

## Mold growth in building materials

*Susanne Fagerlund (PhD in Inorganic Chemistry), Product properties and Certification manager, Paroc Oy AB*

Mold is present everywhere, in the air and on almost every outdoor surface. Molds have been around for much longer than humans and are an integral and important part of the earth's ecosystem. However, certain types and elevated amounts can cause adverse effects to humans.

Mold grows only at specific conditions. Mold growth can start if the relative humidity is high (RH >80–85 %), the temperature is above 10°C and there is enough nutrition. Mold growth is not fast and therefore short-term exposure of materials to moisture is not a concern. Thus, to be able to build and design structures not affected by mold growth is important. Mold growth can be an indication of too high moisture content in building materials.

In a numerical study performed by Sweco, by Paroc's request, the heat and moisture transport taking place in 13 different building application solutions was analyzed. The studied solutions consisted of ten external wall solutions and three roof solutions. The mold growth was estimated by using the index developed by VTT and TTY.

In short, all the studied solutions performed correctly in the terms of building physics. Concrete and mineral wools belong to the mold growth sensitivity classes 3 and 4, i.e., the most durable categories where mold growth is possible only at >85% RH and the mold growth index simulations results verified this. To see more details, please see the following study (in Finnish).

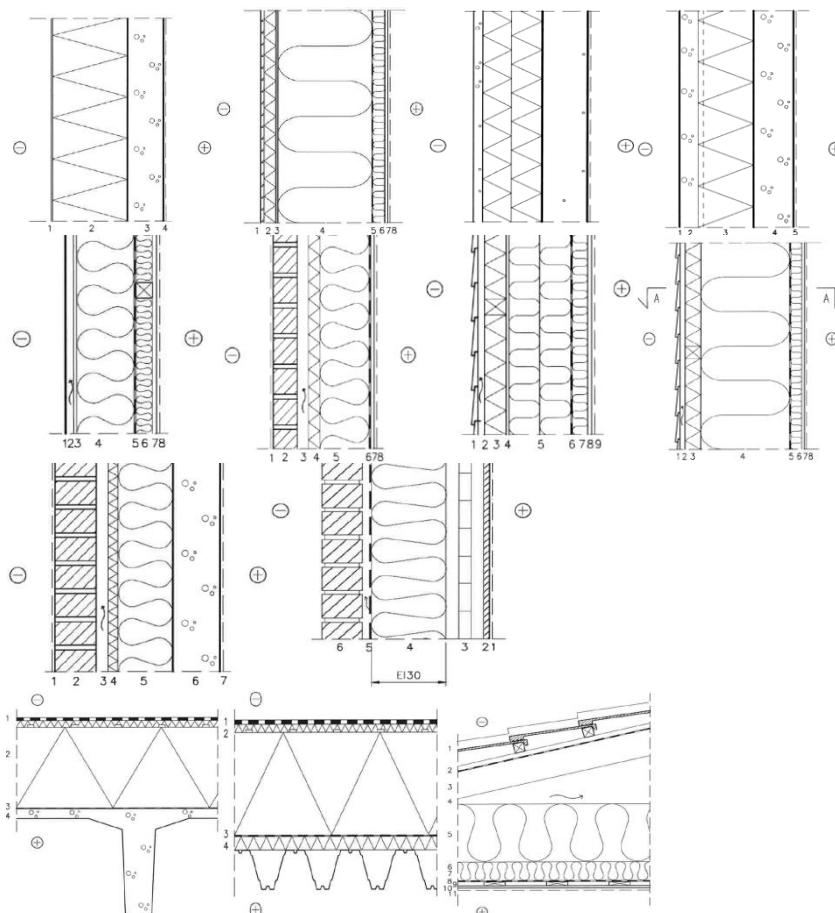
Mold sensitivity class	MSC	Description
Very sensitive	1	Untreated wood that contains large amounts of nutrients
Sensitive	2	Planed wood, paper coated materials, wood based board
Resistant	3	Mineral wool, concrete or plastic based materials
Very resistant	4	Glass and metal, anti-mold treated materials

Source: TTY/VTT (Viitanen 2001)

# PAROC RAKENNETYYBIT

TYÖNUMERO RA08\_61351

## LÄMMÖN- JA KOSTEUDENSIIRTYMINEN SEKÄ HOMEINDEKSILASKENNA; ULKOSEINÄT JA YLÄPOHJAT



Valmis  
16.12.2015

Sweco Rakennetekniikka Oy  
Albert Andersson, DI

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Tehtävä</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Menetelmä</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Lähtötiedot</b>	<b>3</b>
3.1	Materiaaliominaisuudet	3
3.1.1	Julkisivu- ja vesikatemateriaalit	3
3.1.2	Eristemateriaalit	4
3.1.3	Runkomateriaalit	4
3.2	Tarkastelun oletukset	5
3.3	Ilmasto	6
3.4	Uritetun lämmöneristeen ominaisuudet	8
<b>4</b>	<b>Tulokset ja johtopäätökset</b>	<b>9</b>
4.1	Ohutrappauksella verhoiltu betoniulkoseinä - US 01 (US-RF-10.1)	9
4.2	Ohutrappauksella verhoiltu puurunkoinen ulkoseinä - US 02 (US-RF-10.6)	10
4.3	Paksurappauksella verhoiltu betoniulkoseinä - US 03 (US-RF-20.2)	12
4.4	Uritetulla kivivillalla lämmöneristetty betonisandwich - US 04 (US-SW-10.1)	13
4.5	Puurunkoinen ulkoseinä - US 05 (US-VF-10.3)	14
4.6	Tiiliverhottu puurunkoinen ulkoseinä - US 06 (US-VF-10.6)	16
4.7	Puuverhottu puurakenteinen ulkoseinä - US 07 (US-VF-10.9)	18
4.8	Puuverhottu puurakenteinen ulkoseinä - US 08 (US-VF-10.12)	20
4.9	Tiiliverhottu betoniulkoseinä - US 09 (US-VF-20.2)	21
4.10	Tiiliverhottu CLT-ulkoseinä - US 10 (US-VF-30.24)	23
4.11	Uritetulla kivivillalla lämmöneristetty loiva katto - YP 11 (YP-FR-10.2)	25
4.12	Uritetulla kivivillalla lämmöneristetty loiva poimulevykatto - YP 12 (YP-FR-20.6)	27
4.13	Tuulettuva harjakatto - YP 13 (YP-PR-10.3)	29

## LIITTEET

1. Referenssivuosien säätilastot, Vantaa 2030
2. Referenssivuosien säätilastot, Vantaa 2007
3. Tarkastelun kohteena olevat rakennetyypit

## 1 TEHTÄVÄ

Tehtävä käsitti 13 rakennetyypin lämmön- ja kosteudensiirtymisen analysoinnit sekä homeriskitarkastelut. Tarkastellut rakennetyypit koostuivat kymmenestä ulkoseinärakenteesta (US1 – US10) ja kolmesta yläpohjarakenteesta (YP11 – YP13).

## 2 MENETELMÄ

Selvitys tehtiin laskennallisesti käyttäen WUFI Pro-ohjelmaa (versio 5.3). WUFI:lla voidaan arvioida 1-ulotteisen rakenneleikkauksen kosteusteknistä käyttäytymistä tunneittain ajasta riippuvissa ulko- ja sisäilman olosuhteissa.

Rakennetyypit, joissa mineraalivillaeriste tuulettuu tuuletusurien kautta, simuloitiin WUFI 2D ohjelmalla.

Rakenteen laskennallista homehtumisriskiä arvioitiin VTT:n ja TTY:n kehittämän ns. homeindeksimallin avulla. Homeindeksi kuvaa rakenteen homehtumisherkkyyttä asteikolla 0-6.

### 3 LÄHTÖTIEDOT

#### 3.1 MATERIAALIOMINAISUUDET

Simuloinnissa on käytetty ohjeellisia materiaalitietoja sekä tilaajalta saatuja rakenneominaisuuksia. Lähtötietona on käytetty RIL 255-1-2014 Rakennusfysiikka 1 julkaisussa esitettyjä materiaaliominaisuuksia ja osin laskentaohjelman materiaalikirjaston tietoa. Tilaaja toimitti eristemateriaalien tiedot.

##### 3.1.1 JULKISIVU- JA VESIKATEMATERIAALIT

Taulukko 1. Simuloinnissa käytetyt materiaaliominaisuudet – julkisivu- ja vesikatemateriaalit

	Huokoisuus [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	Ominaislämpö- kapasiteetti [J/kgK]	Lämmön- johtavuus [W/mK]	Diffuusio- vastuskerroin <sup>(1)</sup> [-]	Alkukosteus RH = 80 % kg/m <sup>3</sup>	Alkukosteus RH = 95 % kg/m <sup>3</sup>
Ohutrappaus	0,2	850	1,6	35	45,11	45,11
3-kerrosrappaus, pintarappaus	0,2	850	1,6	40	45,11	45,11
3-kerrosrappaus, täyttörappaus	0,177	850	1,6	35	48,49	48,49
3-kerrosrappaus, tartuntarappaus	0,175	850	1,6	35	48,49	48,49
Puujulkisivu	0,73	1600	0,14	25 *	77,5	117,5
Tiili	0,35	850	0,6	8,15*	8,71	18,79
Betoni C35/45	0,18	850	1,6	70	95,6	95,6
Bitumikermi	0,001	2300	0,15	100000	0	0

(1) Diffuusiovastuskerroin on yksikötön suure, joka kuvaa kuinka paljon suurempi materiaalin diffuusiovastus on verrattuna saman paksuiseen ilmakerrokseen. Rakennekerroksen diffuusiovastus  $S_d = \mu \cdot d$  [m].

\* Suhteellisesta kosteudesta riippuvainen, arvo annettu RH = 80 % tapaukselle

### 3.1.2 ERISTEMATERIAALIT

Taulukko 2: Simuloinnissa käytetyt materiaaliominaisuudet – eristemateriaalit

	Huokoisuus [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	Ominaislämpö- kapasiteetti [J/kgK]	Lämmön- johtavuus [W/mK]	Diffuusio- vastuskerroin [-] <sup>(1)</sup>	Alkukosteus kg/m <sup>3</sup>	Alkukosteus RH = 95 % kg/m <sup>3</sup>
Paroc Cortex Pro 50 mm (sis. Cortex kalvo)	0,95	850	0,032	2,02	0,67	0,93
Paroc COS 5 ggt	0,95	830	0,035	1,15	0,67	0,93
Paroc eXtra	0,95	830	0,036	1,15	0,67	0,93
Paroc Fatio Plus	0,95	830	0,033	1,00	0,67	0,93
Paroc Linio 80	0,95	830	0,040	1,00	0,67	0,93
Paroc Renova	0,95	830	0,033	1,00	0,67	0,93
Paroc BLT6	0,98	830	0,041	1,00	0,67	0,93
Paroc ROB 100 gtrl	0,95	830	0,038	1,00	0,67	0,93
Paroc ROL 30	0,95	830	0,038	1,00	0,67	0,93
Paroc FPS 17	0,95	830	0,038	1,00	0,67	0,93

(1) Diffuusiovastuskerroin on yksikötön suure, joka kuvaa kuinka paljon suurempi materiaalin diffuusiovastus on verrattuna saman paksuiseen ilmakerrokseen. Rakennekerroksen diffuusiovastus  $S_d = \mu * d$  [m].

