

Lauri Mäkelä

TALVIASUTTAVAN LOMA-ASUNNON HÖYRYNSULULLISEN JA  
-SULUTTOMAN RAKENTEEN VERTAILU

Tekniikka ja merenkulku Pori  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
2012

TALVIASUTTAVAN LOMA-ASUNNON HÖYRYNSULULLISEN JA  
-SULUTTOMAN RAKENTEEN VERTAILU

Mäkelä, Lauri  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Helmikuu 2012  
Ohjaaja: Karjalainen, Janne  
Sivumäärä: 17  
Liitteitä: 4

Asiasanat: loma-asunto, höyrynulku, lämmöneristys, kosteus

---

Opinnäytetyön aiheena oli vertailla Poriin Ounaskerin saareen rakennettavan talviasuttavan loma-asunnon höyrynsulullista ja -sulutonta rakennetta.

Työn tarkoituksena on esittää perusteluja valittaessa höyrynsulullista tai höyrynsulutonta rakennetta loma-asuntoon. Opinnäytetyö voi mahdollisesti toimia jonkinasteisena oppaana samankaltaiseen rakennushankkeeseen ryhtyville.

Opinnäytetyössä esitellään kohde ja valitut rakenneratkaisut sekä kaksi lämmöneristysvaihtoehtoa. Lisäksi kerrotaan eri tavoista, joilla kosteus rakenteisiin kulkeutuu ja muodostuu.

Pääasiassa opinnäytetyössä keskitytään vertailemaan höyrynsulkumuovin ja ilmansulkupaperin ominaisuuksia ja niiden sopivuutta kyseiseen kohteeseen.

Liitteinä esitetään kohteen pääpiirustukset asemapiirrosta lukuunottamatta. Rakenneleikkauksesta esitetään kaksi vaihtoehtoa.

# COMPARISON OF CONSTRUCTION WITH OR WITHOUT DAMPPROOFING FOR HOLIDAY HOME THAT FITS FOR ALL-YEAR HABITATION

Mäkelä, Lauri

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Technology

February 2012

Supervisor: Karjalainen, Janne

Number of pages: 17

Appendices: 4

Keywords: holiday home, dampproofing, heat insulation, humidity

---

The purpose of this thesis was to compare a construction with or without dampproofing for winter habitable holiday home that will be built in island of Ounaskeri in Pori.

In this thesis it is meant to present reasons when it is choosed construction with or without dampproofing for holiday home. This thesis can perhaps serve as a handbook for those who are planning to start a same kind of building project.

In this thesis the project is presented with the construction solutions designate and two options of heat insulation. There is also told about different ways that humidity moves along and forms in the construction.

This thesis mainly focuses on comparison of properties and suitability of dampproofing plastic and vaporproof paper for this building project.

As an attachments it is presented the general arrangement drawings not including the general layout. This includes two options of structure section.

# SISÄLLYS

	TERMILUETTELO.....	5
1	JOHDANTO.....	6
2	YLEISTÄ KOHTEESTA.....	7
	2.1 Sijainti ja olosuhteet.....	7
	2.2 Rakennussuunnitelmat.....	7
3	LOMA-ASUNNON RAKENTEET.....	8
	3.1 Rakenteiden valintaperusteet.....	8
	3.2 Perustukset.....	8
	3.3 Alapohja.....	8
	3.3.1 Alapohjan lämmöneristysvaihtoehto 1.....	9
	3.3.2 Alapohjan lämmöneristysvaihtoehto 2.....	9
	3.4 Ulkoseinät.....	9
	3.4.1 Ulkoseinien höyrynsulullinen lämmöneristysvaihtoehto.....	10
	3.4.2 Ulkoseinien höyrynsuluton lämmöneristysvaihtoehto.....	10
	3.5 Yläpohja.....	11
	3.5.1 Yläpohjan höyrynsulullinen lämmöneristysvaihtoehto.....	11
	3.5.2 Yläpohjan höyrynsuluton lämmöneristysvaihtoehto.....	11
4	KOSTEUDEN KULKEUTUMINEN RAKENTEISSA.....	12
	4.1 Kosteuden aiheuttamat ongelmat rakenteissa.....	12
	4.2 Diffuusio.....	12
	4.3 Kondensoituminen.....	13
	4.4 Konvektio.....	13
	4.5 Kosteuden kulkeutumisen estäminen.....	14
5	HÖYRYNSULULLISEN JA HÖYRYNSULUTTOMAN RAKENTEEN VERTAILUA.....	15
	5.1 Yleistä.....	15
	5.2 Vertailua.....	16
6	YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT.....	18
	LÄHTEET.....	21
	LIITTEET	

## TERMILUETTELO

Vesihöyry	kaasumaista vettä. Vesihöyry on hajutonta, mautonta ja väritöntä, eikä sitä siis voi ihmissilmin erottaa
Diffuusio	kaasumolekyylien liikettä, joka pyrkii tasoittamaan kaasuseoksessa olevien yksittäisten kaasujen pitoisuuseroja. Diffuusiossa kaasu siirtyy korkeammasta pitoisuudesta matalampaan pitoisuuteen.
Konvektio	kaasun tai nesteen virtausta ulkoisten voimien (pakotettu konvektio) tai lämpötilaeroista aiheutuvien tiheyserojen vaikutuksesta (painovoimainen konvektio).
Kondensoituminen	Ilman sisältämän vesihöyryn tiivistyminen esim. rakenteiden pinnalle. Esiintyy kun ilman vesihöyrynpitoisuus saavuttaa kyllästyskosteuspitoisuuden (eli 100 %:n suhteellisen kosteuden).
Hygroσκοoppisuus	aineen kyky sitoa itseensä ilman vesihöyryä ja luovuttaa tätä sitoutunutta kosteutta takaisin ilmaan kun ilman suhteellinen kosteus muuttuu.

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on vertailla talviasuttavan kesämökin höyrynsulullista ja höyrynsulutonta rakennetta. Tähän työhön on kerätty perusteluja ja huomioonotettavia seikkoja molemmista tapauksista. Käsiteltävä loma-asuntohanke on todellinen ja sen rakennustyöt on tarkoitus aloittaa keväällä 2012.

Aluksi opinnäytetyössä esitellään rakennuskohde ja sen rakennetyypit. Rakennetyypit on valittu yhdessä rakentajan kanssa ja pääpiirustukset on laadittu näiden valintojen pohjalta. Rakenneosista esitetään myös kaksi erilaista lämmöneristysvaihtoehtoa riippuen siitä, onko käytetty höyrynsulkumuovia vai ilmansulkupaperia.

Neljännessä luvussa kerrotaan eri tavoista, joilla kosteus rakenteisiin kulkeutuu ja muodostuu. Höyryn-/ilmansulkukerroksen tarkoituksena on estää tai lieventää näitä ilmiöitä.

