ²	1000
4	1000000	m ²	1000	m ²	1000
5	1000000	m ²	1000	m ²	1000
6	1000000	m ²	1000	m ²	1000
7	1000000	m ²	1000	m ²	1000
8	1000000	m ²	1000	m ²	1000
9	1000000	m ²	1000	m ²	1000

A - Talon julkisivukuvat.

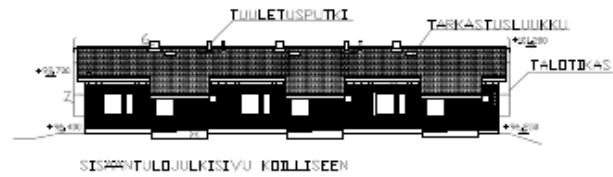


1. TETOITILI
2. POLTETTU MODULITILI
3. PANEELI
4. LAMALPÄÄTE
5. LÄYTÄ
6. TELTI
7. TERÄS
8. KÖHÖNNOITUS
9. TETONIRAPPAUS

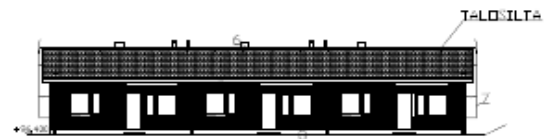


Yksikkö	Kuutiokanta	Kuutiokanta
1-4	100	100
5-8	100	100
9	100	100
Kokonaan	300	300
1-4	100	100
5-8	100	100
9	100	100

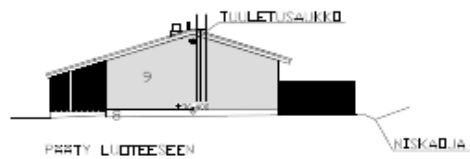
K – Talon julkisivukuvat



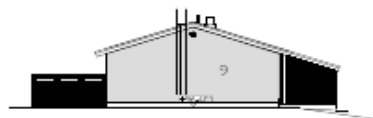
SISÄNTULOJULKISIVU KOILLISEEN



PÄIJULKISIVU LÖUNÄÄSEEN



PERÄTUOTEENEEN

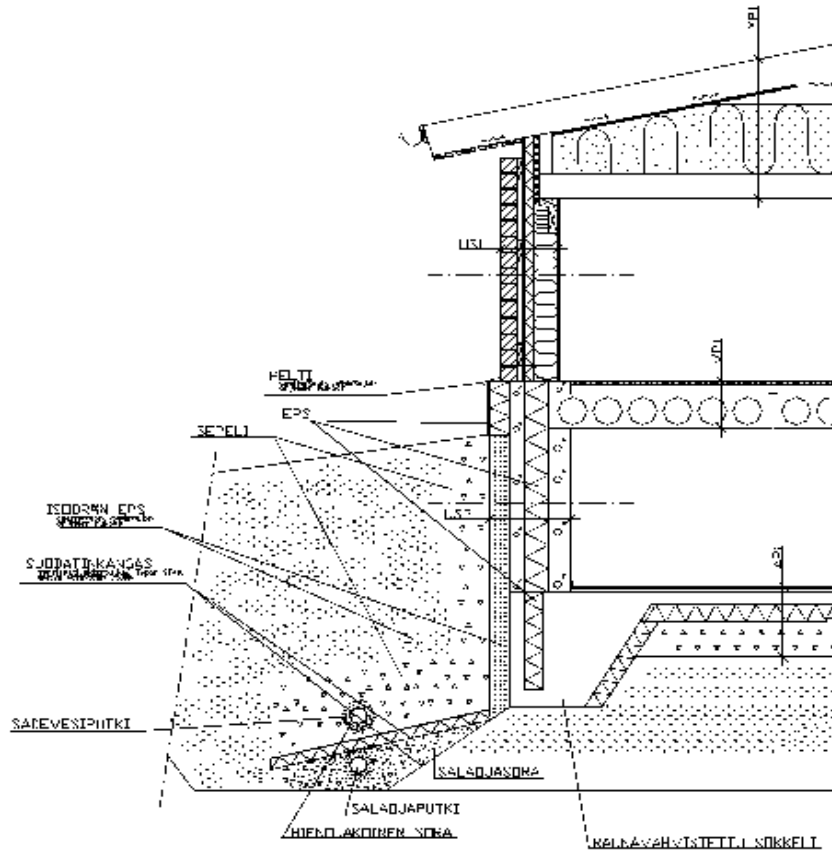


PERÄTUOTEENEEN

1. BETONITILI
2. POLTETTU MODUULITILI
3. PANEELI
4. LOHOLAUIKOITUS
5. LAUTS
6. PELTI
7. TERÄS
8. RÖUHEPINNOITUS
9. BETONIRAPPAUS

