



Jari Grönstrand

POLYURETAANIERISTEET PUURUNKOISSA ULKOSEINÄ- RAKENTEISSA

POLYURETAANIERISTEET PUURUNKOISSA ULKOSEINÄ- RAKENTEISSA

Jari Grönstrand
Opinnäytetyö
Syksy 2012
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Tekijä: Jari Grönstrand

Opinnäytetyön nimi: Polyuretaanieristeet puurunkoisissa ulkoseinärakenteissa

Työn ohjaaja: Seppo Perälä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2012

Sivumäärä: 20 + 3

liitettä

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan polyuretaanin käyttökohteita teollisuudessa keskittyen rakennusteollisuuden puolelle.

Tutkimuskohteena on ollut polyuretaanin käyttö ulkoseinän eristeenä. Tutkimustapana on käytetty laskelmia kustannuksista sekä vertailtu rakennepaksumuksia ja ominaisuuksia.

Polyuretaanieriste sopii hyvin eristeeksi jokaiseen rakenteeseen etenkin kiristyneiden energiamääräysten takia. Materiaalihinta eristeellä on kalliimpi kuin perinteisillä villaeristeillä. Käytännössä kustannuksissa ei ole suurta eroa, koska rakennepaksumuus on ohuempi ja osa työvaiheista sekä materiaaleista jää pois verrattuna perinteisiin eristeisiin.

Asiasanat:

Polyuretaani, Polyuretaanieriste, U-arvo

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 POLYURETAANI	2
3 KÄYTTÖ LÄMMÖNERISTEENÄ	5
4 POLYURETAANIN VERTAILUA MUIHIN ERISTEISIIN	8
4.1 Rakennepaksuus ja U-arvo	8
4.2 Passiivienergiatasoisen puurunkoisen seinärakenteen vertailua	9
5 KUSTANNUKSET	12
6 POHDINTA	16
LÄHTEET	18
LIITTEET	20

1 JOHDANTO

Polyuretaani materiaalina on hyvin yleisesti käytetty ja moni on päivittäin tekemisissä sen kanssa. Polyuretaania käytetään niin vaate-, huonekalu kuin auto-teollisuudessa. Polyuretaanin valmistuksessa sen ainesosia muuttamalla tai vaihtamalla siitä saadaan nestemäistä, pehmeää tai kovaa. Kestävyytensä ansiosta sitä voidaan käyttää jopa panssarivaunujen telaketjujen hammaspyöränä. (4.)

Rakentamisessa polyuretaanin käyttö eristeenä on lisääntymässä, koska polyuretaanieristeet täyttävät nykyiset rakennusmääräykset lämpöarvojen osalta mineraalivillaeristystä paremmin. Lisäksi polyuretaanieristyksen ominaisuudet ovat mineraalivillaa parempia monella tapaa käsiteltävyydeltään ja eristysominaisuuksiltaan. (5.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kerätä tietoa polyuretaanin käytöstä eristeenä rakentamisessa. Tutkimuksessa tarkastellaan eristeen käyttömahdollisuuksia, ominaisuuksia ja kustannuksia, joita tullaan tarvitsemaan, että rakennepaksuudet eivät kasva kohtuuttoman suureksi. Tässä opinnäytetyössä keskitytään polyuretaanin käyttöön rakennusten ulkoseinärakenteiden eristeenä, koska siinä sen ominaisuudet ovat parhaimmillaan. Polyuretaanieristeen rinnalle vertailukohteeksi on valittu mineraalivilla. Kustannuksia verrataan työkustannusten ja materiaalikustannusten osalta.

2 POLYURETAANI

Polyuretaani on umpisoluista kertamuovia. Sitä käytetään rakentamisessa tehdasvalmisteisen lämmöneristelevyn tai tiivistysvaahdon muodossa. Lisäksi on saatavana kemikaaleja, joista voi itse valmistaa halutun kovuista tuotetta. Tästä johtuen polyuretaanista valmistetaan teollisuuskäyttöön kovuus- tai joustavuustarpeisiin olevia osia ja tuotteita. Polyuretaanilaatuja on useita käyttötarkoituksesta riippuen. Niitä voidaan käyttää esimerkiksi tiivistämiseen, täyteaineiksi, eristämiseen, rakenneosiin, maaleihin ja liimoihin. Polyuretaanit ovat monimuotoisia, ja ne voivat olla joustavaa tai jäykkää vaahtoa, muovailtavaa kumimaista muovia, kovaa tai nestemäistä. (1.)

Osa polyuretaanituotteista on termoplastisia eli kestopuovia, joten se ei maadu luonnossa. Polyuretaanituotteista parhaiten kierrätyskäyttöön sopivat puhtaat kokonaiset eristelevyt, jotka voidaan uusiokäyttää sellaisenaan yleensä yläpohjissa ja ullakkotiloissa. Kierrätyskelvottomat rikkiäiset levyt ovat ongelmajätettä, ja ne hävitetään esimerkiksi polttamalla energiantuotannossa. (6.)

Teollisuus- ja rakennusteollisuus voivat käyttää polyuretaanituotteita, koska polyuretaani on aineosiensa sekoitussuhteesta riippuen erittäin muunneltavissa. Teollisuus käyttää polyuretaanituotteita niiden kovuuden tai joustavuuden vuoksi. Lisäksi monet teollisuuden käyttämät polyuretaanituotteet ovat erittäin kestäviä kovaa kulutusta vasten. (4.)