### 3.1.3 RUNKOMATERIAALIT

Taulukko 3: Simuloinnissa käytetyt materiaaliominaisuudet – runkomateriaalit

	Huokoisuus [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	Ominaislämpö- kapasiteetti [J/kgK]	Lämmön- johtavuus [W/mK]	Diffuusio- vastuskerroin [-] <sup>(1)</sup>	Alkukosteus kg/m <sup>3</sup>	Alkukosteus RH = 95 % kg/m <sup>3</sup>
Betoninen sisäkuori	0,18	850	1,6	70	95,6	95,6
Kipsilevy	0,77	1100	0,19	6,9	6,3	19,0
Höyrynsulku	0,001	2300	2,3	100 000	0,0	0,0
CLT	0,74	1300	0,098	63*	63,0	88,0

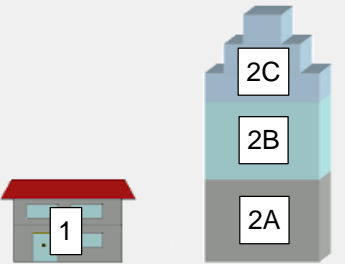
(1) Diffuusiovastuskerroin on yksikötön suure, joka kuvaa kuinka paljon suurempi materiaalin diffuusiovastus on verrattuna saman paksuiseen ilmakerrokseen. Rakennekerroksen diffuusiovastus  $S_d = \mu * d$  [m].

\* Suhteellisesta kosteudesta riippuvainen, arvo annettu RH = 80 % tapaukselle.

### 3.2 TARKASTELUN OLETUKSET

Taulukko 4. Simuloinnissa käytetyt lähtötiedot

Suure	Arvo	Referenssi
<b>Lämpö- ja kosteuslähteet</b>		
Ilmavuoto	-	
Kosteuskuorma	1 %	Osuus viistosateesta, joka läpäisee julkisivun (ASHRAE 160 mukaan). Tyvek-/Cortex-pintaisissa tuulensuojalevyissä ei ulkopuolista kosteuskuormaa.
Tuuletusvälin ilmanvaihtoluku Tuuletusuran ilmanvaihtoluku	100 h <sup>-1</sup> 1,8 h <sup>-1</sup>	Ulkoseinissä Uritetussa mineraalivillassa
<b>Geometria</b>		
Kallistuskulma	90° 0°	Ulkoseinät Yläpohjat
Rakennuskorkeus	Tapaus 1	Kuvan 1 mukaan
<b>Pinnan siirtokertoimet</b>		
Ulkopinnan lämmönvastus	0,04 m <sup>2</sup> K/W	SRMK C4
Ulkopinnan S <sub>d</sub> -arvo	-	
Lyhytaaltainen absorptiokerroin	0,4	Vaalea
Sateen absorptiokerroin	0,7	Kallistuksen ja rakennetyypin mukaan
Sisäpinnan lämmönvastus	0,13 m <sup>2</sup> K/W 0,1 m <sup>2</sup> K/W	SRMK C4 (ulkoseinät) SRMK C4 (yläpohja)
Sisäpinnan S <sub>d</sub> -arvo	-	
<b>Alkuolosuhteet</b>		
Rakenteen alkukosteus	80 % 95 %	Normaali tilanne Kastunut
Alkulämpötila	10 °C	
<b>Laskentajakso</b>		
Tarkastelu aika	5 vuotta	1.1.2015 – 1.1.2020
Simuloinnin aika-askel	1 h	

		<u>R1</u>	<u>R2</u>
	1 Matala rakennus, enintään 10 m	0	0,07
	2A Korkea rakennus, alaosa, enintään 10 m	0	0,05
	2B Korkea rakennus, keskiosa, 10–20 m	0	0,1
	2C Korkea rakennus, yläosa, yli 20 m	0	0,2
Sadekuorma = Sade * (R1 + R2 * Tuulinopeus)			

Kuva 1: Simuloinnissa käytettävä rakennuskorkeus ja viistosadekertimien määrittely

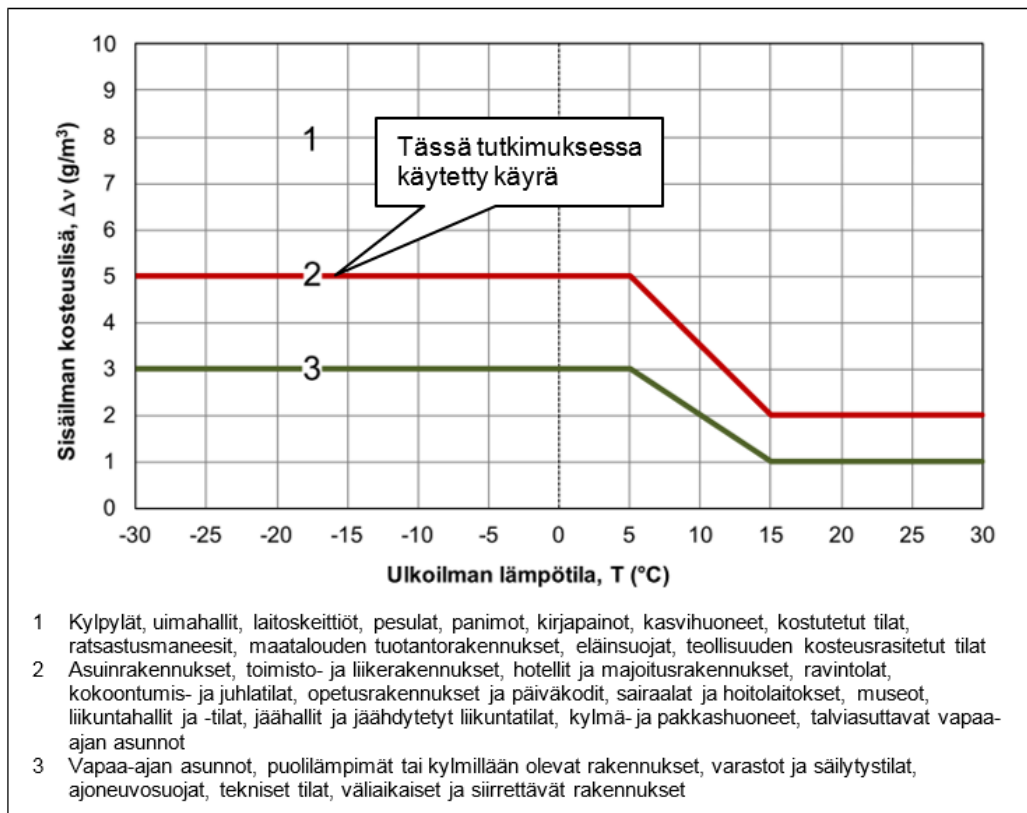
### 3.3 ILMASTO

Taulukko 5. Tarkastelussa käytetyt ilmastotiedot

Suure	Arvo	Referenssi
Ulkoilmasto	Vantaa 2030 ja Vantaa 2007	Liite 1 ja Liite 2
Ilmansuunta	Etelä	
Sisäilman lämpötila	21 °C	Kuva 3
Sisäilman kosteuslisä	Käyrä 2	Kuva 2
Sisäilman suhteellinen kosteus	Käyrä A ja B	Kuva 2

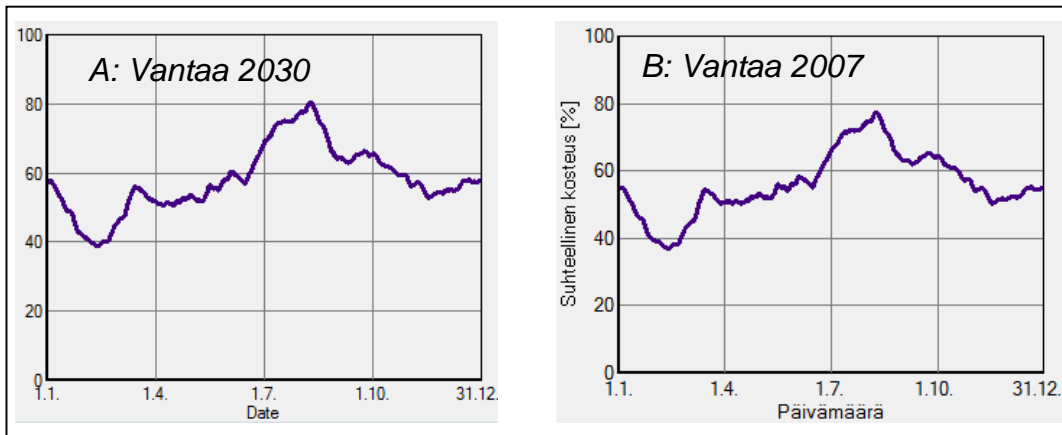
Tarkastelut tehtiin Ilmatieteenlaitoksen laatiman tulevaisuuden ilmaston testivuoden 2030 säällä (Vantaa 2030, liite 1). Lisäksi tehtiin yksi vertailulaskenta Vantaan 2007 rakennusfysiikan testivuoden säällä. Tavoitteena oli varmistaa rakenteiden toimivuus nykyilmaston lisäksi myös ilmaston muuttuessa.

Laskenta tehtiin kahdella lähtöarvokosteudella. Tavanomainen alkukosteus määriteltiin arvoon RH = 80 %, eli rakenteiden materiaalikerrosten kosteus vastasi tasapainokosteutta 80 % suhteellisessa kosteudessa. Lisäksi laskennassa käytettiin suurempaa RH = 95 % alkukosteutta, jonka avulla arvioitiin kostuneen rakenteen homehtumisriskiä.



Kuva 2. Sisäilman kosteuslisän mitoitusarvot [RIL 107-2012]





Kuva 3: Sisäilman suhteellinen kosteus sisälämpötilan ollessa 21 C.