LUK.	LUKUN NIMI	YK.	YK. MÄÄRÄ	YK. HINNAT	YK. HINNAT
1	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
2	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
3	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
4	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
5	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
6	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
7	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
8	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
9	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
10	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
11	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
12	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
13	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
14	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
15	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
16	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
17	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
18	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
19	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
20	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
21	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
22	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
23	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
24	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
25	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
26	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
27	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
28	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
29	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
30	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
31	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
32	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
33	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
34	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
35	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
36	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
37	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
38	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
39	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
40	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
41	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
42	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
43	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
44	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
45	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
46	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
47	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
48	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
49	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
50	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
51	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
52	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
53	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
54	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
55	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
56	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
57	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
58	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
59	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
60	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
61	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
62	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
63	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
64	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
65	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
66	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
67	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
68	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
69	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
70	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
71	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
72	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
73	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
74	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
75	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
76	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
77	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
78	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
79	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
80	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
81	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
82	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
83	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
84	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
85	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
86	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
87	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
88	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
89	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
90	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
91	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
92	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
93	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
94	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
95	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
96	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
97	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
98	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
99	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00
100	MAKSETTU	1	1	0,00	0,00

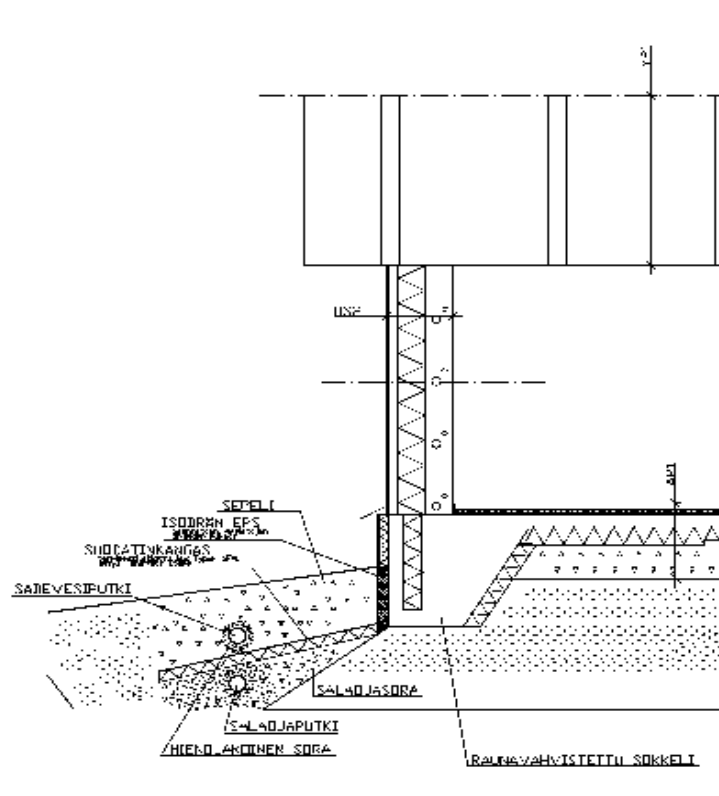
A, B, E, F, G ja H - Talon leikkauskuvat.



NO	LAU	LAU	LAU
1	100mm	100mm	100mm
2	100mm	100mm	100mm
3	100mm	100mm	100mm
4	100mm	100mm	100mm
5	100mm	100mm	100mm
6	100mm	100mm	100mm
7	100mm	100mm	100mm
8	100mm	100mm	100mm
9	100mm	100mm	100mm
10	100mm	100mm	100mm
11	100mm	100mm	100mm
12	100mm	100mm	100mm
13	100mm	100mm	100mm
14	100mm	100mm	100mm
15	100mm	100mm	100mm
16	100mm	100mm	100mm
17	100mm	100mm	100mm
18	100mm	100mm	100mm
19	100mm	100mm	100mm
20	100mm	100mm	100mm
21	100mm	100mm	100mm
22	100mm	100mm	100mm
23	100mm	100mm	100mm
24	100mm	100mm	100mm
25	100mm	100mm	100mm
26	100mm	100mm	100mm
27	100mm	100mm	100mm
28	100mm	100mm	100mm
29	100mm	100mm	100mm
30	100mm	100mm	100mm
31	100mm	100mm	100mm
32	100mm	100mm	100mm
33	100mm	100mm	100mm
34	100mm	100mm	100mm
35	100mm	100mm	100mm
36	100mm	100mm	100mm
37	100mm	100mm	100mm
38	100mm	100mm	100mm
39	100mm	100mm	100mm
40	100mm	100mm	100mm
41	100mm	100mm	100mm
42	100mm	100mm	100mm
43	100mm	100mm	100mm
44	100mm	100mm	100mm
45	100mm	100mm	100mm
46	100mm	100mm	100mm
47	100mm	100mm	100mm
48	100mm	100mm	100mm
49	100mm	100mm	100mm
50	100mm	100mm	100mm