Teollisesti käytetyt polyuretaanituotteet ovat yleensä erittäin kovia tai sitkeitä, jopa teräsosia pinnoitetaan polyuretaanilla. Elastiset polyuretaanit sopivat teolliseen käyttöön niiden alhaisten vierintävastuksen sekä korkean repeämislujouden takia. Elastiset polyuretaanit kestävät hyvin öljyä, rasvaa ja useimpia kemikaaleja. (3.)

Rakennusteollisuuden käyttämät polyuretaanituotteet ovat pääsääntöisesti levymuotoisia tai ruiskutettavia. Polyuretaanin hyviä puolia on sen lämmöneris-

tyskyky, työstettävyys ja hajuttomuus. Lisäksi siitä ei haihdu terveydelle haitallisia aineita. (5; 13.)

Polyuretaanin (PUR) koostumusta muuttamalla saadaan lämmönkestävämpää ja sitä myötä paloturvallisempaa polyisosyanuraattia (PIR), jota myös käytetään eristeenä. Polyuretaanieristyslevyn (PUR/PIR) lämmönjohtavuus sen valmistuksessa riippuu useista eri tekijöistä. Riippuen käytetystä ponneaineesta ja kyseisen ponneaineen ominaisuuksista saadaan polyuretaanieristelevyille erilaisia eristysominaisuuksia. Käytössä on yleensä pentaani. Myös kiinteän materiaalin määrän lisääntyessä tiheys lisääntyy ja vaikuttaa lämmönjohtavuuteen heikentävästi. Polyuretaanieristeen tiheys on 30 - 100 kg/m³. Lämmönjohtavuus ei kuitenkaan lisäännny suorassa suhteessa tiheyden kanssa. (5.)

Lämmönjohtavuuteen vaikuttavat lämpötila sekä vesi ja kosteus. Eristemateriaalien lämmönjohtavuus pienenee lämpötilan laskiessa, mutta lämpötilan nousu ei sitä juurikaan lisää. Polyuretaanieriste ei ime kosteutta eikä vettä, mutta rakennusaikainen suojaaminen on tärkeää, etteivät vesi ja kosteus pääse muihin-kaan rakenteisiin. (6.)

Polyuretaanituotteita

Polyuretaanituotteita on olemassa monenlaisia: kovia, puolikovia, pehmeitä ja maaleja. Näitä käytetään ja valmistetaan muun muassa valettuna, puristettuna ja ruiskutettuina kohteen tarpeen mukaan.

Teollisuudessa tarvitaan pääasiassa kovia polyuretaanituotteita hyvän kulutuskestävyytensä takia, mutta myös pehmeitä joustavuuden takia. Niin sanotut ”puolikovat” sopivat verhoilualustaksi esimerkiksi autoihin. Tuotteet valmistetaan yleensä valamalla tai ruiskuttamalla.

Teollisia tuotteita ovat muun muassa seuraavat:

- tiivisteet
- kaapimet
- muottiosat

- muovituotteet
- vetohammaspyörät ja puslat
- törmäys- ja hissipuskurit
- istuinten pehmusteet
- konekotelot
- verhoilupaneelit
- kuljetinrollat (2; 3; 4; 10).

Rakennusteollisuudessa polyuretaania käytetään sen hyvän lämmöneristyksen takia. Myös rakenteiden tiivistämisessä sitä käytetään, mutta keveytensä vuoksi se ei varsinaisesti ole äänieriste. Polyuretaania käytetään lähinnä levy- ja ruiskutusmuotona eristykseen. Tämän lisäksi ruiskutuksella voidaan esimerkiksi nostaa vajonnutta maanvaraista lattiaa. Tällöin lattiaan porataan reikä, josta ruiskutetaan polyuretaanivaahtoa lattian alle, jolloin vaahto turpoaa ja lattia nousee. (7.)

Rakennusteollisia tuotteita ja käyttökohteita ovat seuraavat:

- eristyslevyt rakennuksilla korvaamaan styroksin ja eristevillan useissa eri paikoissa
- putkieristeet kaukolämpö- ja ilmastointiputkiston eristykseen
- kylmäkaluste-eristeet, jääkaapin, pakastimen sekä kylmähuoneen eristeenä
- maalien lisäaineena
- tiiviste- ja vaahtomassat pienten rakojen eristykseen tai tilkitsemiseen (1; 11; 12).

3 KÄYTTÖ LÄMMÖNERISTEENÄ

Polyuretaanieristeitä voidaan käyttää rakennuksen kaikessa eristämässä. Se sopii perustuksista vinttiin sekä muun muassa saunaan. Yleensä käytössä on polyuretaanilevy, joka kiinnitetään joko mekaanisesti kiinnityspropuilla, nauloilla tai polyuretaanivaahdolla, jolla tiivistetään myös jääneet raot ja reiät. Polyuretaanieristystä tehdään myös ruiskuttamalla, jolloin saadaan täysin saumaton pinta, jossa ei ole vuotavia saumoja (kuva 1).



KUVA 1. Polyuretaanin ruiskutusta eristykseksi

Polyuretaanilevyjä on saatavana eri kovuusluokkaa erilaisiin käyttötarkoituksiin, kovempia perustuksiin ja pehmeämpiä seiniin sekä kattoon. Näitä löytyy varastovaihtoehtoina 30 - 200 mm. Lisäksi on olemassa erikoislevyjä, joissa valmiiksi eristeeseen kiinnitetty esimerkiksi lastulevy tai Gyproc-levy, joiden käyttö on yleistä remonttikohteissa.