### 3.4 URITETUN LÄMMÖNERISTEEN OMINAISUUDET

Uritetun mineraalivillan urissa tapahtuva virtaus laskettiin seuraavin oletuksin:

- tarkastelukaistaleen leveys  $L = 1$  m
- urakoot  $A_{urat}$ :  $0,03$  m x  $0,02$  m x  $5$  kpl / m =  $0,003$  m<sup>2</sup>
- urissa tapahtuva ilmavirtaus  $v = 0,05$  m/s =  $180$  m/h
- etäisyys tuloilmaraosta poistoilmarakoon  $s = 10$  m

Ilmanvaihtuvuus lämmöneristeen urissa laskettiin seuraavasti:

- Virtauksen tilavuusvirta:  $q_{urat} = A_{urat} * v = 0,54$  m<sup>3</sup>/h
- Urien kokonaistilavuus  $V = A_{urat} * s = 0,3$  m<sup>3</sup>
- Ilmanvaihtuvuus urissa  $n_{urat} = q_{urat} / V = 1,8$  1/h

Uritettu lämmöneriste lasketaan yhtenäisenä ilmakerroksena. Ekvivalentti ilmakerroksen paksuus laskettiin seuraavasti:

- jatkuvan, tuuletuskaistaleen levyisen tuuletusraon pinta-ala  $A_{tuul} = 0,003$  m<sup>2</sup>
- jatkuvan, tuuletuskaistaleen levyisen tuuletusraon korkeus  $h_{tuul} = A_{tuul} / L = 0,003$  m

Ulkoseinälaskennassa uritetun lämmöneristekerroksen urat korvataan  $0,003$  m paksuisella ilmakerroksella ( $h_{tuul}$ ), jonka ilmanvaihtuvuus on  $1,8$  1/h.

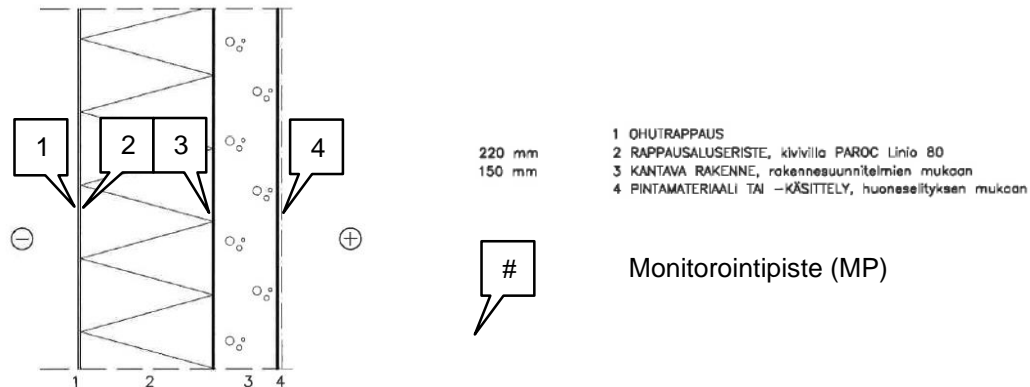
Yläpohjalaskennassa urat mallinnetaan kaksiulotteisina.

## 4 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Homeindeksilaskennan tulokset on esitetty kolmella käyrällä.

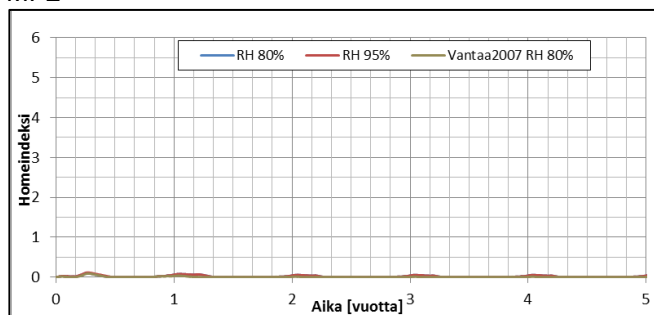
- RH 80 % = Vantaan 2030 rakennusfysikaalinen testivuosi, alkukosteus = 80 %
- RH 95 % = Vantaan 2030 rakennusfysikaalinen testivuosi, alkukosteus = 95 %
- Vantaa2007 RH 80 % = Vantaa 2007 rakennusfysikaalinen testivuosi, alkukosteus = 80 %

### 4.1 Ohutrappauksella verhoiltu betoniulkoseinä - US 01 (US-RF-10.1)

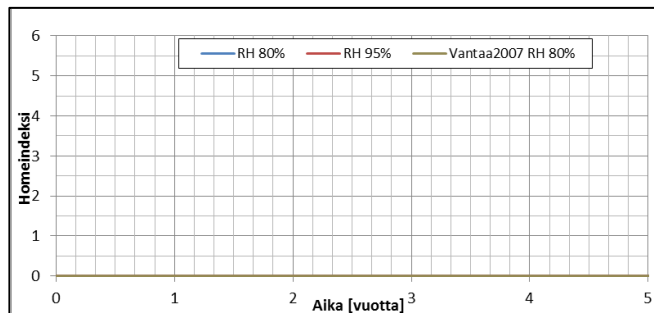


US 01 on tavanomainen ohutrappausrakente. Rakenteen rakennusfysikaalinen toimivuus perustuu ohutrappauskerroksen vedenpitävyyteen ja vesihöyrynläpäisevyyteen. Ohutrappauksen säilyessä eheänä toimii rakenne rakennusfysikaalisesti hyvin. Detaljien suunnittelun ja toteutuksen vaikutus rakenteen toimivuuteen on merkittävä kaikissa rapatuissa ratkaisuissa.

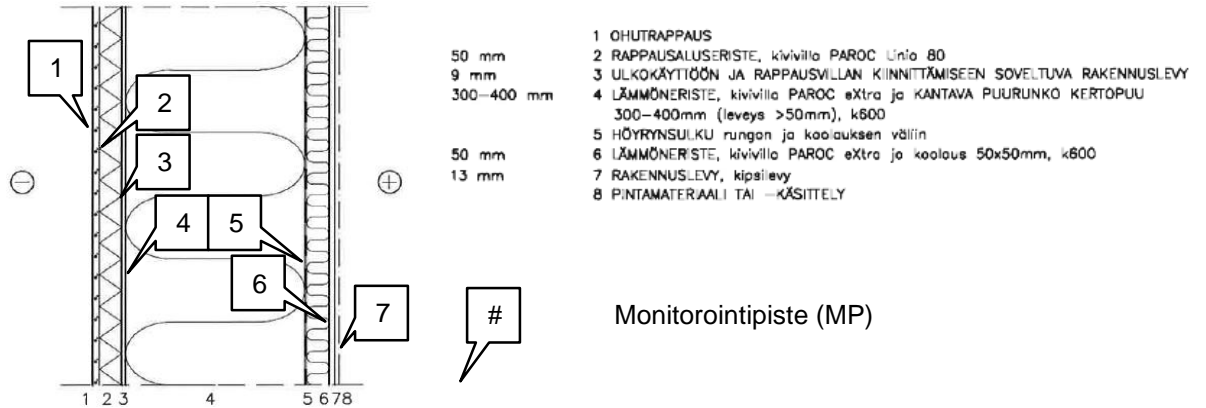
#### MP2



#### MP3

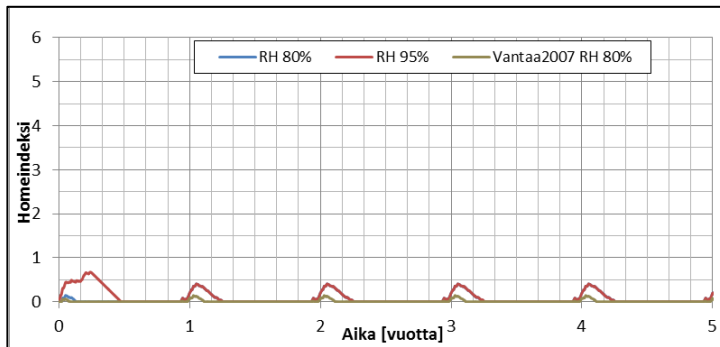


## 4.2 Ohutrappauksella verhoiltu puurunkoinen ulkoseinä - US 02 (US-RF-10.6)

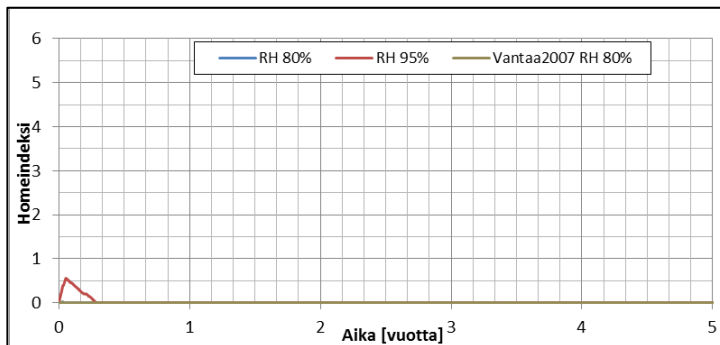


US02 on rakennetyyppinä epätavallisempi. Rakenteen toimivuus perustuu höyrynsulun toimivuuteen ja ohutrappauksen vedenpitävyyteen. Kun molemmat rakennekerrokset (höyrynsulku ja ohutrappaus) ovat eheät, on rakenne toimiva.