NO	LAU	LAU	LAU
1	100mm	100mm	100mm
2	100mm	100mm	100mm
3	100mm	100mm	100mm
4	100mm	100mm	100mm
5	100mm	100mm	100mm
6	100mm	100mm	100mm
7	100mm	100mm	100mm
8	100mm	100mm	100mm
9	100mm	100mm	100mm
10	100mm	100mm	100mm
11	100mm	100mm	100mm
12	100mm	100mm	100mm
13	100mm	100mm	100mm
14	100mm	100mm	100mm
15	100mm	100mm	100mm
16	100mm	100mm	100mm
17	100mm	100mm	100mm
18	100mm	100mm	100mm
19	100mm	100mm	100mm
20	100mm	100mm	100mm
21	100mm	100mm	100mm
22	100mm	100mm	100mm
23	100mm	100mm	100mm
24	100mm	100mm	100mm
25	100mm	100mm	100mm
26	100mm	100mm	100mm
27	100mm	100mm	100mm
28	100mm	100mm	100mm
29	100mm	100mm	100mm
30	100mm	100mm	100mm
31	100mm	100mm	100mm
32	100mm	100mm	100mm
33	100mm	100mm	100mm
34	100mm	100mm	100mm
35	100mm	100mm	100mm
36	100mm	100mm	100mm
37	100mm	100mm	100mm
38	100mm	100mm	100mm
39	100mm	100mm	100mm
40	100mm	100mm	100mm
41	100mm	100mm	100mm
42	100mm	100mm	100mm
43	100mm	100mm	100mm
44	100mm	100mm	100mm
45	100mm	100mm	100mm
46	100mm	100mm	100mm
47	100mm	100mm	100mm
48	100mm	100mm	100mm
49	100mm	100mm	100mm
50	100mm	100mm	100mm