Polyuretaanieristeitä käytettäessä päästään ohuempiin rakennepaksuuksiin. Tämä johtuu sen hyvästä lämmöneristävydestä, joka on parhailta tuotteilla jopa $0,022 - 0,023 \text{ W/m}^2\cdot\text{k}$. Tästä saavutettu etu kasvattaa sisäpinta-alaa etenkin korjausrakentamisessa sisäpuolelta lisäeristettäessä.

Polyuretaania hyödynnetään myös elementtirakentamisessa. Nykyisin energiatehokkaiden talojen rakenteissa käytetään sandwich-elementtejä, joissa on betoni-polyuretaani-betoni-rakenne. Elementin ulkokuorta kannattaa ansas, joka ulottuu eristeen läpi. Käyttämällä polyuretaanilevyjä elementissä eristeenä saadaan ansas lyhyemmäksi ja sen kestävyys paremmaksi.

Polyuretaanieristystä on alettu käyttää myös perustuseristykseen. Polyuretaanieristeet sopivat niin sokkelin sisäpuolelle eristeenä, kun halkaistuun sokkeleihin. Perusmaan ollessa routivaa tai erittäin routivaa polyuretaanieristys sopii hyvin asennettaessa anturan alapuolelle (liite 1).

Polyuretaanieristys on kiristyneiden energiatehokkuusmääräysten takia korvaamassa eristeenä ennen lämmöneristykseenä käytetyn EPS-levyn (styrox). Polyuretaanieristettä käytettäessä asennuspaksuus on sama kuin aikaisemmin käytetyn EPS:n, mutta polyuretaanieristykseen lämmönläpäisyarvo on huomattavasti matalampi, jolloin sen energiatehokkuus on parempi (liite 2).

Polyuretaanieristystä käytetään ulkoseinäeristyksessä yhä enemmän. Sitä voidaan asentaa niin puu kuin betonirunkotaloihin. Puurunkotaloihin asennus tapahtuu rungon väliin, päälle tai molempien yhdistelmänä. Betonirunkoisissa taloissa eriste asennetaan betonisen sisäseinän ulkopuolelle ja sen päälle julkisivun materiaali, joista yleisimmät ovat tiili, puu, pelti ja betoni.

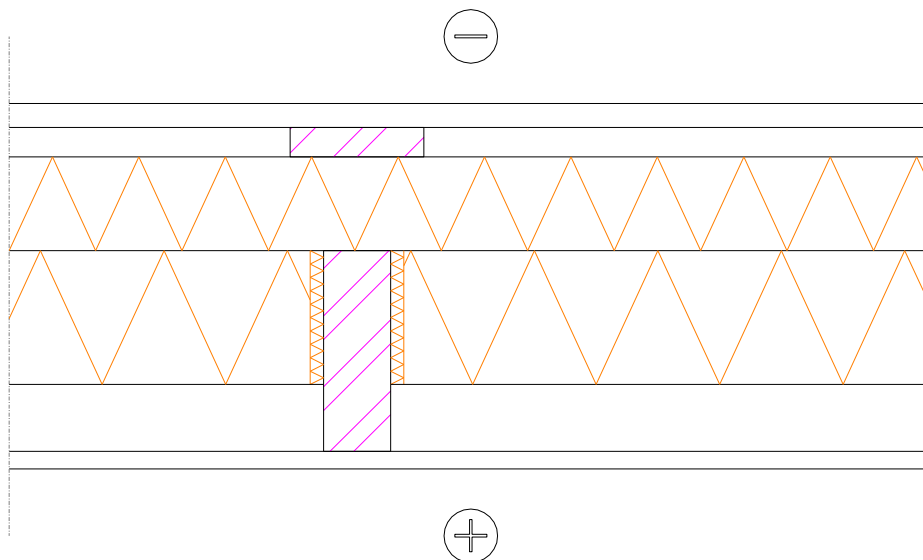
Kaikessa eristyskäytössä saumat tiivistetään polyuretaanivaahdolla. Polyuretaanieristettä käytettäessä, verrattuna esimerkiksi mineraalivillaeristeisiin, rakenteen paksuus jää ohuemmaksi polyuretaanieristeen paremman eristävyys takia. Lisäksi työvaiheet jäävät vähäisemmiksi, kun erillisiä höyrynsulku tai tuulensuojausta ei tarvita, koska polyuretaanieristeen pinta on itsessään höyrynpitävä.

Polyuretaanieristeet sopivat hyvin myös lisäeristykseen. Asennus tehdään puurunkoisiin taloihin pääsääntöisesti sisäpuolelle. Eristeitä on saatavana myös valmislevynä, joko lastulevy- tai kipsilevyntaisena. Kivirunkoisissa rakennuk-

sisä niitä käytetään pääasiassa ulkopuolisena eristeenä ja julkisivuverhous samalla tapaa kuin uudisrakennuksissakin.

Polyuretaanieritystä käytetään nykyään myös yläpohjaeristeenä. Polyuretaanieristeet voidaan asentaa yläpohjaan monella eri tavoin esimerkiksi kattokannattajien väliin, kattokannattajien väliin ja alapuolelle, kattokannattajien yläpuolelle tai osittain ylä- tai alapuolelle (liite 3). Yläpohjaeristäminen polyuretaanieristeillä on vähäisempää pienrakentamisessa. Yleensä polyuretaanieristeiset yläpohjat ovat hyvissä olosuhteissa elementtitehtaissa valmistettuja elementtirakenteita.