Tämän jälkeen opinnäytetyössä esitetään perusteluja sekä höyrynsulullisesta ja -suluttomasta rakenteesta. Loppuun on kerätty päätelmiä ja yhteenveto rakenteiden vertailusta.

## 2 YLEISTÄ KOHTEESTA

### 2.1 Sijainti ja olosuhteet

Kohteena on Porin Kellahdelle Ounaskerin (tai Pihlavankarin) saareen rakennettava vapaa-ajan asunto saunarakennuksineen. Rakennuttajana toimivat Olli ja Eija Mäkelä. Saari sijaitsee Pihlavanlahdessa. Mantereelta on siihen matkaa vettä pitkin n. 100 metriä. Matka on kuljettava veneellä tai talvisin jäätä pitkin, mutta tällöin kuljettava reitti on pidempi virtauksista ja jäistä johtuen. Ounaskerin saari on kokonaispinta-alaltaan noin 15 hehtaaria. Tontti, johon mökki rakennetaan, on pinta-alaltaan 1300 m<sup>2</sup>. Ounaskeri sijaitsee murtovesialueella, joten olosuhteet eivät täysin vastaa meriolosuhteita, sillä veden suolapitoisuus on alhaisempi kuin merivedessä. Saari on runsaspuinen, ja rakennettava mökki on puiden suojassa, joten tuuliolosuhteet ovat hieman normaaleja meriolosuhteita suotuisimmat.

### 2.2 Rakennussuunnitelmat

Rakennettava mökki on pinta-alaltaan 74 m<sup>2</sup>. Tontilla on aikaisemmin rakennettu 24 m<sup>2</sup>:n saunarakennus. Koska kyseessä on saareen rakennettavat rakennukset, ei voida puhua aivan tavanomaisesta rakennusprojektista, vaan erikoispiirteitä hankkeeseen tuo esimerkiksi rakennusmateriaalien kuljetus paikalle. Suunnittelussa huomioon otettavia asioita ovat ainakin runsaskivinen ja korkeuseroltaan vaihteleva maasto sekä runsas puusto. Lisäksi on pyrittävä pitämään rakennustekniset ratkaisut sen verran yksinkertaisina, että toteuttamiseen tarvittavat materiaalit sekä työkalut on mahdollista kuljettaa työmaalle.

Käytettävä rakennusmateriaali on rakentajan omasta varastosta löytyvää. Rakenteet on pyritty suunnittelemaan niin, että rakennushankkeessa pystyttäisiin hyödyntämään mahdollisimman pitkälle näitä olemassa olevia materiaaleja.

Saaresta on jouduttu ennen rakennustöiden aloittamista kaatamaan jonkin verran puita, jotka on kuljetettu pois talvella jäätä pitkin. Muilta osin tontti ja sen ympäristö pyritään pitämään mahdollisimman luonnontilaisena. Olemassa olevat suurehkot kivet toimivat esimerkiksi terassin perustuksina joiltain osin.

Rakennettava mökki on kahden makuuhuoneen loma-asunto, jossa on myös olohuone, keittiö, lämmin kuisti sekä sisä-wc. Pesutilat ja sauna sijaitsevat erillisessä saunarakennuksessa. Mökkiin tulee sähkö, mutta juoksevaa vettä ei ole. Vesi on kannettava hartiavoimin sisälle ja tästä syystä käymälä tulee olemaan kompostoiva. Olohuoneeseen sijoitetaan takka ja oleskelutiloissa (oh ja k) on vino sisäkatto.

Lämmitys tapahtuu olohuoneen ulkoseinälle asennettavalla ilmalämpöpumpulla sekä puulämmitteisellä takalla.

### 3 LOMA-ASUNNON RAKENTEET

#### 3.1 Rakenteiden valintaperusteet

Vertailtavat rakennetyypit on valittu yhdessä rakentajan kanssa. Valintaperusteina oli rakentajan käytössä olevat materiaalit sekä kokemus rakentamisesta ja toimivista rakennetyypeistä.

#### 3.2 Perustukset

Rakennusalueen maaperä on kalliopohjainen. Kallion päältä on poistettava vain ohut kerros humusta sekä sammalta. Perustustapana käytetään muurattua pilariperustusta. Anturat valetaan kallion päälle ja pilarit muurataan pilariharkoista.

#### 3.3 Alapohja

Alapohja on siis tuulettuva, pilareiden päälle rakennettava. Pilareiden päälle tulevat päälattiakannattajat ovat 115x225 tai 115x360 liimapuupalkkeja ja sekundäärikannattajat ovat 50x225 sahatavaraa. Lattiakannattajat kiinnitetään perustuspilareihin M12 kierretangoilla. Lattiamateriaalina käytetään 28 mm pontattua lattialautaa. Ulkoilmaan rajoittuvan alapohjan U-arvovaatimus on 0,14 W/m<sup>2</sup>K (Suomen RakMK C3 2010).



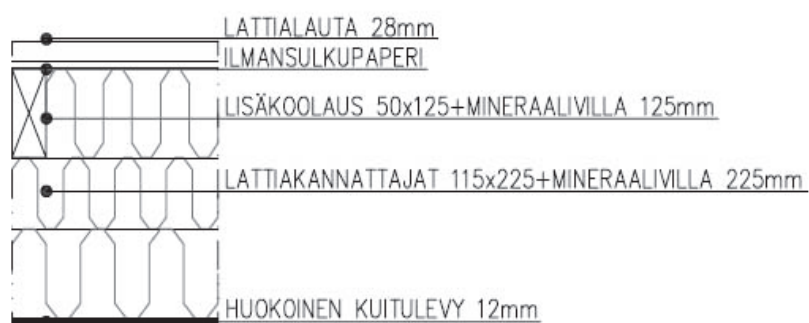
### 3.3.1 Alapohjan lämmöneristysvaihtoehto 1

Alapohjan lämmöneristeenä käytetään 200 mm polyuretaanilevyjä. Polyuretaania käytetään, jotta saadaan pidettyä rakenteen paksuus kohtuullisena ja kuitenkin päästään vaadittuun U-arvoon. Polyuretaani toimii riittävänä ilmansulkuna. Rakenteen U-arvo 0,12 W/m<sup>2</sup>K.



### 3.3.2 Alapohjan lämmöneristysvaihtoehto 2

Lattiakannattajien väliin asennetaan 225 mm mineraalivillaa. Tämän päälle asennetaan 125 mm lisäkoolaus ja 125 mm mineraalivillakerros. Lattialautojen alle laitetaan ilmansulkupaperi. Mineraalivillaa käytettäessä lämmöneristeen kokonaispaksuus on 350 mm, mutta tällä eristepaksuudella päästään U-arvovaatimukseen. Rakenteen U-arvo 0,14 W/m<sup>2</sup>K.