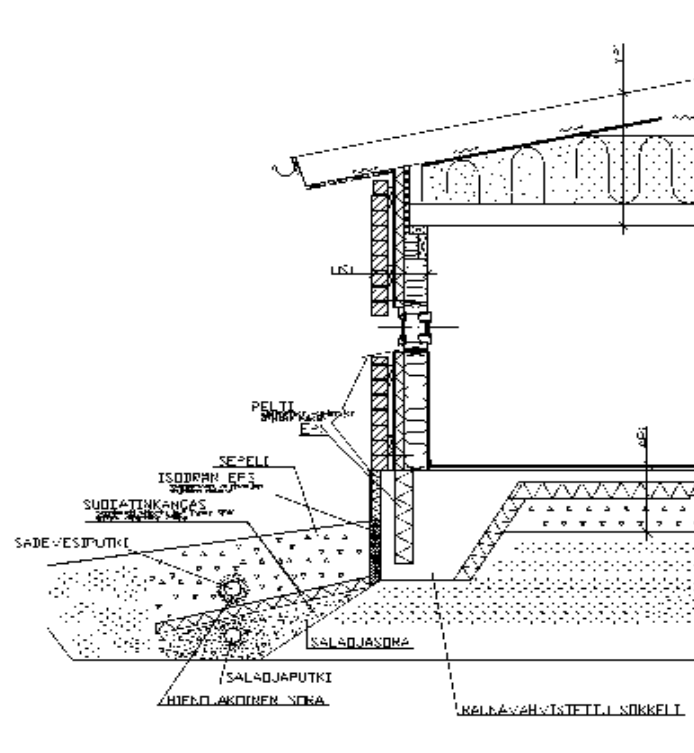
K, J, C, D ja I – Talojen Leikkauskuvat



USE	
KUHNHEPÄNÖITIN	145mm
SAUJESKIVET	150mm
TERÄSBETÖIT	
YP	
TILIKVATE	
RÖNNELIUKOITUS	50x50
KOROKKEET	EPP
KLUKKEET (KONDENSSSIJOJATTU)	
TUULETINSÄILI	
TUULENOH-LÄMÄKATTORISTIKOT	
NOUKER-HUOLLAKVILLA	50mm
HOYNSUUKU	50x22
KIVITUS KAK200	
SISÄVERHOUSLEVY	25mm
SOKKELI (MAANPINNAN HLKOPUOLELLA)	
KUHNHEPÄNÖITIN	
LEHMÄERISTE (EPS)	50mm
SOKKELI	
SOKKELI (MAAN SISÄLLÄ)	
SEPELI	
SÄDEVESIPUTKI	
ISOLATTU EPS	70mm
SOKKELI	
AP	
TUULETITTY SORA	min.200mm
KIVITUS SUUKU	
SÄLÄJAPUTKI	
BETONILÄTTÄ	100/280mm
PÖSTÖLÄPÄIKINTÄ	70mm
KELLUVA LATTIA RAKENNE	
LATTIAPÄÄLLYSTE	

PROJEKTI	PIIRUS	PIIRIT	PIIRIT
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50

K, J, C, D ja I – Talojen Leikkauskuvat



ULK:

KILVAKKO	85mm
TUULENSULU-SLEEVY <TUULILEIJOH>	20mm
KÄSIVÄRI KL-32	30mm
KUNKO K/200+ISOVER KL-32	125mm
HÖYRYNSULKU	
SISÄVERHO-SLEEVY	10mm

YK:

TINIKATE	
KORKEI LAMINOIDUTUS	50x50
KLAMINOIDUTUS	20mm
SLUSKETE <KONDENSISIDJAJATTU>	
TUULETUSVALI	
TUULENDYÖNÄKATORISTIKOT	
ISOVER PUHELUJAVILLA	550mm
HÖYRYNSULKU	
KÄSIVÄRI KL-300	50x22
SISÄVERHO-SLEEVY	20mm

SOKKELI (MAANPÄÄNÄN ULKOLOULLA)

KORKEI LAMINOIDUTUS	
KORKEI LAMINOIDUTUS <EPS>	30mm
SOKKELI	
SOKKELI (MAAN SISÄLLÄ)	
SEPELI	
SUODATTIKANGAS	
ISOIRIN EPS	70mm
SOKKELI	

AL:

TUNUSTETTU SORA	min.200mm
KUSTEISSULKU	
SALAJAPUTKI	100/200mm
BITUMI-SÄÄTÄ	
PÖYDÄLÄMÄLLE	
KELLUVA LATTIA RAKENNE	
LATTIAKALUSTE	70mm

Ulkövälikko	85mm	20
Tuulensulusta	20mm	20
Käsiväri	30mm	20
Kunco	125mm	20
Höyrynsulku		20
Sisäverho	10mm	20
Sokkeli		20
Sokkeli		20
Sepeli		20
Suodattikangas		20
ISOIRIN EPS	70mm	20
Sokkeli		20
Tunustettu sora	min.200mm	20
Kusteisulku		20
Salajaputki	100/200mm	20
Bitumi-säätä		20
Pöydälämelle		20
Kelluva lattia rakenne		20
Lattiakaluste	70mm	20