Puurakennetta ei saa kokonaan ympäröidä polyuretaanieristeellä, jotta rakenteessa oleva kosteus pääsee kuivumaan. Alla on periaatepiirros asennuksesta (kuva 2).



KUVA 2. Rungon sijoittuminen eristeeseen

4 POLYURETAANIN VERTAILUA MUIHIN ERISTEISIIN

Nykyisten energiamääräysten kiristytessä, kun mennään kohti nollaenergiarakennuksia, on eristyksessä edettävä passiivenergiatasolle. Tarkasteluun tulee tällöin ottaa eristeiden ominaisuudet: rakennepaksuus, kustannukset, laatu, U-arvo ja ilmanpitävyys.

4.1 Rakennepaksuus ja U-arvo

Rakennuksen eristepaksuudet ovat kasvaneet merkittävästi. Alla olevassa taulukossa 1 näkyvät villaeristeen eristepaksuudet vuoden 2010 määräysten mukaan. Passiivitalossa eristekerrokset ovat vielä tätäkin paksummat.

TAULUKKO 1. Villaeristeen eristepaksuudet 2010 (8)

	Määräykset 2010	Passiivitalo
Ulkoseinä	250 mm	350 – 450 mm
Yläpohja	450 mm	600 – 700 mm
Alapohja	200 mm	300 – 400 mm

Viimeisin muutos tuli voimaan vuonna 2012 kesällä, jolloin siirryttiin rakennusten kokonaisenergiatarkasteluun. Niiden avulla uudisrakennusten energiatehokkuuteen tavoitellaan 20 prosentin parannusta. Tällä ei kuitenkaan ole välttämättä vaikutusta rakenteisiin muutoin kuin halutessa käyttää lämmöntuottoon ympäristön kannalta epäsuotuisiksi määritettyjä energiamuotoja, jolloin on pakko käyttää eristävämpiä rakenteita. (8.)

Rakentamismääräysten U-arvo on materiaalin tai rakenteen lämmönläpäisykerroin. Ulkoseinien osalta se on 0,17, yläpohjan 0,09 ja alapohjan 0,16 W/(K•m²). (8.)

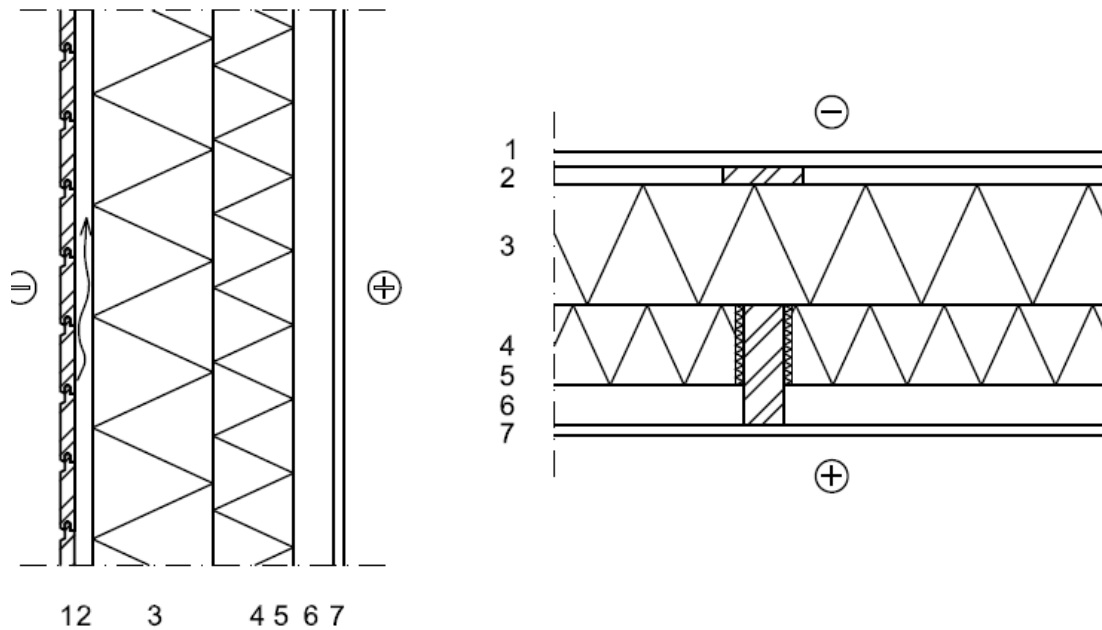
Uusien omakotitalojen eristekerroksen paksuudeksi suositellaan mineraalivillaeristeellä eristettäessä seinissä 250–300 mm ja yläpohjassa 450–500 mm. Polyuretaanieristettä käytettäessä eristepaksuudet ovat seinissä 120–170 mm ja yläpohjassa 190–300 mm. Rossipohjaan asennetaan villaa 350–400 mm ja maanvaraiseen lattiaan polystyreeniä 200 mm. (8.)

Mineraalivillaeristys siis kasvattaa rakennepaksuutta nykymääräyksillä huomattavan suureksi. Polyuretaanieristeitä käytettäessä rakennepaksuus saadaan ohuemmaksi. Materiaalikustannuksiltaan polyuretaanieriste on kuitenkin kaksi kertaa kalliimpaa kuin mineraalivillaeriste. Polyuretaanieristettä käytettäessä jää kuitenkin osa työvaiheista tarpeettomaksi, koska höyrynsulun ja tuulensuojan osalta ei tule materiaali- eikä työkustannuksia.