## 3.4 Ulkoseinät

Ulkoseinän runko on 150 mm paksu, rankarakenteinen puurunko. Sisäpuolen verhouksena käytetään 22 mm sisäverhouspaneelia ja ulkoverhouksena 28 mm

ulkoverhouspaneelia. Ulkoverhouksen alla on 25 mm tuuletusväli ja 25 mm huokoinen tuulensuojalevy. Ulkoseinän rungon alaohjauspuu kiinnitetään naulaamalla päälattiakannattajiin. Ikkunoiden ja ulko-ovien karmileveys on 150 mm. Ulkoseinien U-arvovaatimus on 0,26 W/m<sup>2</sup>K (Suomen RakMK C3 2010).

#### 3.4.1 Ulkoseinien höyrynsulullinen lämmöneristysvaihtoehto

Lämmöneristeenä käytetään 150 mm mineraalivillaa ja höyrynsulkuna muovia. Ulkopuolelle kiinnitetään 25 mm huokoinen tuulensuojalevy. Rakenteen U-arvo on 0,26 W/m<sup>2</sup>K.



#### 3.4.2 Ulkoseinien höyrynsuluton lämmöneristysvaihtoehto

Lämmöneristeenä käytetään 150 mm puukuitueristettä ja ilmansulkuna paperia. Ulkopuolelle kiinnitetään 25 mm huokoinen tuulensuojalevy. Rakenteen U-arvo on 0,26 W/m<sup>2</sup>K.



### 3.5 Yläpohja

Yläpohjan kannattajina käytetään 400 mm palkkeja, jotka tuetaan 115x225 kurkihirrellä. Yläpohjan kannattajat jaetaan 600 mm:n välein. Kannattajat kiinnitetään ulkoseinään ja kurkihirteen kulmarauodoilla. Oleskelutiloihin tulee vino sisäkatto, mutta muihin tiloihin rakennetaan alakatto. Sisäkaton verhouksena käytetään 15 mm sisäverhouspaneelia, jonka alle k600 22x50 koolaus. Katemateriaaliksi tulee palahuopa, jonka alle alushuopa, raakapontti ja 32 mm tuuletusväli. Yläpohjan U-arvo vaatimus on 0,14 W/m<sup>2</sup>K (Suomen RakMK C3 2010).

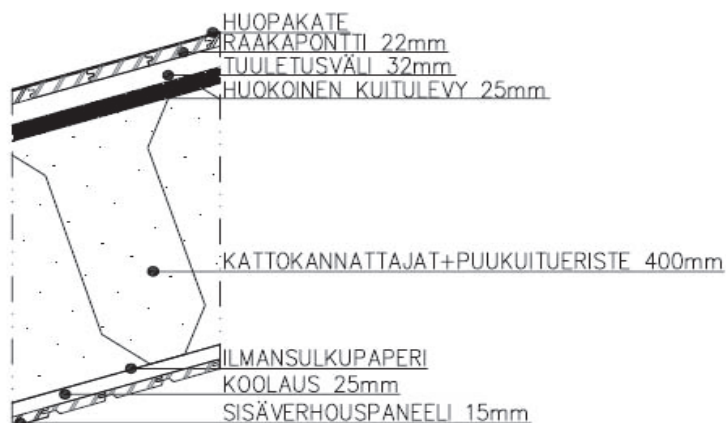
#### 3.5.1 Yläpohjan höyrynsulullinen lämmöneristysvaihtoehto

Lämmöneristeenä käytetään 100 mm mineraalivillaa ja 300 mm puukuitueristettä ja höyrynsulkuna muovia. Lämmöneristeen ulkopintaan kiinnitetään 25 mm huokoinen tuulensuojalevy. Rakenteen U-arvo 0,12 W/m<sup>2</sup>K.



#### 3.5.2 Yläpohjan höyrynsuluton lämmöneristysvaihtoehto

Lämmöneristeenä käytetään 400 mm puukuitueristettä ja ilmansulkuna paperia. Lämmöneristeen ulkopintaan kiinnitetään 25 mm huokoinen tuulensuojalevy. Rakenteen U-arvo 0,12 W/m<sup>2</sup>K.



## 4 KOSTEUDEN KULKEUTUMINEN RAKENTEISSA

### 4.1 Kosteuden aiheuttamat ongelmat rakenteissa

Mikäli rakenteisiin pääsee kosteutta, se saattaa aiheuttaa vaurioita. Kosteus voi aiheuttaa mekaanisia vaurioita jäätyessään. Kun kosteus pääsee tekemisiin hapen ja lämmön kanssa syntyy homeita, jotka vaurioittaa rakenteita. Lisäksi syntyy muitakin mikrobeja, jotka sisäilmaan päästessään aiheuttavat ongelmia, kuten allergiaa.

### 4.2 Diffuusio

Rakennustekniikassa diffuusiolla tarkoitetaan vesihöyryn kulkeutumista rakenteiden läpi. Kaikki materiaalit läpäisevät enemmän tai vähemmän vesihöyryä. Vesihöyry on kaasumaista vettä. Ilman absoluuttinen kosteus kertoo, kuinka paljon vesihöyryä ilmassa on. (Siikanen 1996, 54-56.)

Yleensä diffuusio tapahtuu lämpimämmästä tilasta kylmempään, koska kosteus pyrkii tilaan, jonka ilman vesihöyryn osapaine on pienempi.

Diffuusion nopeutta voidaan kuvata diffuusionvastusluvulla. Rakennustekniikassa diffuusionvastusluvulla tarkoitetaan yleensä höyryn- ja ilmansulkujen kykyä vastusta

vesihöyryn kulkemista. Mitä suurempi diffuusiovastusluku on, sitä paremmin aine vastustaa vesihöyryä. Höyrynsulkumuovin diffuusiovastusluku on n. 250 000  $\mu\text{H}^2\text{O}$  ja ilmansulkupaperin n. 10 000  $\mu\text{H}^2\text{O}$ . Diffuusiota pyritään estämään asentamalla lämmöneristeen ja lämpimän sisätilan väliin riittävän vesihöyrytiivis kerros eli materiaalia, jolla on mahdollisimman suuri diffuusiovastus. Tällä pyritään pienentämään vesihöyrynvastusta kylmään tilaan päin mentäessä. Ulkopuolella tuulensuojana käytetään materiaalia, jolla on mahdollisimman pieni diffuusionvastus, jotta vesihöyry pääsee tuulettumaan rakenteista. Jäädessään rakenteisiin kosteus saattaa aiheuttaa homevaurioita. (Tiivistalo www-sivut 2011.)