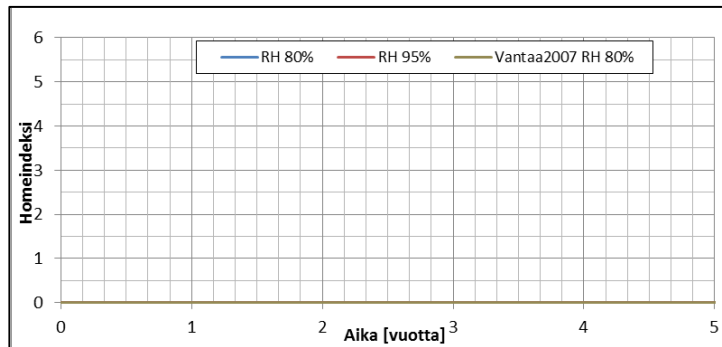
MP2



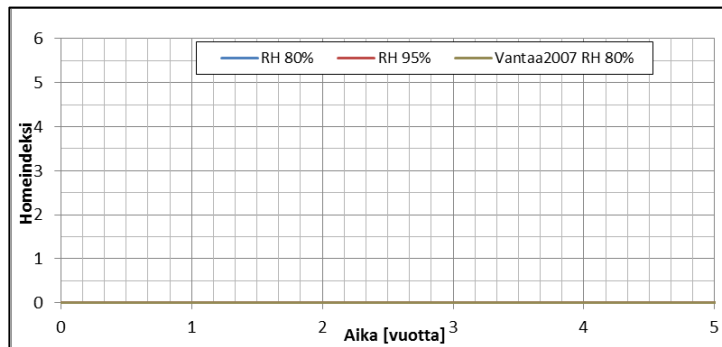
MP3



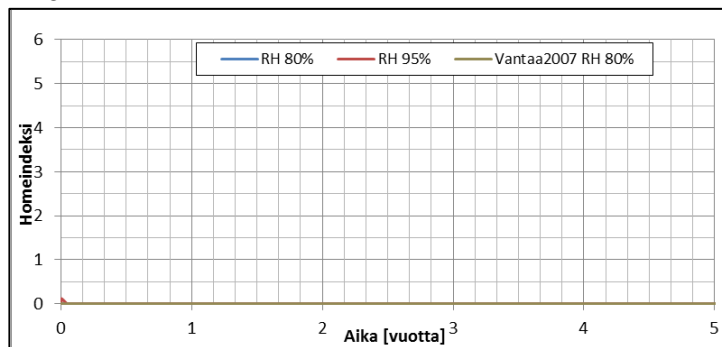
MP4



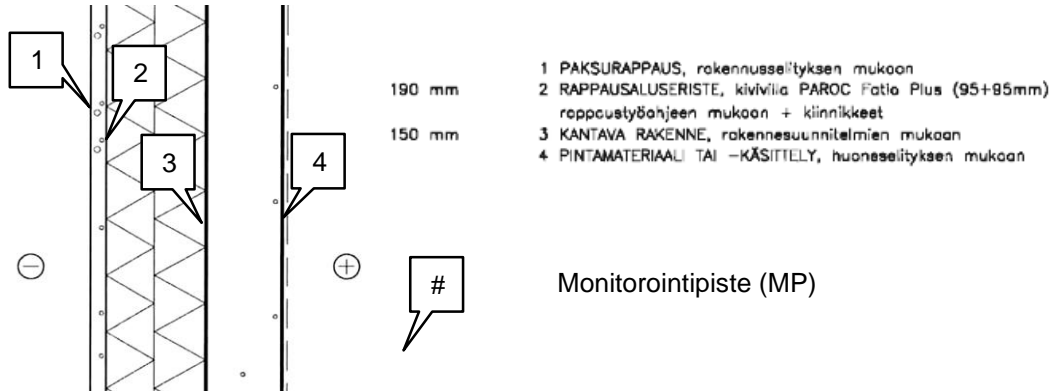
MP5



MP6

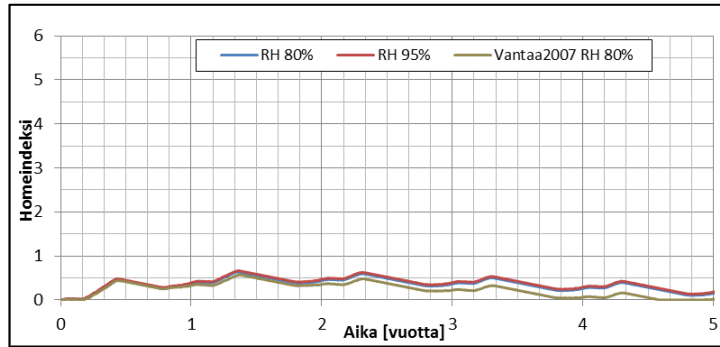


### 4.3 Paksurappauksella verhoiltu betoniulkoseinä - US 03 (US-RF-20.2)

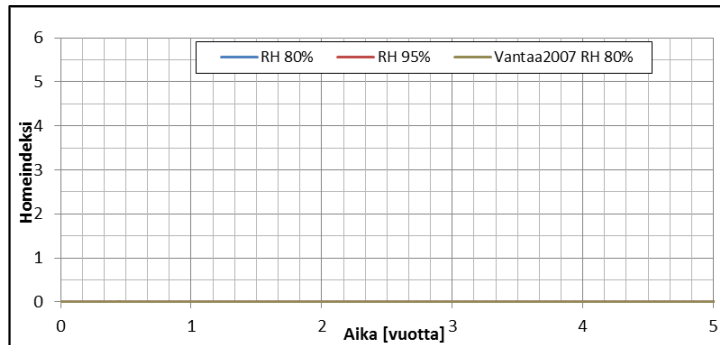


Paksurappauksen kosteustekninen toiminta perustuu rappauserrosten vesihöyrynläpäisevyyteen; uloimpien kerrosten tulee aina päästää läpi enemmän vesihöyryä kuin sisemmän kerroksen. Tällöin rakenne on kosteusteknisesti toimiva.

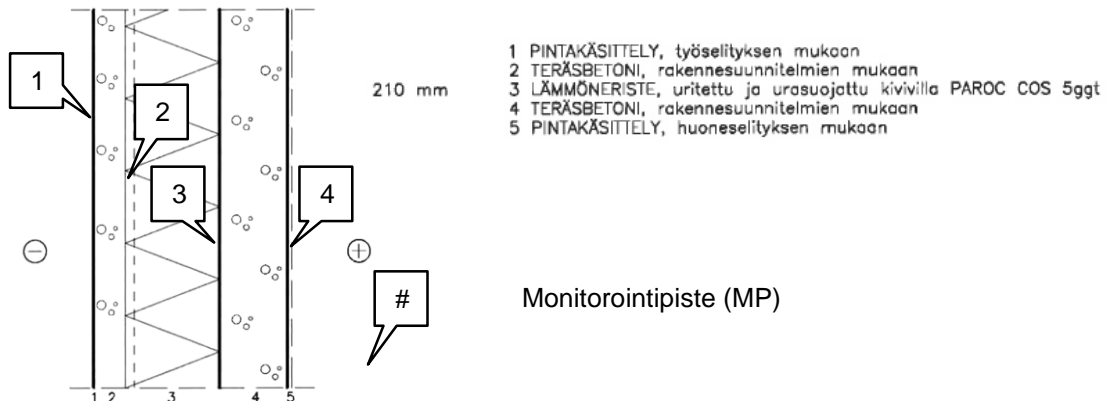
MP2



MP3

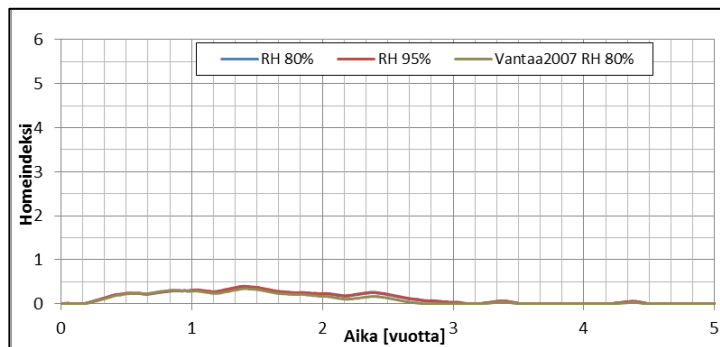


#### 4.4 Uritetulla kivivillalla lämmöneristetty betonisandwich - US 04 (US-SW-10.1)

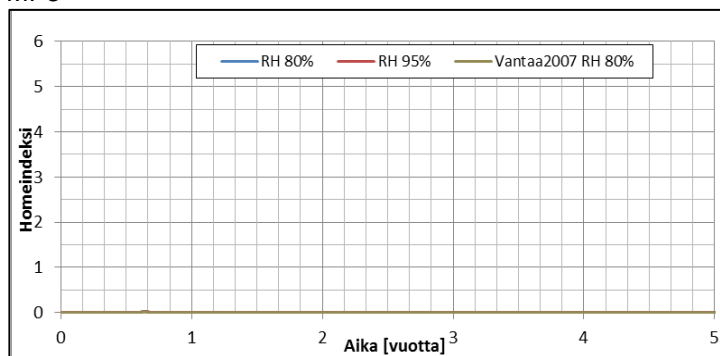


Uritetulla mineraalivillalla eristetty betonisandwichelementti on kosteusteknisesti toimiva rakenne.

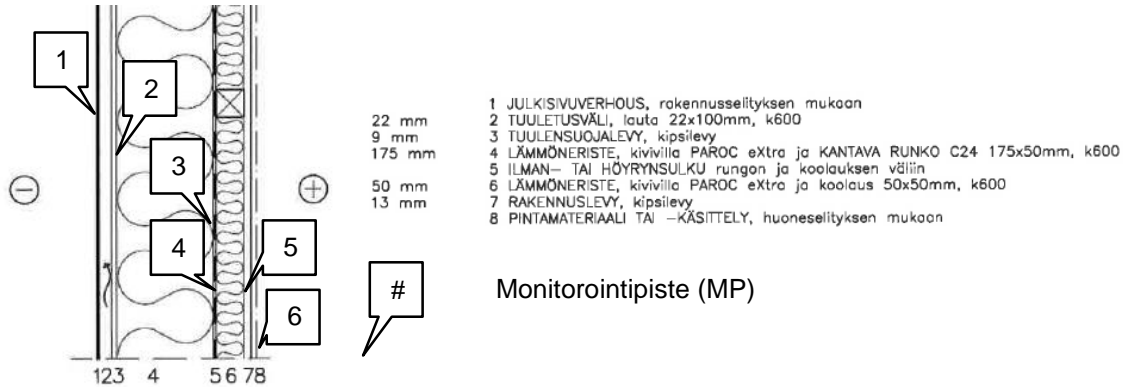
MP2



MP3

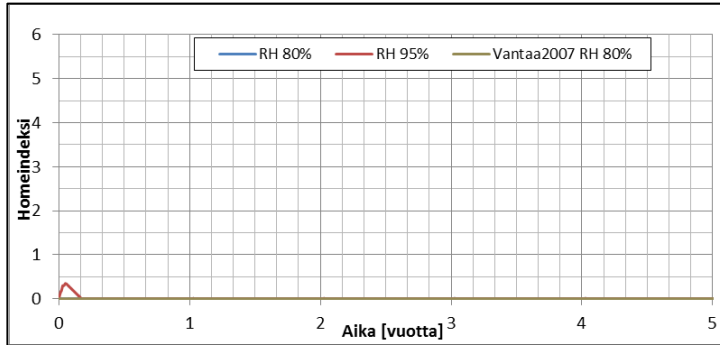


#### 4.5 Puurunkoinen ulkoseinä - US 05 (US-VF-10.3)

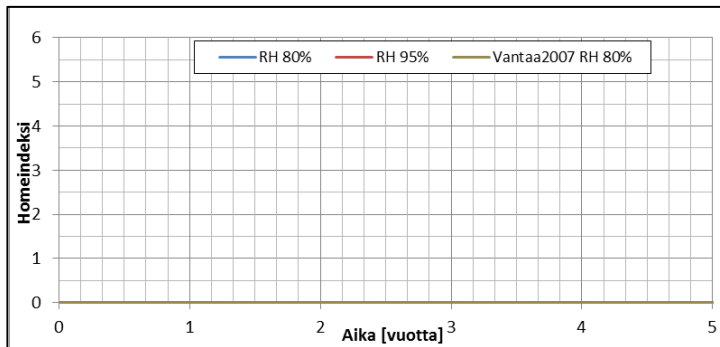


US05 toimii rakennusfysikaalisesti hyvin. Tuuletusvälin leveys on soveltuva puulla tai levyillä verhoiltuihin julkisivuihin.