4.2 Passiivenergiatasoisen puurunkoisen seinärakenteen vertailua

Tässä luvussa vertaillaan passiivenergiatalon ulkoseinään tarvittavaa eristepaksuutta. Lisäksi vertaillaan tällä hetkellä yleisimmin käytössä olevia eristeitä, jotka ovat polyuretaani ja mineraalivilla. Vertailuun valittiin valmistajien rakennetyypit osin eristyspaksuuksia soveltaen, jotta molemmilla materiaaleilla saavutettaisiin passiivenergiatasoisen rakenteen tyypillinen U-arvo, joka on noin 0,09 W/m²k.

Polyuretaaniseinän osalta eristeenä on käytössä SPU Oy:n SPU AL. Tällä eristeellä seinärakenteen kokonaispaksuudeksi saadaan noin 360 mm (kuva 3).

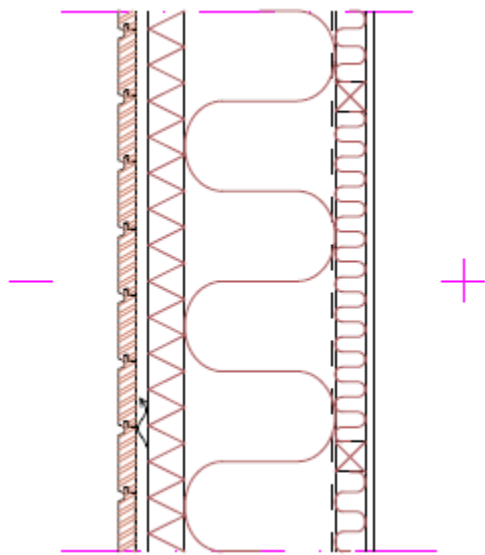


- 1 Ulkoverhous
- 2 Tuuletusväli, pystykoolaus 22x100 mm
- 3 SPU AL 150 mm, saumat vaahdotetaan
- 4 SPU AL 100 mm k600 (SPU Runkolevy), vaahdotus runkoon
- 5 Runkotolpat k600 rakennesuunnitelmien mukaan
- 6 Asennustila
- 7 Sisäverhouslevy

0,09 W/m²K (SPU AL λ_U 0,023 W/mK)

KUVA 3. Polyuretaani-ulkoseinärakenne

Mineraalivillan vertauskohteeksi otetaan Isover Sain-Gobainin Isover RKL ja KE -eristeet ja rakennetyyppi on Isoverin passiivienergiaseinärakennetyyppi 2 soveltaen. Alkuperäisesti rakennetyypin U-arvo on 0,10. Rakennetyyppi muutettiin U-arvoltaan polyuretaanirakennetta vastaavaksi (kuva 4). (9.) Mineraalivillaseinärakenne muutettiin samaan U-arvoon 0,09 W/m²k kuin polyuretaaniseinä. Tästä aiheutui mineraalivillaseinän paksuuden kasvaminen. Seinä ulkopuolen pintaan vaihdettiin Isover RKL-75 -tuulensuojalevy RKL-60:n tilalle. Sisäpuolen eristystä (Isover KL-33/50) kasvatettiin vaihtamalla tilalle Isover KL-33/70. Seinän paksuus kasvoi 35 mm, jolloin mineraalivillaseinän kokonaispaksuus on 455 mm ja seinärakenteen ero polyuretaaniseinään 95 mm.



KUVA 4. Mineraalivilla-ulkoseinärakenne

Puurunkoinen mineraalivillaseinä koostuu seuraavasti, jolloin saadaan lämmön-
läpäisykerroin $U=0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$:

- 22 mm koolaus 22 x 100 k600
- 75 mm tuulensuoja ja lämmöneriste Isover RKL-60, (saumat teipataan)
- 250 mm lämmöneriste ISOVER KL-33 ja kantava runko k600 (höyrynsulku esim. ISOVER VARIO)
- 70 mm lämmöneriste ISOVER KL-33 ja koolaus k600
- 13 mm kipsilevy GN-13 tai GYPROC GEK-13
- pintakäsittely huoneselityksen mukaan (9).

5 KUSTANNUKSET

Polyuretaani on materiaalikustannuksiltaan villaeristeitä huomattavasti (noin 2 kertaa) kalliimpi, kun puhutaan pelkän eristeen osuudesta. Kokonaiskustannusten vaikutus ei ole kuitenkaan villaeristykseen verrattuna kovin suuri johtuen eristepaksuuden ohuudesta sekä pois jäävistä työsuorituksista. Pois jääviä työsuorituksia ovat höyryn- ja tuulensuojan asennus ja materiaalikulut. Polyuretaanieriste SPU AL:ssä on valmiina alumiinipintainen kalvo, jolloin asennus- ja materiaalikulut jäävät pois.

Taulukossa 2 on laskettu SPU AL eristeen materiaalikustannukset sekä työku-
stannukset sosiaalikuluneen, molempiin on huomioitu myös arvonlisävero.