Ihan kaikissa rakenteissa ei tarvita höyrynsulkukerrosta, mikäli kosteutta ei muodostu sisätiloissa määrälti. Rakenteen tulee tässä tapauksessa olla tuulettuva ja hygroskooppinen.

#### 4.3 Kondensoituminen

Kondensoituminen on vesihöyryn tiivistymistä vedeksi. Se tapahtuu, kun ilman suhteellinen kosteus on 100%.

Rakenteissa vesihöyry tiivistyy aina materiaalin kylmemmälle, kovemmalle pinnalle, kun kastepiste ylittyy. Kondensoitumista aiheuttavat mm. kylmä lämpimään tilaan rajoittuva rakenteen pinta, kylmäsillat, puutteellinen höyrynsulku tai reiät höyrynsulussa. (Siikanen 1996, 57.)

#### 4.4 Konvektio

Konvektio on ilmanpaine-eroista johtuvien ilmavirtausten aiheuttamaa kosteuden siirtymistä.

Pakotettu konvektio tapahtuu ilmanpaine-erojen vaikutuksesta rakenteessa mahdollisesti olevien vuotokohtien kautta. Kylminä vuodenaikoina esiintyvällä pakotetulla konvektiolla on rakenteiden kannalta suurin merkitys, sillä rakojen ja reikien läpi tapahtuvat ilmavirtaukset sisältä ulos voivat kuljettaa mukanaan

moninkertaisia kosteusmääriä diffuusioon nähden (Siikanen 1996, 56). Tällöin eristekerros viilenee ja sisätiloissa oleva korkeampi ilmanpaine pyrkii tasaantumaan eristekerrokseen vuotokohtien kautta. Kohdatessaan kylmän ilman lämpimämpi sisäilma jäähtyy ja osa sen sisältämästä vesihöyrystä saattaa tiivistyä vedeksi. Pakotetun konvektion estämiseksi höyrynsulkukerrokset pyritään tekemään mahdollisimman yhtenäisiksi. Keväällä ja kesällä, kun lämpötila ulkopuolella on korkeampi kuin sisällä, eristekerros sitoo itseensä vesihöyryä, koska sen sisällä oleva ilma kykenee sitomaan itseensä enemmän vesihöyryä kuin sisätiloissa oleva viileämpi ilma. Kun rakenne on tiivis sisäpuolelta, vesihöyry ei pääse tuulettumaan eristeestä ja ylimääräinen kosteus tiivistyy rakenteisiin. (Tiivistalo www-sivut 2011.)

Painovoimaista eli ilman tiheyseroista johtuvaa konvektiota saattaa esiintyä seinänsisäisenä, toisin sanoen ilmavirta kiertää rakenteen sisällä. Painovoimaisen konvektion nopeus on sitä suurempi, mitä paksumpi ja korkeampi rakenne on. Painovoimainen konvektio lisää kosteusvaurioiden mahdollisuutta, mikäli kosteus kulkeutuu lämpötilaan, jossa se tiivistyy. Kun ulkopuolinen eristekerros on viileä ja sisäpuolen eriste on lämpimämpää, pyrkii lämpimämpi ilma nousemaan ylöspäin ja viileämpi alaspäin. Jos rakenteen tuuletuksesta ei ole huolehdittu riittävästi, tiivistyy ylimääräinen kosteus kastepisteen saavutettuaan ulkoseinän puolelle. Kesällä taas lämmin ilma kohtaa viileämmän sisäpuolen ja kosteus tiivistyy sisäseinän puolelle. Rakenteiden tuuletus hoidetaan jättämällä lämmöneristeen ulkopintaan tila, jossa ilma pääsee vapaasti kiertämään.

(Tiivistalo www-sivut 2011.)

#### 4.5 Kosteuden kulkeutumisen estäminen

Diffuusiota pyritään estämään höyrynsulkukerroksella. Tämän höyrynsulkukerroksen tiiviys ja yhtenäisyys on tärkeää, jotta kosteutta ei pääse rakenteisiin konvektion johdosta. Kondensoitumista voi estää tekemällä rakenteesta mahdollisimman homogeeninen eli tehdä rakenne niin, että siinä on mahdollisimman vähän materiaalien pintoja, joille kosteus voi tiivistyä.

## 5 HÖYRYNSULULLISEN JA HÖYRYNSULUTTOMAN RAKENTEEN VERTAILUA

### 5.1 Yleistä

Rakennuksen vaipan ilmatiiviyys pyritään saamaan aikaan ilmansululla, joita ovat rakennuspaperit ja tervapahvit tai höyrynsululla, joita ovat mm. muovit ja alumiinipaperi. Tämä tiivis kerros asennetaan mahdollisimman lähelle rakenteen sisäpintaa, tarkoituksenaan estää kosteutta pääsemästä rakenteisiin diffuusiolla tai konvektiolla. Tämän kerroksen höyrynvastuksen tulee olla vähintään viisinkertainen lämmöneristyksen kylmällä puolella olevaan rakenteeseen verrattuna (Suomen RakMK C2 1998, 9). Ilmansulku estää myös ilmavirtauksia rakenteen läpi. Vaipan ulkopintakin on hyvä tehdä ilmanpitäväksi, jotta tuuli ja ilmavirtaukset eivät pääsisi ulkopuolelta lämmöneristekerrokseen. Rakenteiden liittymien ja epäjatkuvuuskohtien tiiviiksi saaminen on oleellista kokonaisvaltaisen tiiviyden kannalta. Rakennukset voidaan jakaa ilmatiivyyden osalta kolmeen pääryhmään: rakenteet, joissa on tiivis höyrynsulkukerros; rakenteet, joissa on höyryä läpäisevä ilmansulkukerros ja rakenteet, joissa ei ole erillistä ilmansulkukerrosta.

Höyrynsulun materiaalista ja tyypistä riippumatta kaikkiin rakenteisiin pääsee kuitenkin enemmän tai vähemmän kosteutta. Näin ollen rakenteen kuivumisen varmistaminen on olennainen toimenpide, kun halutaan estää kosteusvauriot ja homeen muodostuminen. Mikäli rakenteessa on kaksi huonosti kosteutta läpäisevää kerrosta, kerääntyy näiden kerroksien väliin kosteutta. (Tiivistalo www-sivut 2011.)

Oleellista rakenteiden kosteudenhallinnassa on myös rakennuksen lämmitys. Loma-asunnot voivat olla kokonaan tai ainakin suuren osan vuodesta lämmittämättömiä. Joissain uusissa tutkimuksissa on saatu hyviä tuloksia ns. kuivanapitolämmityksestä, jossa sisäilmaa pidetään ainoastaan muutamaa astetta ulkoilmaa lämpimämpänä. Lämmityksen lisäksi on myös olennaista, miten rakenne on eristetty ja onko eristeisiin mahdollista tiivistyä kosteutta talven aikana, mikäli rakennusta pidetään lämpimänä talvella. (Meidän Mökki www-sivut 2011.)