MP3

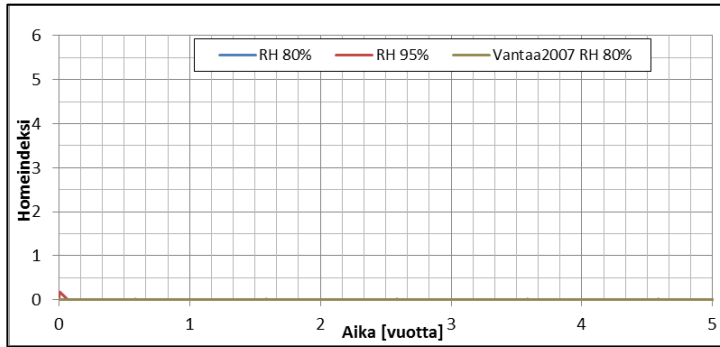


MP4

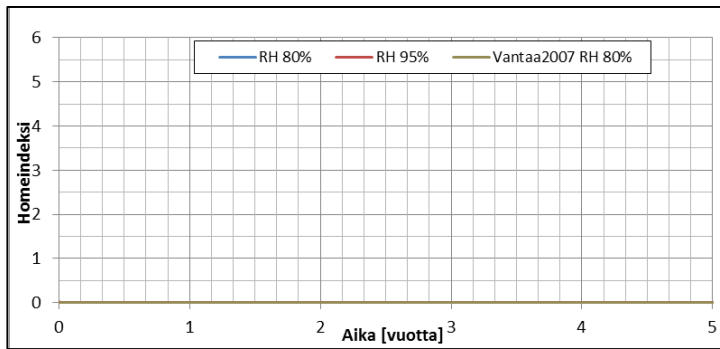




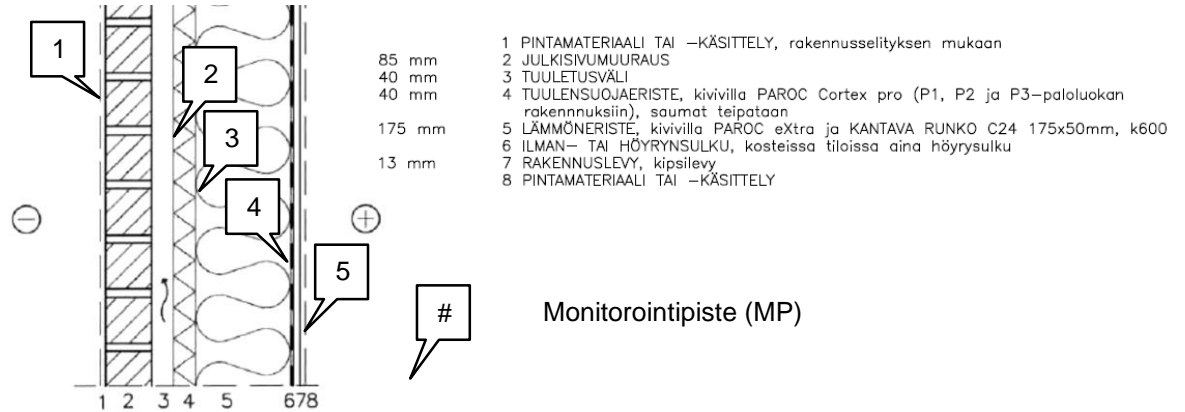
MP5



MP6

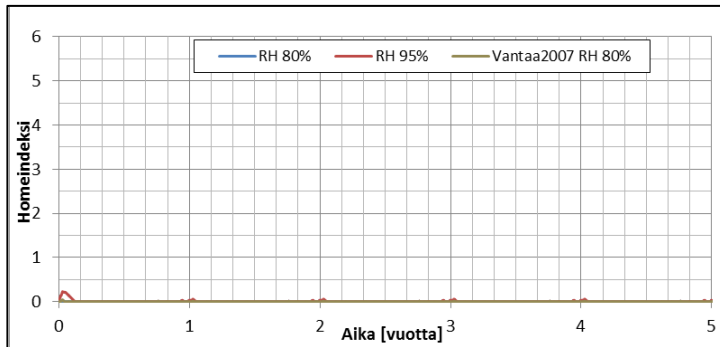


#### 4.6 Tiiliverhottu puurunkoinen ulkoseinä - US 06 (US-VF-10.6)

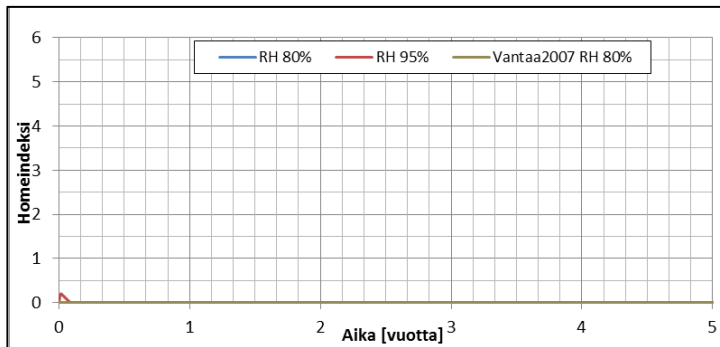


US06 toimii rakennusfysikaalisesti hyvin.

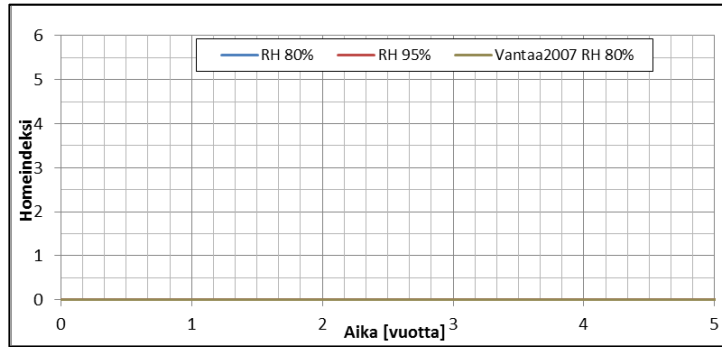
MP2



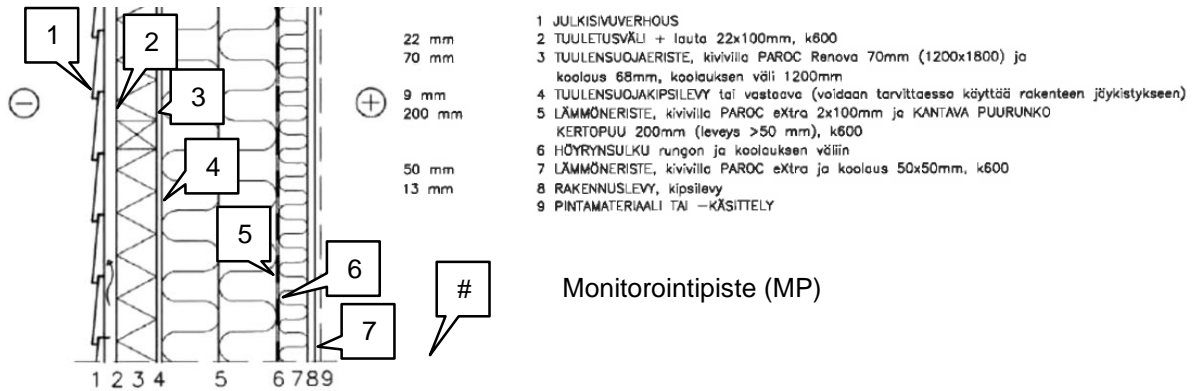
MP3



MP4

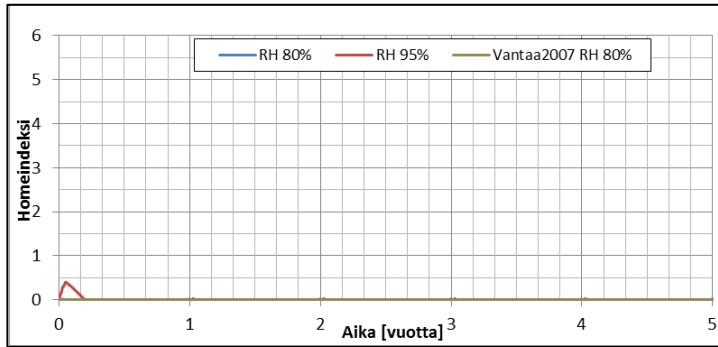


## 4.7 Puuverhottu puurakenteinen ulkoseinä - US 07 (US-VF-10.9)

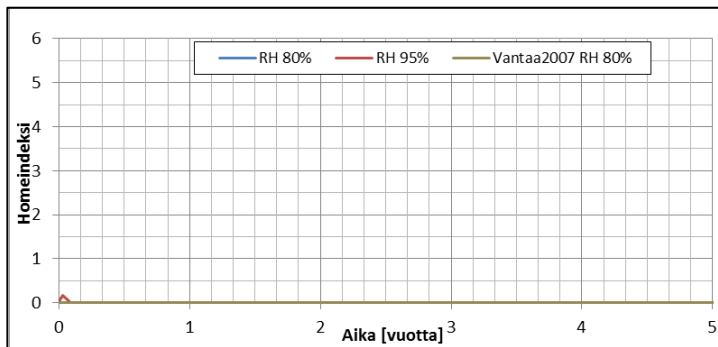


US 07 toimii rakennusfysikaalisesti hyvin.