*TAULUKKO 2. Esimerkkiseinän laskelma (SPU AL eriste) materiaali- ja työkus-
tannukset yhtä neliötä kohden*

	m2	tth/m ²	hinta/h=18€	sos.kulut	ALV.23%	
Työn osuus:						
ulkoverhous 21x95	1	0,17	3,06	5,26	6,47	
pystykoolaus 22x100	1	0,17	3,06	5,26	6,47	
kantavarunko 50x125	1	0,28	5,04	8,67	10,66	
seinäeriste spu 150mm	1	0,04	0,72	1,24	1,52	
seinäeriste spu 100mm	1	0,04	0,72	1,24	1,52	
polyuretaanivaahto	1	0,01	0,18	0,31	0,38	
saumateippi	1	0,01	0,09	0,15	0,19	
kipsilevy gn-13	1	0,12	2,16	3,72	4,57	
yhteensä sosiaali kuluineen					31,80	
		m ² /jm		hinta€/m ²	hinta yht.	
Materiaalien osuus						
ulkoverhous 21x95		11		1,54	16,94	
pystykoolaus 22x100		2,5		0,49	1,23	
kantavarunko 50x125		3		1,91	5,73	
SPU AL 150mm		1		44,79	44,79	
SPU AL 100mm		1		29,83	29,83	
polyuretaanivaahto		1		1,00	1,00	
saumateippi		1		1,00	1,00	
kipsilevy		1		3,69	3,69	
yhtensä sisältää alv. 23%					104,21	

Taulukossa 3 on laskettu mineraalivilla eristeen materiaalikustannukset sekä työkustannukset sosiaalikuluineen, molempiin on huomioitu myös arvonnisävero.

TAULUKKO 3. Esimerkkiseinän laskelma (mineraalivilla) työ- ja materiaalikustannukset yhtä neliötä kohden

	m2	tth/m ²	hinta/h=18€	soskul	ALV.23%
Työn osuus					
ulkoverhous 21x95	1	0,17	3,06	5,26	6,47
pystykoolaus 22x100	1	0,17	3,06	5,26	6,47
tuulensuoja isover rkl-75	1	0,07	1,26	2,17	2,67
kantavarunko 50x250	1	0,28	5,04	8,67	10,66
isover kl-33 2*125mm	1	0,08	1,44	2,48	3,05
höyrynsulku vario	1	0,02	0,36	0,62	0,76
koolaus 50x70	1	0,17	3,06	5,26	6,47
isover kl-33 70mm	1	0,04	0,72	1,24	1,52
saumateipit	2	0,01	0,36	0,62	0,76
kipsilevy gn-13	1	0,12	2,16	3,72	4,57
Työt yhteensä					43,41
	m ² /jm		hinta €/m ²	hinta yht.	
Materiaalien osuus					
ulkoverhous 21x95	11		1,54	16,94	
pystykoolaus 22x100	2,5		0,49	1,23	
tuulensuoja isover rkl-75	1		6,48	6,48	
kantavarunko 50x250	3		13,40	40,20	
isover kl-33 2*125mm	1		20,74	20,74	
höyrynsulku vario	1		1,50	1,50	
koolaus 50x70	2,5		1,10	2,75	
isover kl-33 70mm	1		5,11	5,11	
saumateipit	2		2,00	4,00	
kipsilevy gn-13	1		3,69	3,69	
yhteensä				102,64	

Esimerkkilaskelmien (taulukot 2 ja 3) mukaan polyuretaanieristyksen ja mineraalivillaaeristyksen kokonaiskustannusten ero on 10 euroa/neliö polyuretaanieristyksen hyväksi. Materiaalikustannukset ovat miltei samat, mineraalivillalla noin 103 €/m² ja polyuretaanieristeellä noin 104 €/m². Polyuretaanieristettä käytettäessä säästö saadaan työkustannuksista. Esimerkkilaskelmien mukaan mineraalivillaa käytettäessä työkustannusten neliöhinnaksi saadaan noin 43 €/m² ja polyuretaanieristettä käytettäessä noin 32 €/m².

Kokonaiskustannuksia laskettaessa työajan laskemiseen on käytetty rakennustöiden menekit 2010 (Ratu) -kirjaa. Materiaalien hinnat saatiin nettirautakauppa taloon.com sivuilta <http://taloon.com/eristaminen> ja <http://taloon.com/puutavara->

rakennuslevy ja materiaalimenekit rakennustöiden menekit 2010 (Ratu) - kirjasta. Näillä laskien SPU-eristettä käytettäessä kokonaishinnaksi yhtä neliötä (m²) kohden saatiin 136 €/m² ja mineraalivillaa käytettäessä kokonaishinnaksi yhtä neliötä (m²) kohden saatiin 146 €/m².

6 POHDINTA

Polyuretaani on melkoisen mukautuvaista materiaalia, joten ei ole ihme, että sitä käytetään joka paikassa. Hieman sekoitussuhdetta muuttamalla saadaan aikaiseksi pehmeää tai kovaa materiaalia moniin mahdollisiin käyttötarkoituksiin. Mahtaakohan maailmassa olla enää mitään teollisesti valmistettua materiaalia, johon ei polyuretaania voisi käyttää tai sitä ei olisi jo käytetty? Tuntuu aivan uskomattomalta, kuinka kovaksi ja kestäväksi polyuretaani, periaatteessa muovi, saadaan: jopa terästä kestävämmäksi ja sillä jopa pinnoitetaan terästä.