## 5.2 Vertailua

Yleisesti käytetty höyrynsulkumuovi on polyeteenistä valmistettu, 0,2 mm vahvuinen muovikalvo, jota käytetään kosteuden sulkuun seinä- ja kattorakenteissa. Höyrynsulkumuovi on UV-suojattu. Höyrynsulkumuovia on käytettävä aina rakenteissa, joissa lämmöneristeenä on mineraalivillaa, koska mineraalivilla ei kykene sitomaan huokosrakenteeseensa kosteutta. Muovikalvo estää ilman virtauksen ja vesihöyryn konvektion. Höyrynsulkumuovi estää myös diffuusion. (Immonen 2008, 18.)

Rakenteet, joissa lämmöneristeenä käytetään puukuitueristettä kuten ekovillaa tai selluvillaa, voidaan muovin sijasta käyttää ilmansulkupaperia, joka estää ilmanvirtauksen rakenteeseen. Paperi ei kuitenkaan estä diffuusiota, vaan sen läpi vesihöyry pääsee eristekerrokseen. Puukuitueriste pystyy kuitenkin hygroskooppisuutensa vuoksi sitomaan huokosrakenteeseensa kosteutta ja myöhemmin luovuttamaan sitä pois. Hygroskooppisuus tarkoittaa aineen kykyä sitoa itseensä kosteutta ja luovuttaa sitä takaisin ilman suhteellisen kosteuden muuttuessa. Puu ja puupohjaiset rakennusaineet, kuten lastulevy, puukuitulevy ja puukuitueriste, ovat hygroskooppisia. (Immonen 2008, 18-19.)

Muoviset höyrynsulut toimivat Suomen ilmastossa, mutta pienemmänkin diffuusiovastuksen omaavat materiaalit voivat olla yhtä hyvin toimivia. Jos ulkoseinärakenne on tehty kosteutta läpäiseväksi, on oleellista kiinnittää huomiota tuulensuojan lämmöneristävyteen. Mitä parempi lämmöneristävyys on, sitä alhaisempi on lämmöneristeen suhteellinen kosteus ja materiaalit pysyvät kuivempina. Kosteutta läpäisevän rakenteen tuulensuojana on hyvä käyttää tuulensuojaa, joka toimii kuten 25 mm huokoinen kuitulevy tai 50 mm mineraalivillalevy. Myös kosteutta sitovan lämmöneristeen käyttö ilmansulkupaperin kanssa on rakenteen toimivuuden kannalta huomion arvoista. Kosteutta sitova lämmöneriste hidastaa suhteellisen kosteuden nousua tuulensuojan sisäpinnassa syysolosuhteissa, mutta toisaalta se myös hidastaa rakenteen kuivumista keväällä. Kosteuden muodostumisen kannalta on syksy kevättä kriittisempää aikaa, joten näin ollen kosteutta sitovalla lämmöneristeellä saadaan kosteusteknisesti tehokkaampi rakenne aikaan. (Vinha, Käkälä 2007, 118.)



Tampereen teknillisen yliopiston vuonna 2003 tekemässä tutkimuksessa kävi ilmi, että ulkolämpötilan ollessa  $-10\text{ °C}$  ja sisälämpötilan ollessa  $+20\text{ °C}$ , paperista ilmansulkua käytettäessä ulkoseinän puolelle tiivistyy vettä kolmen päivän jälkeen. Höyrinsulkumuovia käytettäessä tiivistymistä ei tapahtunut (Vinha, Käkälä, Kalamees 2003, 37.) Talvipakkasilla höyrinsulkumuovien vuodot ja ilmansulkupaperin läpi tapahtuva diffuusio aiheuttavat kosteusrasitusta rakenteisiin. Näin ollen keväällä ulkoilman lämmitessä rakenteen tulee kuivua tehokkaasti tai kosteus- ja homevaurioiden riski kasvaa. Muovinen höyrinsulku ei yleensä hidasta rakenteiden kuivumista, mutta kun ulkolämpötila kohoaa yli sisälämpötilan, alkaa kosteassa eristeessä oleva ilma tiivistyä höyrinsulun pintaan. Paperi taas päästää vesihöyryn tehokkaammin läpi siinä vaiheessa, kun ympäröivän ilman suhteellinen kosteus nousee, sillä puun ja puupohjaisten rakennusaineiden vesihöyrynsuhteellisuus riippuu kosteuspitoisuudesta ja ympäristön suhteellisesta kosteudesta. Näin ollen paperisen ilmansulun vesihöyrynsuhteellisuus vaihtelee vuodenaikojen mukaan. On mahdollista, että tällaiset rakenteet toimivat juuri tästä syystä. (Tiivistalo [www-sivut 2011](#))

Rakenteen läpi tapahtuvat ilmapuodot lisäävät myös kosteus- ja homevaurioiden riskiä, koska ilman mukana voi rakenteisiin tiivistyä kosteutta. Tiivistymisriski on suuri erityisesti tapauksessa, jolloin kosteusvirta on ulkoa sisäänpäin ja rakenteen sisäpinnassa on käytetty höyrinsulkumuovia. Tästä syystä olisi suositeltavaa pitää rakennus lämpimänä kesäkauden ulkopuolella, mikäli rakenteen sisäpinnassa on käytetty ilmatiivisteistä kerrosta. Aina kun ulkolämpötila on sisälämpötilaa korkeampi alkaa vesihöyryn osapaine eristeissä kasvaa ja diffuusiovirta kääntyy niin, että kosteus rakenteen sisällä alkaa virtaamaan rakenteen sisäpintaan päin. Näin voi tapahtua jo keväällä ja syksyllä aurinkoisina päivinä, mutta voimakkainta tämä on kesäkuukausina. (Meidän Mökki [www-sivut 2011](#).)

Muoveja ja muita diffuusiotiiviitä materiaaleja käytettäessä voi konvektion johdosta rakenteeseen päästä kosteutta. Kosteutta voi päästä rakenteisiin, jos muovissa on vuotokohtia. Tiivistämisen kannalta ongelmallisia paikkoja ovat kaikki höyrinsulun lävistävät rakenteet ja rakennusosat kuten savupiippu, ilmanvaihtokanavat, vesi- ja

viemäriputket sekä sähköputket ja -rasiat. Alasidepuun ja sokkelin liitoskohta on myös ongelmallinen (Immonen 2008, 19). Jos kuivuminen tässä tapauksessa ulospäin ei ole mahdollista saattaa ilmatiivis höyrinsulku sisäpuolella aiheuttaa kosteusvaurioita.