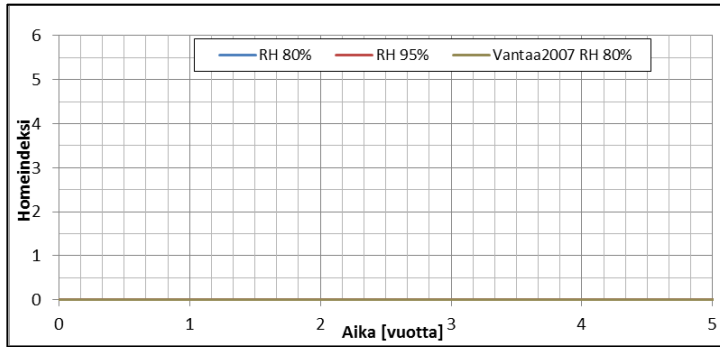
MP2



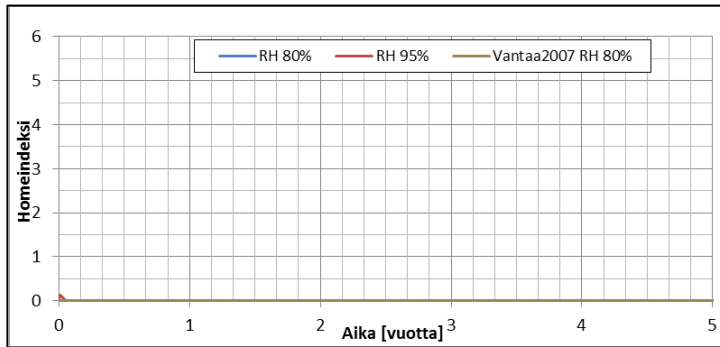
MP3



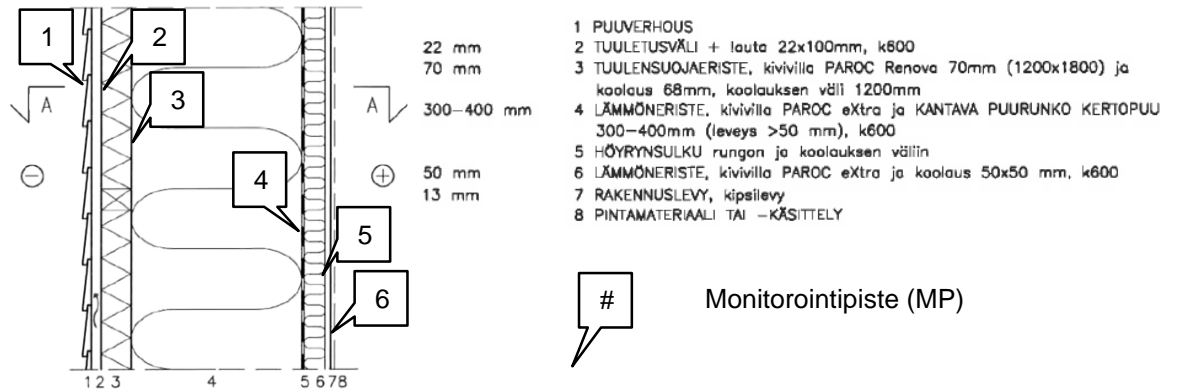
MP4



MP5

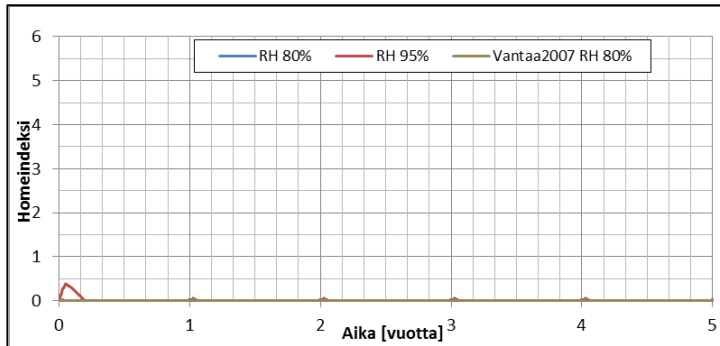


#### 4.8 Puuverhottu puurakenteinen ulkoseinä - US 08 (US-VF-10.12)

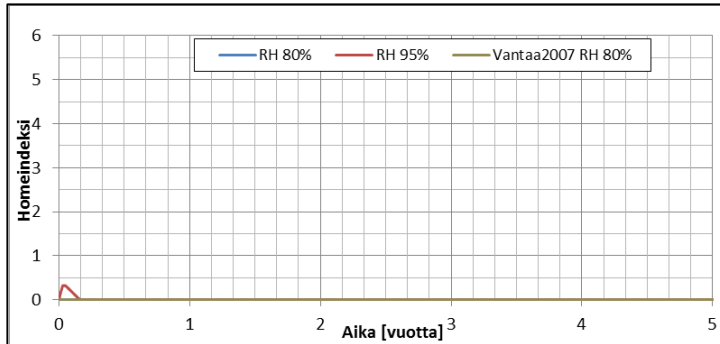


US08 toimii rakennusfysikaalisesti hyvin. Tuuletusvälin leveys on soveltuva puulla tai levyillä verhoiltuihin julkisivuihin.

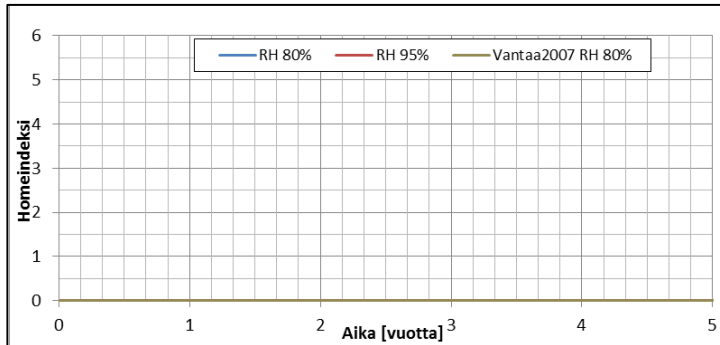
MP2



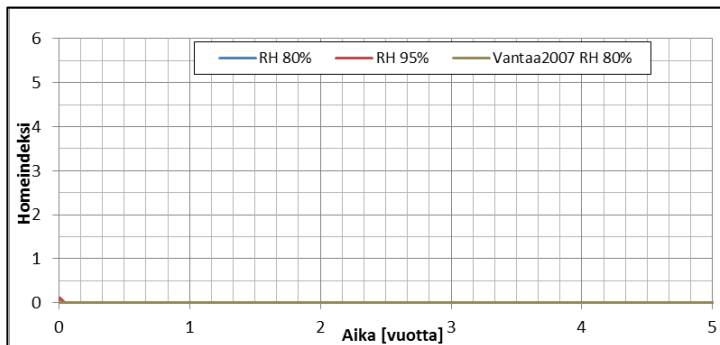
MP3



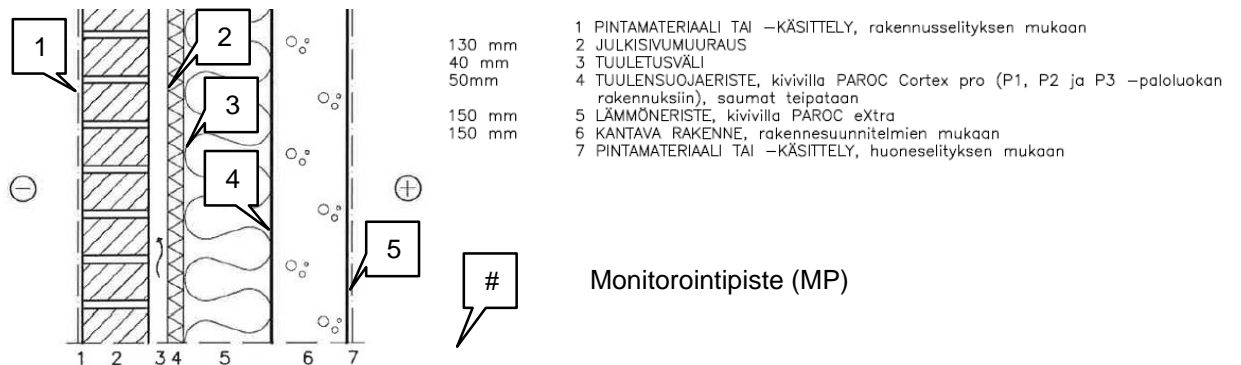
MP4



MP5

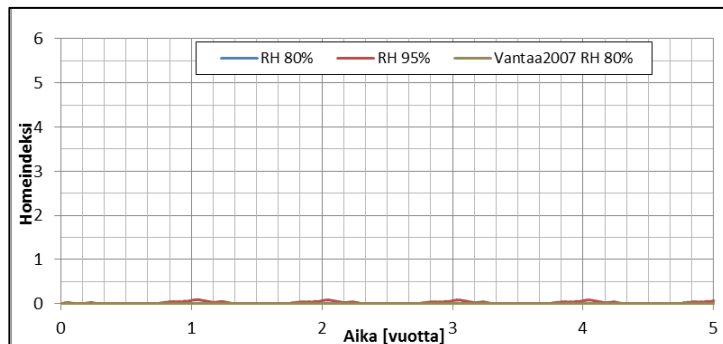


#### 4.9 Tiiliverhottu betoniulkoseinä - US 09 (US-VF-20.2)

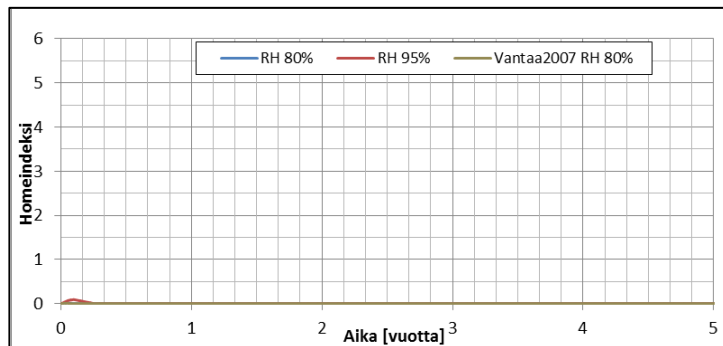


US09 toimii rakennusfysikaalisesti hyvin.