Nykyaikana, kun energiatehokkuus on pinnalla, talojen eristykseen käytetään polyuretaania entistä enemmän. Voitaisiin ajatella, että talosta, joka on kokonaisuudessaan eristetty polyuretaanilla ja johon on lisätty aurinkoenergiaa keräävät aurinkopaneelia sekä tuulienergiaa keräävät myllyt sekä energian tehokkaalla talteen ottamiseen tarkoitetut järjestelmät, saadaan niin energiatehokas rakennus, että oman energian tuottamisen lisäksi se voisi tuottaa energiaa yli oman tarpeensa muillekin hyödynnettäväksi.

Polyuretaanilla eristettyyn uuteen omakotitalon rakentamiseen materiaalia menee paljon, rekkakuorma tai jopa kaksi, mutta se on kevyttä ja helppoa käsitellä. Materiaalikustannuksiltaan polyuretaani on mineraalivillaa kalliimpi, mutta jo työkustannuksissa säästetään siten, että kokonaiskustannukset jäävät 10 euroa neliömetrille pienemmäksi käytettäessä polyuretaanieristettä. Esimerkkilaskelman mukaan polyuretaanieristyksellä noin 100 neliön omakotitalossa saadaan kustannussäästöjä noin 1000 euroa ulkoseinien osalta. Tässä täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että laskelmat on tehty nettikaupan päivän hinnoilla ja todellisuudessa rakentajan kannattaa pyytää tarjoukset materiaaleista useammasta eri liikkeestä, jolloin hintatasosta riippuen säästö voi olla suurempi tai pienempi kuin esimerkissä.

Rakennepaksuuden vähennys vähentää myös runkopuun käyttöä. Polyuretaanieristeitä kehitetään edelleen, ja sen käytöstä saatava säästö rakennuspaksuuksien osalta tulee jatkossa vielä kasvamaan. Voidaankohan jonain päivänä

nähdä rakennus, jonka runkokin on valmistettu polyuretaanista? Koska polyuretaani on tuotteena verrattain uusi materiaali rakennuksissa, ei mahdollisista haitoista ole vielä saatavilla tarpeeksi tutkimustietoa.

Vaikka polyuretaanin puolesta on paljon tietoa saatavilla, ei mielestäni kuitenkaan ole riittävästi näyttöä siitä, että materiaali ei tulisi tulevaisuudessa aiheuttamaan ongelmia. Onkohan meillä polyuretaanin jäljiltä tulevaisuudessa kädesämme uusia ongelmia rakentamisessa ja muutoinkin? Polyuretaani ei maadu, joten sen hävittäminen on tehtävä asianmukaisesti. Polyuretaanin monipuoliset käyttömahdollisuudet takaavat sen, että tulemme varmasti tulevaisuudessa näkemään paljon erilaisia polyuretaanista kehitettyjä uusia tuotteita niin teollisuudessa kuin rakentamisessakin.

LÄHTEET

1. Mitä polyuretaani on? Saatavissa:

<http://www.pu-nordic.fi/tietopankki/mita-polyuretaani> on. Hakupäivä: 5.9.2012

2. Polyuretaanituotteita. Saatavissa:

<http://www.nettivaraoasa.com/autonvaraosa>. Hakupäivä: 6.9.2012

3. Polyuretaanituotteita. Saatavissa:

<http://www.sp-plast.fi/index.php?sektion=28>. Hakupäivä: 6.9.2012

4. Polyuretaanin ominaisuuksia ja tuotteita. Saatavissa:

http://www.muovityosto.fi/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage_images.tpl&product_id=27&category_id=6&option=com_virtuemart&item.

Hakupäivä: 27.11.2012

5. Polyuretaanieristeen lämmönjohtavuus ja tiheys. Saatavissa:

<http://www.pu-nordic.fi/tietopankki/lammonjohtavuus>. Hakupäivä: 13.9.2012

6. Veden/kosteuden vaikutus polyuretaanieristeeseen. Saatavissa:

<http://www.pu-nordic.fi/tietopankki/vesi-ja-kosteus>. Hakupäivä: 13.9.2012

7. Lattian nosto polyuretaanilla. Saatavissa:

<http://www.uretaaniveka.fi/rakennukset.htm>. Hakupäivä: 27.11.2012

8. Rakennepaksuus ja lämmönläpäisykerroin. Saatavissa:

<http://www.k-rauta.fi/rakentajanabc/lammoneristys/pages/lammoneristys.aspx>.

Hakupäivä: 19.9.2012

9. Puurunkoisen mineraalivillaseinän rakenne. Saatavissa:

<http://www.isover.fi/passiivitalo/passiivitalorakenteet/ulkoseina-us2>. Hakupäivä:
2.10.2012

10. Polyuretaanituotteita. Saatavissa:

<http://www.enersa.fi/index.php?p=4>. Hakupäivä: 27.11.2012

11. Polyuretaanieriste putkessa. Saatavissa:

<http://www.arvoputki.fi/tuotteet>. Hakupäivä: 27.11.2012

12. Polyuretaanipohjainen maali. Saatavissa:

<http://www.storenvari.fi.kotisivukone.com/tuotteet.html?id=35/>. Hakupäivä:
27.11,2012

13. Polyuretaanieristeen kemiallisia ominaisuuksia. Saatavissa:

<http://www.pu-nordic.fi/tietopankki/kemialliset-ja-biologiset-ominaisuudet>. Haku-
päivä: 27.11.2012

LIITTEET

Liite 1. Polyuretaanieristys perustuksissa

Liite 2. Maanvaraisen lattian eristystä

Liite 3. Polyuretaanieristeen asennustapoja



24.9.2009 Talon sisustan täyttö valmiina, sokkelin halkaiseva 230 mm:n spu-
eriste puhdistettuna. Sokkelissa näkyvät pystyteräkset, joihin hitsataan sisäkuori
kiinni ja ulkokuoren 50 x 100 mm:n sbkl-kiinnityslevyt, joihin ulkokuoren 16
mm:n kannatus ja säätöpulttien kannat hitsataan kiinni.