Jos halutaan rakennukseen rakenne, joka kerää itseensä kosteutta vapauttaakseen sen kuivuessaan, voidaan tällöinkin käyttää ilmansulkupaperia hygroskooppisen lämmöneristeen kanssa. Tällaiseen rakenteeseen kertyy talvikautena kosteutta, joka ulkoilman lämmitessä vapautuu höyrynä takaisin huoneilmaan. Tämänkaltainen rakenne tasaa huoneilman kosteusvaihteluita. (Kokko 2002, 9.)

Edellämainitun rakenteen muita etuja on sisäpuolisista kosteusrasituksista aiheutuvan kosteuden aleneminen, kun vesihöyry pääsee diffuusion seurauksena läpi ilmansulusta. Tästä on etua erityisesti kosteana kesäaikana. Kun rakennus ei ole aktiivisessa käytössä, eikä sisäpuolista kosteusrasitusta ole sisäilman kosteuspitoisuus nousee ulkopuolisen kosteuden päästessä rakenteen läpi. Myös talviaikana saattaa sisäilma päästä liian kuivaksi. Joissain koerakennuksissa, joissa on käytetty höyrynläpäisevää paperia, on talvikuukausina sisäilman suhteellinen kosteus ollut 20-25 %, joka tosin on hyvin yleinen sisäilman kosteuspitoisuus. Keuhkovammaliiton suositus on kuitenkin 40 %. (Kokko 2002, 18.)

Suomen olosuhteissa voidaan käyttää sekä täysin vesihöyrytiivistä höyrinsulkua tai ilmansulkukerrosta, joka päästää vesihöyryä lävitseen. Molemmat rakennetyypit ovat tiiviydeltään riittävän hyviä.

## 6 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Talviasuttavassa kesämökissä on mahdollista käyttää ilmansulkuna sekä ilmatiivistä-että höyrynläpäisevää kerrosta. Pohdittaessa parasta ratkaisua on otettava huomioon monta tekijää, jotka vaikuttavat rakenteen toimivuuteen.

Jos halutaan käyttää vesihöyrynläpäisevää ilmansulkukerrosta, tulee lämpöeristeen olla hygroskooppista materiaalia, jotta se pystyy imemään itseensä kosteuden, jonka ilmansulkupaperi päästä lävitseen sisäpuolelta. Ulkoilman lämmitessä ja rakenteen kuivuessa vapautuu kosteutta taas ilmansulun läpi sisäilmaan. On tutkittu, että tällainen rakenne ja sen toiminta parantaa sisäilman kosteustasapainoa.

Käytettäessä ilmatiivistä muovia höyrynsulkuna ei lämmöneristeen tarvitse olla hygroskooppista, koska tiivis muovikerros ei päästä lävitseen sisäpuolista vesihöyryä, joka tiivistyessään kosteudeksi voisi aiheuttaa vaurioita lämmöneristeisiin. Riskinä muovin ja mineraalivillan käytössä on konvektio, joka saattaa johtua vuotokohtista ilmatiiviissä kerroksissa. Vuodot voivat olla peräisin ilmansulkukerroksen vääränlaisesta asentamisesta tai läpivientien huonosta tiivistämisestä.

Ilmantiiviys on tärkeää myös painovoimaisen ilmanvaihdon kannalta. Jos tiiviissä kerroksessa on vuotokohtia, joista ilma pääsee läpi, ei painovoimainen ilmanvaihto toimi oikealla tavalla.

Saareen rakennettaessa on otettava huomioon myös normaalia ankarammat tuuliolosuhteet. Näin ollen on syytä kiinnittää huomiota tuulensuojamateriaaliin. Erityisesti käytettäessä ilmansulkupaperia tulee tuulensuojakerroksen olla hyvin tuulta ja ilmavirtauksia vastustava, koska paperi ei estä ilmavirtauksien pääsyä sisätiloihin yhtä tehokkaasti kuin muovinen höyrynsulku. Suositeltavaa olisi käyttää 25 mm paksua huokoista kuitulevyä, jos ilmansulkuna on paperi. Tuulisissa olosuhteissa myös muovia käytettäessä on hyvä tuulensuojana olla edellämainittu levy tai 25 – 50 mm mineraalivillalevy.

Tässä talviasuttavassa mökissä on tarkoitus ilmalämpöpumppujen avulla pitää läpi talven peruslämpöä yllä niin, ettei sisälämpötila pääse laskemaan alle ulkolämpötilan, mutta kun lämmitysjärjestelmänä käytetään sähköllä toimivia ilmalämpöpumppuja, on mahdollista, että sähköjen katketessa jää rakennus vaille lämmitystä, mikäli varalämmitysmuotona käytettävää tulisijaa ei kukaan ole lämmittämässä. Tällaisessa tapauksessa on mahdollista, että sisälämpötila laskee alle

ulkolämpötilan ja diffuusio alkaa toimimaan päinvastoin kuin yleensä eli kosteus pyrkii ulkoa sisälle. Tässä tapauksessa vesihöyry pysähtyy ilmatiiviiseen muoviin, jonka pintaan kosteus kondensoituu. Tämä saattaa aiheuttaa kosteusriskin erityisesti käytettäessä lämmöneristeenä mineraalivillaa, jonka huokosrakenne ei pysty imemään kosteutta itseensä. Vesihöyryä läpäisevä ilmansulkupaperi taas päästää ulkoa sisälle päin pyrkivän kosteuden lävitseen, eikä vastaavanlaista riskiä pääse syntymään.

Sisäpuolista kosteusrasitusta tässä tapauksessa syntyy normaalia vähemmän, koska juoksevaa vettä ei mökkiin tule. Kosteusrasitusta syntyy ihmisistä, ilmalämpöpumpuista, kantovedestä ja ruoanlaitosta. Kylminä vuodenaikoina sisäpuolella syntyvä kosteus pyrkii diffuusion vaikutuksesta ulospäin. Ilmansulkupaperi päästää kosteuden läpi lämmöneristekerrokseen, johon kosteus varastoituu. Ulkoilman lämmitessä kosteus vapautuu höyrynä, mikäli rakenteen kuivuminen ja tuuletus on varmistettu. Muovinen höyrynsulkukerros ei päästä sisäpuolista kosteutta lävitseen, vaan tässä tapauksessa kosteuden ulospääseminen on hoidettava ilmanvaihdon avulla.