Ulkopuolisen lisälämmöneristämisen työntekijätunnit

		T3	Lisä kerroin	T4	Määrä	Työtunnit	YHT	
Alustus:								
Materiaalisiirot	Kaikki	0,04	0,08	0,0032 tth/m2	6018 m2	19,2576 tth	19,26	tth
Purkutyö:								
Katto	Tiilikate	0,025	0,8	0,02 tth/m2	3170 m2	63,4 tth	105,878	tth
	ruodelaudoitus	0,01	0,8	0,008 tth/m2	3170 m2	25,36 tth		
	eristeet	0,06	0,09	0,0054 tth/m2	3170 m2	17,118 tth		
Seinät	Tiili	0,9	0,09	0,081 tth/m2	2088 m2	169,128 tth	799,2179	tth
	Paneeli	0,46	0,8	0,368 tth/m2	760 m2	279,68 tth		
	Villat	0,07	0,09	0,0063 tth/m2	2848 m2	17,9424 tth		
	tuulensuojalevy	0,15	0,97	0,1455 tth/m2	2285 m2	332,4675 tth		
Ikkunat	pieni	0,5	0,9	0,45 tth/kpl	69 kpl	31,05 tth	193,95	tth
	keskikokoinen	0,7	0,9	0,63 tth/kpl	139 kpl	87,57 tth		
	suuri	0,9	0,9	0,81 tth/kpl	93 kpl	75,33 tth		
Uusiminen:							KNAUF	ISOVER
Katto	Puhallus	0,12	0,9	0,108 tth/m2	3170 m2	342,36 tth	1204,6	1204,6
	Levyvilla	0,06	0,9	0,054 tth/m2	3170 m2	171,18 tth		
	ruodelaudoitus	0,08	0,8	0,064 tth/m2	3170 m2	202,88 tth		
	Tiilikate	0,17	0,8	0,136 tth/m2	3170 m2	431,12 tth		
	Pesu	0,02	0,8	0,016 tth/m2	3170 m2	50,72 tth		
	Kyllästys	0,07	0,8	0,056 tth/m2	3170 m2	177,52 tth		
Seinä	Tiili	0,38	0,95	0,361 tth/m2	1525 m2	550,525 tth	3174,1165	2148,8365
	Laasti	0,35	0,95	0,3325 tth/m2	1525 m2	507,0625 tth		
	Paneeli	0,46	0,9	0,414 tth/m2	760 m2	314,64 tth		
	Tuulensuojalevy	0,14	0,95	0,133 tth/m2	2285 m2	303,905 tth		
	Raappaus	0,52	1	0,52 tth/m2	564 m2	293,28 tth		
	Puhallus	0,47	0,9	0,423 tth/m2	2848 m2	1204,704 tth		
	Levyvilla	0,07	0,9	0,063 tth/m2	2848 m2	179,424 tth		
Ikkunat	pieni	0,7	0,9	0,63 tth/kpl	69 kpl	43,47 tth	189,63	tth
	keskikokoinen	0,7	0,9	0,63 tth/kpl	139 kpl	87,57 tth		
	suuri	0,7	0,9	0,63 tth/kpl	93 kpl	58,59 tth		
Sivous:								
	Työnaikainen	0,02	0,9	0,018 tth/m2	6018 m2	108,324 tth	270,81	tth
	loppusivous	0,03	0,9	0,027 tth/m2	6018 m2	162,486 tth		

Sisäpuolisen lisälämmöneristämisen työntekijätunnit

		T3	Lisä kerroin	T4	Määrä	Työtunnit	YHT	
Alustus:								
Materiaalisiirrot	Kaikki	0,04	0,08	0,0032 tth/m ²	6018 m ²	19,2576 tth	19,26	tth
Purkutyo:								
Katto	Tiilikate	0,025	0,8	0,02 tth/m ²	3170 m ²	63,4 tth	105,878	tth
	ruodelaudoitus	0,01	0,8	0,008 tth/m ²	3170 m ²	25,36 tth		
	eristeet	0,06	0,09	0,0054 tth/m ²	3170 m ²	17,118 tth		
Seinät	Villat	0,07	0,09	0,0063 tth/m ²	2848 m ²	17,9424 tth	396,0939	tth
	Sisäverhouslevy	0,15	0,97	0,1455 tth/m ²	2285 m ²	332,4675 tth		
	Tiili	0,9	0,09	0,081 tth/m ²	564 m ²	45,684 tth		
Ikkunat	pieni	0,5	0,9	0,45 tth/kpl	69 kpl	31,05 tth	193,95	tth
	keskikokoinen	0,7	0,9	0,63 tth/kpl	139 kpl	87,57 tth		
	suuri	0,9	0,9	0,81 tth/kpl	93 kpl	75,33 tth		
Uusiminen:								
Katto	Levyvilla	0,06	0,9	0,054 tth/m ²	3170 m ²	171,18 tth	1033,42	tth
	ruodelaudoitus	0,08	0,8	0,064 tth/m ²	3170 m ²	202,88 tth		
	Tiilikate	0,17	0,8	0,136 tth/m ²	3170 m ²	431,12 tth		
	Pesu	0,02	0,8	0,016 tth/m ²	3170 m ²	50,72 tth		
	Kyllästys	0,07	0,8	0,056 tth/m ²	3170 m ²	177,52 tth		
Seinä	Tuulensujalevy	0,14	0,95	0,133 tth/m ²	2285 m ²	303,905 tth	776,609	tth
	Raappaus	0,52	1	0,52 tth/m ²	564 m ²	293,28 tth		
	Levyvilla	0,07	0,9	0,063 tth/m ²	2848 m ²	179,424 tth		
Ikkunat	pieni	0,7	0,9	0,63 tth/kpl	69 kpl	43,47 tth	189,63	tth
	keskikokoinen	0,7	0,9	0,63 tth/kpl	139 kpl	87,57 tth		
	suuri	0,7	0,9	0,63 tth/kpl	93 kpl	58,59 tth		
Siivous:								
	Työnaikainen	0,02	0,9	0,018 tth/m ²	6018 m ²	108,324 tth	270,81	tth
	loppusiivous	0,03	0,9	0,027 tth/m ²	6018 m ²	162,486 tth		