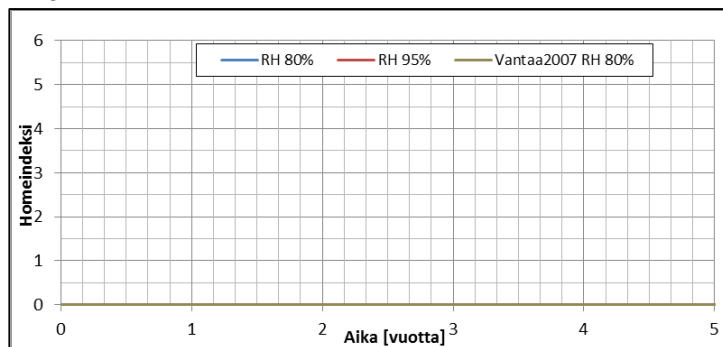
MP1



MP2

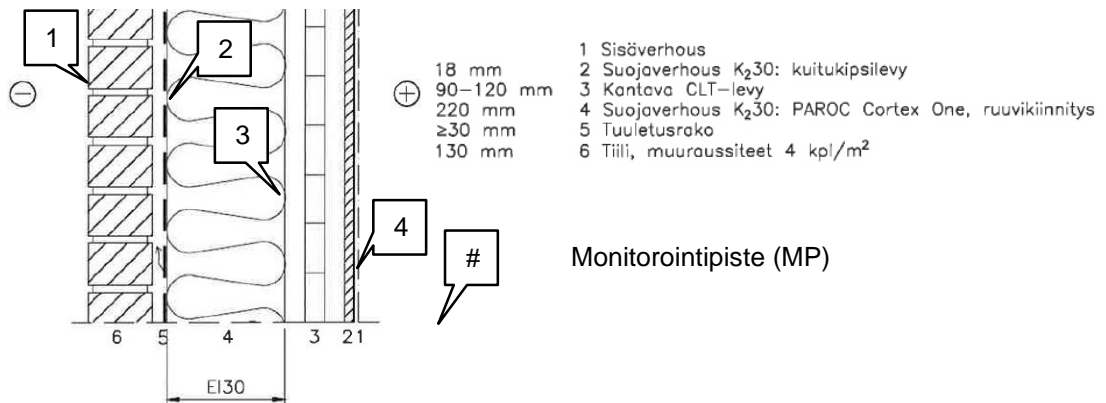


MP3



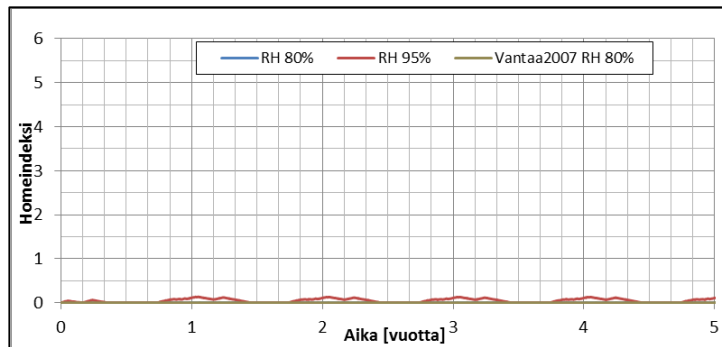


#### 4.10 Tiiliverhottu CLT-ulkoseinä - US 10 (US-VF-30.24)

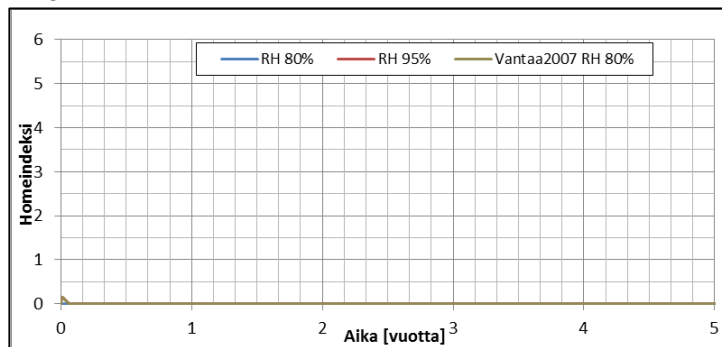


US10 toimii rakennusfysikaalisesti hyvin

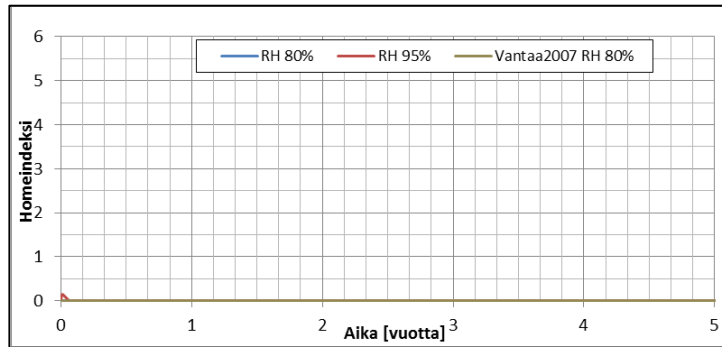
MP2



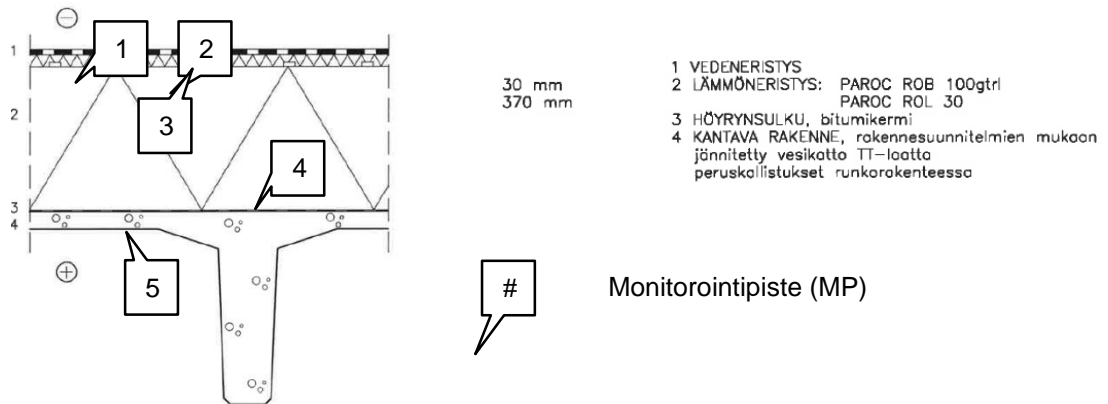
MP3



MP4

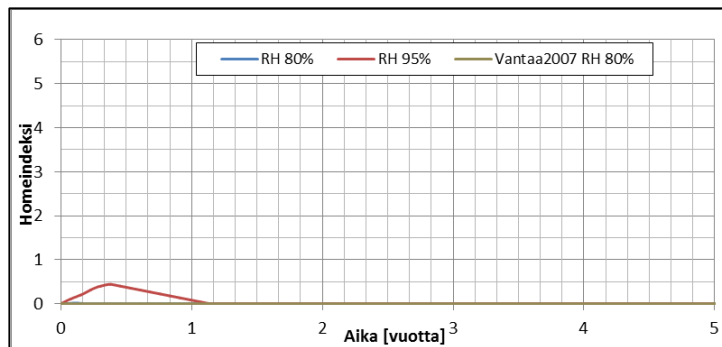


#### 4.11 Uritetulla kivivillalla lämmöneristetty loiva katto - YP 11 (YP-FR-10.2)

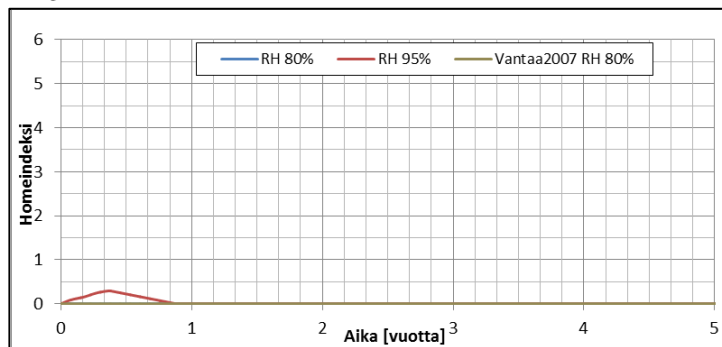


Uritetun mineraalivillan kuivumiskapasiteetti on kohtuullisen hyvä. Työmaan kosteudenhallinta korostuu loivien yläpohjien toteutuksessa. YP11 toimii rakennusfysikaalisesti hyvin.

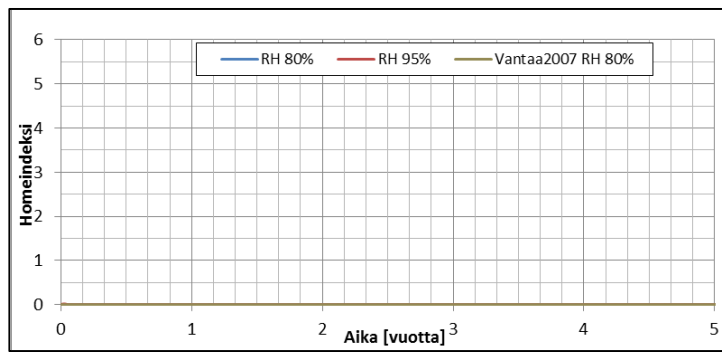
MP2



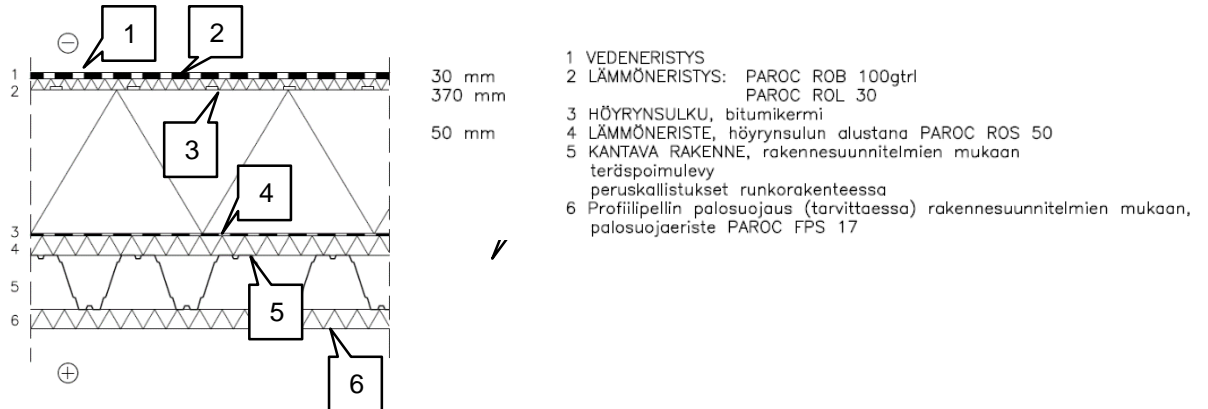
MP3



MP4

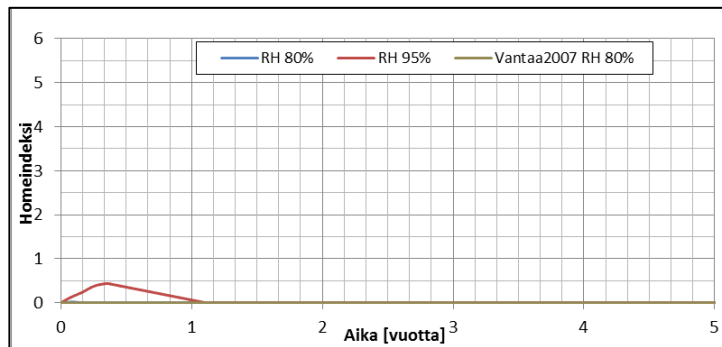


#### 4.12 Uritetulla kivivillalla lämmöneristetty loiva poimulevykatto - YP 12 (YP-FR-20.6)

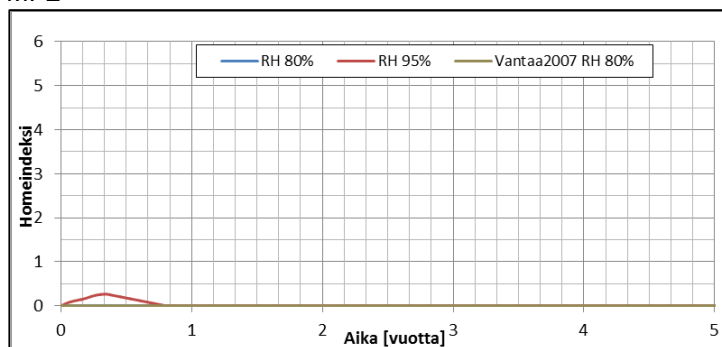


YP12 toimii kuten YP11. Laskennassa teräspoimulevyn vesihöyrynvastus jätettiin huomioimatta. Laskennassa oletettiin siis, että sisäilma virtaa vapaasti poimulevyn saumojen läpi. Laskenta pätee myös rei'itetyn teräspoimulevyn tapaukseen.