Höyrynsulkumuovi on parempi valinta silloin, kun sisälämpötila on ulkolämpötilaa korkeampi. Lämpimillä ilmoilla ja varsinkin, jos sisätiloja viilennetään esimerkiksi lämpöpumpun avulla, läpäisemätön höyrynsulku voi muodostaa rakenteeseen kosteysloukun. Ilmansulkupaperi on erinomainen valinta silloin, kun sisälämpötila on ulkolämpötilaa alhaisempi tai kun rakennuksen käyttö on talvella vähäistä.

Yhdessä rakentajan kanssa köytyjen pohdintojen perusteella tässä hankkeessa päädyttiin höyrynsululliseen rakenteeseen. Tarkoitus on siis pitää rakennuksessa kylminä vuodenaikoina peruslämpöä yllä niin, ettei sisälämpötila pääsisi laskemaan alle ulkolämpötilan.

## LÄHTEET

*Siikanen, U. 1996. Rakennusfysiikka: Perusteet ja sovellukset. Helsinki: Rakennustieto.*

*Kokko, E. 2002. Hengittävä puukuiturakenne: fysikaalinen toimintaperiaate ja vaikutukset sisäilmaan. Vammala: Wood Focus Oy. <http://http://www.ekovilla.com>*

*Suomen RakMK C2. 1998. Kosteus. Määräykset ja ohjeet 1998. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto.*

*Vinha, J. & Käkelä, P. 2007. Puurunkoisten ulkoseinien kosteustekninen toiminta Suomen ilmasto-olosuhteissa. Patinoituu ja paranee - moderni puukaupunki -tutkijakoulu 2003-2006, 100-122. Viitattu 15.12.2011. <http://herkules.oulu.fi>*

*Tiivistalon www-sivut. Viitattu 15.12.2011. <http://www.tiivistalo.fi>*

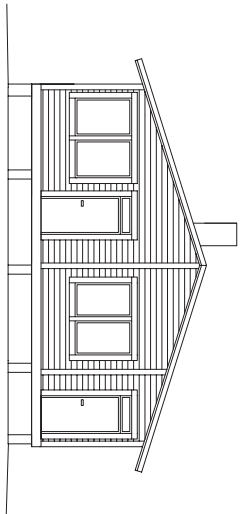
*Immonen, M. 2008. Paine-eron vaikutus ilmapuotokohdan ympäristön lämpötilaan. Insinööriyö. Helsingin ammattikorkeakoulu. Viitattu 15.12.2011. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:stadia-1206442103-6>*

*Meidän Mökki www-sivut. Viitattu 15.12.2011. <http://www.meidanmokki.fi>*

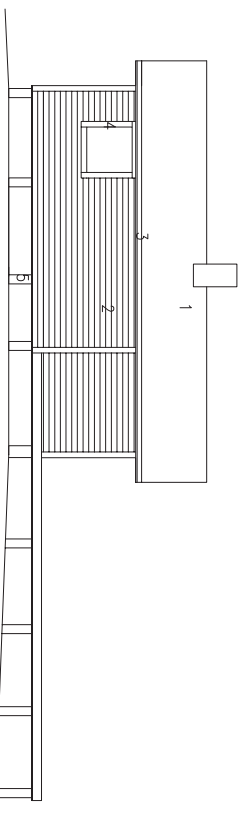
*Vinha, J., Käkelä, P. & Kalamees, T. 2003. Puurunkoisten seinärakenteiden kosteusteknisen toiminnan vertailu omakotitalossa. Tutkimusraportti. Tampereen Teknillinen Yliopisto.*