Energiatehokas talo on huolellisesti eristetty ja tiivis. Eristeet ovat talon lämpökerrasto, joka pitää lämmön sisällä talvisaikaan ja vähentää sisäilman viilennystarvetta kesähelteillä.



Kuva: ThermiSol

Uudisrakennusten energiatehokkuusvaatimukset kiristyivät vuoden 2010 alusta. Rakennuksen lämmitysenergian enimmäistarve vuodessa ilman käyttöveden lämmitystä oli vuoden 2007 vaatimusten mukaan $75 \text{ kWh} / \text{m}^2$, uusien määräysten mukaan sen on oltava $60 \text{ kWh} / \text{m}^2$.

Rakennuksen eristepaksuudet ovat kasvaneet merkittävästi. Alla olevassa taulukossa näkyvät villaeristeen eristepaksuudet vuoden 2003 määräysten mukaan ja nykymääräyksillä. Passiivitalossa eristekerrokset ovat vielä tätäkin paksummat.

Määräykset 2003 Määräykset 2010 Passiivitalo

Ulkoseinä	175 mm	250 mm	350...450 mm
Yläpohja	300 mm	450 mm	600...700 mm
Alapohja	100 mm	200 mm	300...400 mm

Seuraava muutos tulee voimaan vuonna 2012, jolloin siirrytään rakennusten kokonaisenergiatarkasteluun. Niiden avulla uudisrakennusten energiatehokkuuteen tavoitellaan 20 prosentin parannusta.

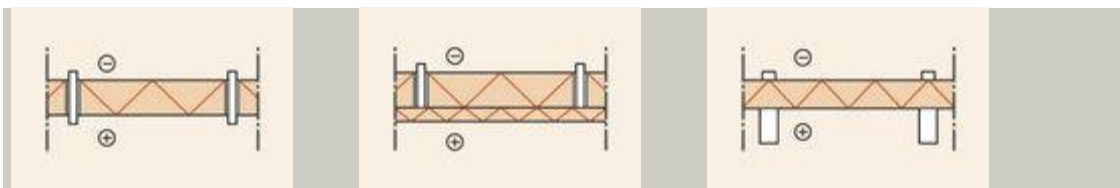
Rakentamismääräysten U-arvo on materiaalin tai rakenteen lämmönläpäisykerroin. Ulkoseinien osalta se on uusien määräysten mukaan 0,17, yläpohjan 0,09 ja alapohjan 0,16 $\text{W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$. Eristemateriaaleilla on eri rakenteessa erilaisia arvoja. Siksi U-arvot määritellään koko rakenteelle.

Uusien omakotitalojen eristekerroksenpaksuudeksi suositellaan mineraalivillaeristeellä eristettäessä seinissä 250-300 mm ja yläpohjassa 450-500 mm. Polyuretaanieristettä käytettäessä eristepaksuudet ovat seinissä 120 – 170 mm ja yläpohjassa 190 – 300 mm. Rossipohjaan asennetaan villaa 350-400 mm ja maanvaraiseen lattiaan polystyreeniä 200 mm.

Yksinkertainen rakenne

Yläpohjien rakentaminen SPU Eristeillä on helppoa ja tehokasta. SPU Eristeille ominaisen korkean vesihöyrynvastuksen ja ilmanpitävyyden ansiosta SPU-eristeinen yläpohjarakenne ei edellytä erillistä höyrynsulku- tai tuulensuojakerrosta. Saumavaahdolla kiinnitettyä ja pontit saumattuna eristerakenteesta muodostuu tehokas ja rakennusfysikaalisesti oikeaoppinen. Ilmanpitävyyden ansiosta hallitsemattomat ilmavuodot saadaan minimoitua, mikä on lämpöhäviöiden minimoimiseksi ehdottoman tärkeä ominaisuus. SPU-eristelevyjen tasaisuuden ja hyvän muotonsäpitävyyden ansiosta aluskatteen ja SPU Eristeen välinen tuuletusväli vaatimus on ainoastaan 50 mm normaalisti vaadittavan 100 mm:n sijasta.

Rakennetyypit (lisätietoa kuvaa klikkaamalla):

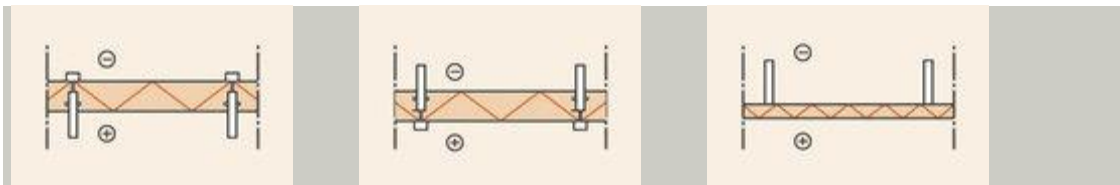


Eriste kattokannattajien välissä

Eriste kattokannattajien välissä

Eriste kattokannattajien yläpuolella

ja alapuolella



Eriste osittain kattokannattajan

Eriste osittain kattokannattajan

SPU AL -höyrynsulkulevy

yläpuolella

alapuolella