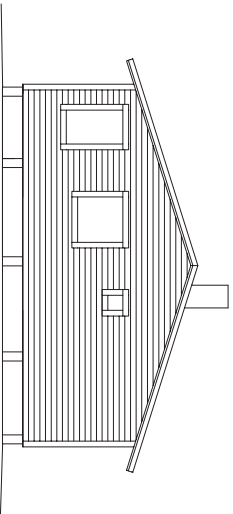
JULKISIVU ETELÄÄN



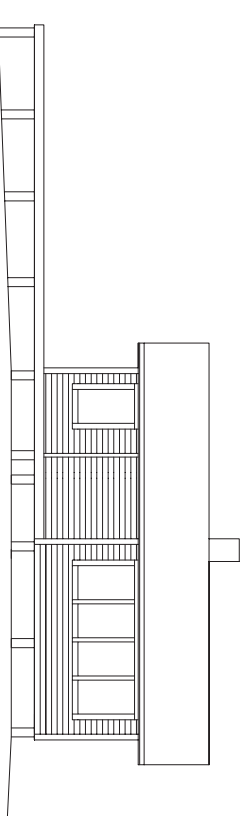
JULKISIVU LÄNTEEN



JULKISIVU POHJOJSEEN

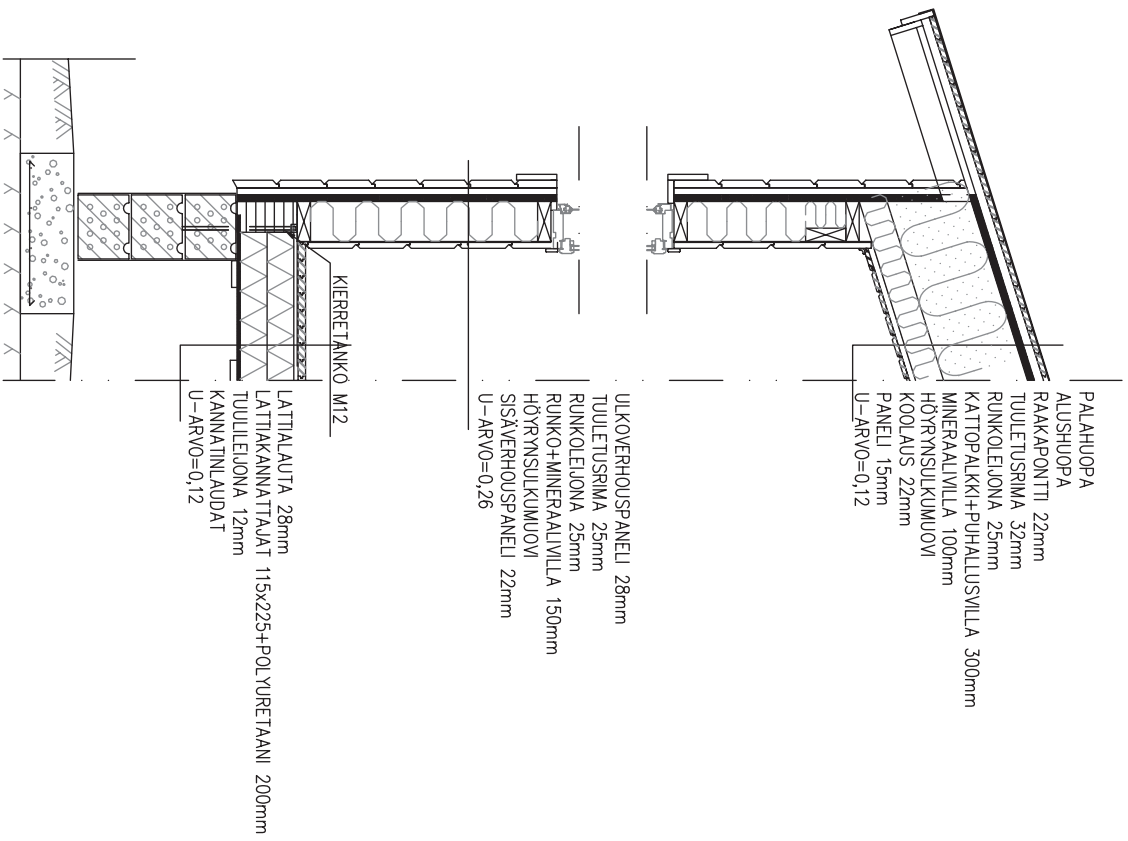


JULKISIVU ITÄÄN



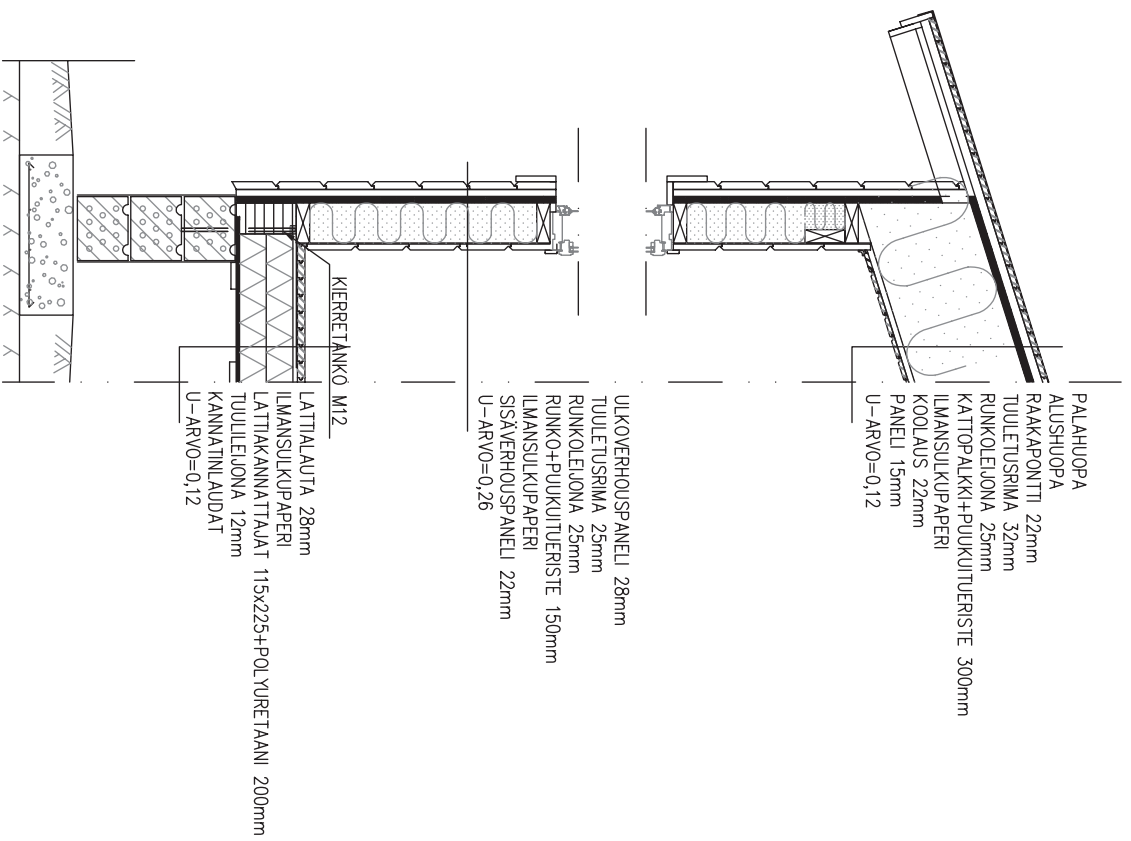
1. PALAHDUOPA MUSTA
2. ULKOVERHOUS SINIHARMAA
3. OTSALAUDAT VALKONEN
4. PELLILAUDAT VALKONEN
5. PERUSTUSPLAARIT HARMAA

K:OSA KELLAHTI	KORTTELU/ALUE	TONTTI/N:o	2: 370	PAIKENNUSLUVAN TUNNUS	
PAIKENNUSLOMAKIRJE				PIRUSTUSALUE	JOKESKO
UUDISRAKENNUS				TYÖPIIRUSTUS	1
PAIKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE				PIRUSTUKSEN SRAKTO	JULKISIVUT
MAKELÄ OLLI JA EIVA				EI MITTAKAAVASSA	
KELLAHTI					
28100					
LAURI MAKELÄ HAAPASÄKENTIE 31 28610 PORI				SINUALA ARK	TYÖ N:o
				PAIKAS 26.5.2011	PIK.N:o
				YHTIÖK: LAURI MAKELÄ	MUUTOS



K.O.S.A KELLAHTI	KORTTELI/TILA	TONNIT/Rno 2: 370	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSLOMENOPEDE UUDISRAKENNUS			PIIRUSTUSLAI TYÖPIIRUSTUS	JOKS.No 1
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE MÄKELÄ OLLI KELLAHTI 28100			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ EI MITTAKAAVASSA	MITTAKAAVAT
LAURI MÄKELÄ HAAPASARENTIE 31 28610 PORI	ARX	PÄIVÄS 15.12.2011	YHT.HENK. LAURI MÄKELÄ	SIIKALA TYÖ No PIIR.No MUUTOS





K.O.SA	KORTTELI/TILA	TONTTI/Rno	RAKENNUSLUVAN TUNNUS
KELLAHTI		2. 370	
RAKENNUSLOMENPIDE			PIIRUSTUSAL
UUDISRAKENNUS			TYÖPIIRUSTUS
RAKENNUSOHTEEN NIMI JA OSOITE			PIIRUSTUKSEN SIKELTÖ
MAKELA OLLI			SEINÄLEIKKAUS
KELLAHTI			EI MITTAKAAVASSA
28100			
LAURI MÄKELÄ HAAPASAARENTIE 31 28610 PORI	ARK	SUUNNALA	TYÖ No
	PRIVÄS 15.12.2011		PIIR.No
			MUUTOS
			JUOKS.No
			1
			MITTAKAAVAT

YHTIENK.  
LAURI MÄKELÄ