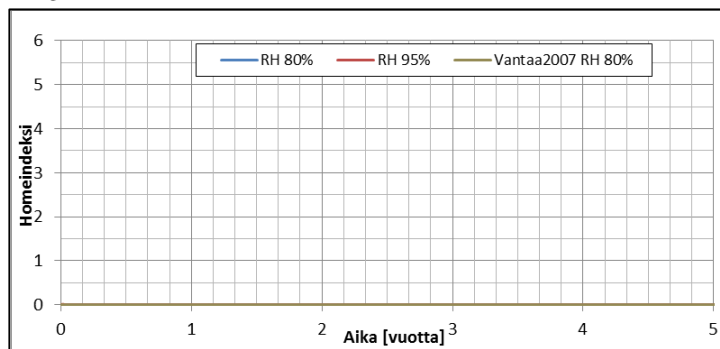
#### MP1



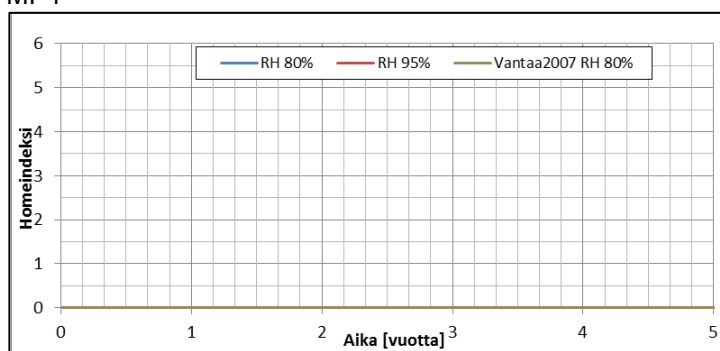
#### MP2



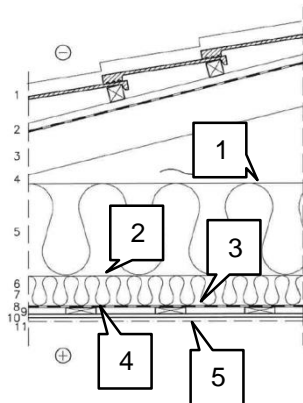
MP3



MP4



#### 4.13 Tuulettuva harjakatto - YP 13 (YP-PR-10.3)



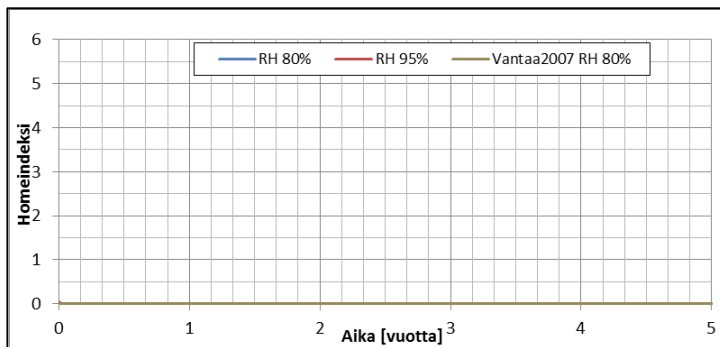
- |        |    |   |
|--------|----|---|
| 310 mm | 1  | VESIKATE  |
| 100 mm | 2  | ALUSKATE  |
|        | 3  | VESIKATON KANTAVA RAKENNE, rakennesuunnitelmien mukaan      |
|        | 4  | TUULETTUVA ULLAKKO  |
|        | 5  | LÄMMÖNERISTE, puhalluskivivilla PAROC BLT 6                 |
|        | 6  | LÄMMÖNERISTE, kivivilla PAROC extra                         |
|        | 7  | KANTAVA RAKENNE, rakennesuunnitelmien mukaan                |
| 22 mm  | 8  | ILMAN- TAI HÖYRYNSULKU, kosteissa tiloissa aina höyrynsulku |
| 13 mm  | 9  | HARVALAUDOITUS 22x100mm, k300                               |
|        | 10 | RAKENNUSLEVY, kipsilevy                                     |
|        | 11 | PINTAMATERIAALI TAI KÄSITTELY, huoneselityksen mukaan       |



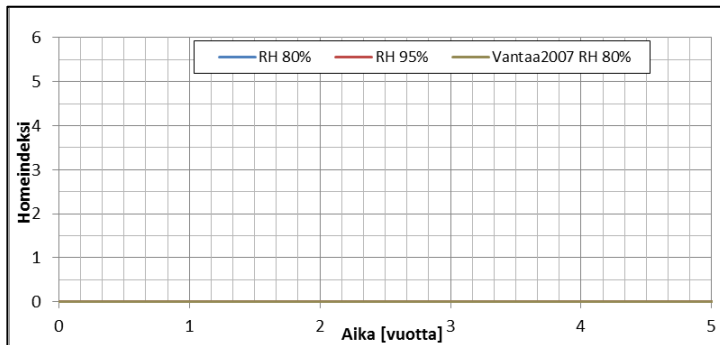
# Monitorointipiste (MP)

YP 13 on tavanomainen tuulettuva harjakattoyläpohja. Rakenne toimii rakennusfysikaalisesti hyvin, kun yläpohjan tuuletus on riittävä.

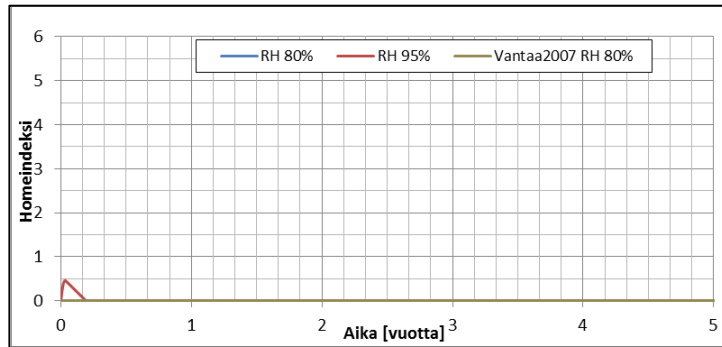
MP2



MP3

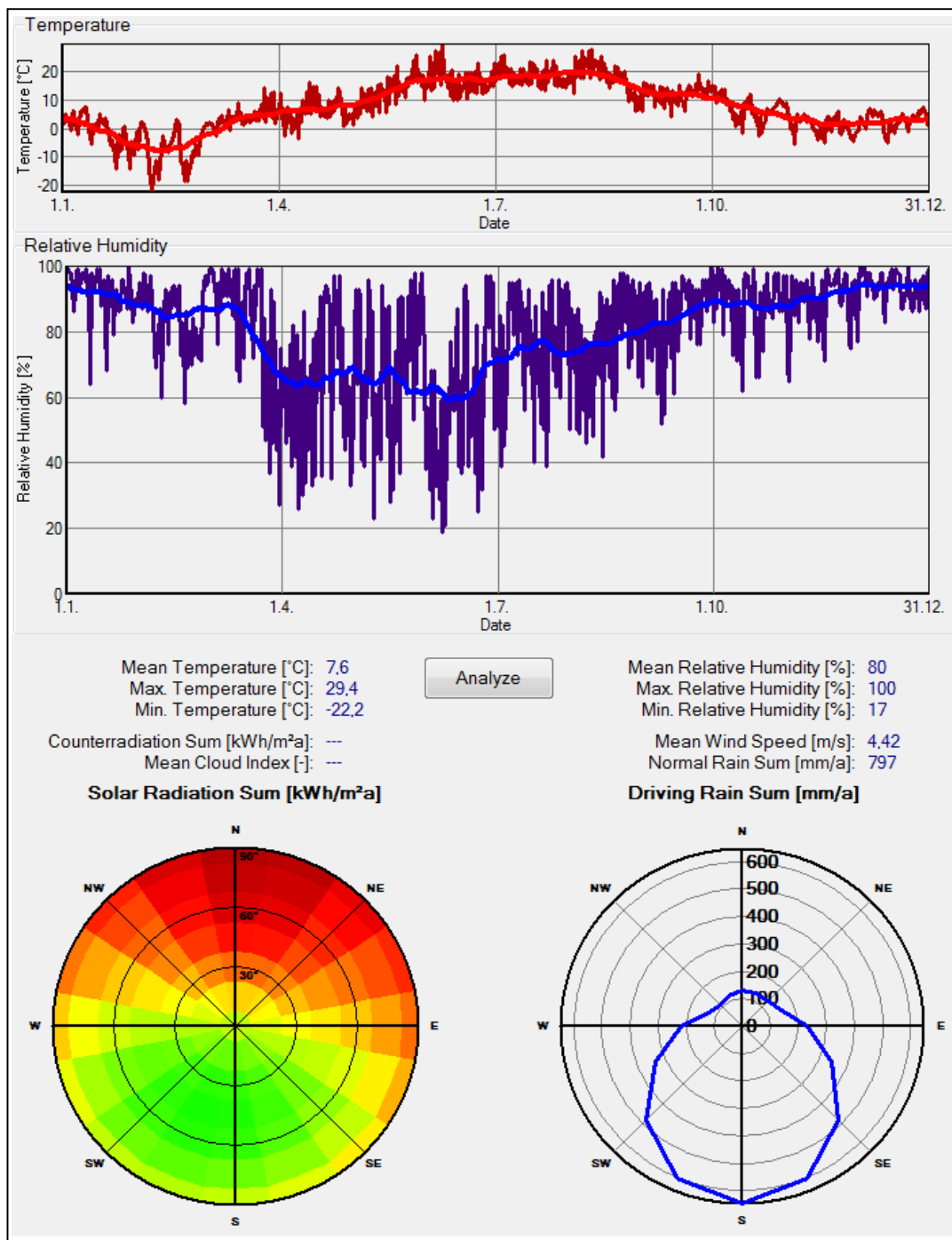


MP4



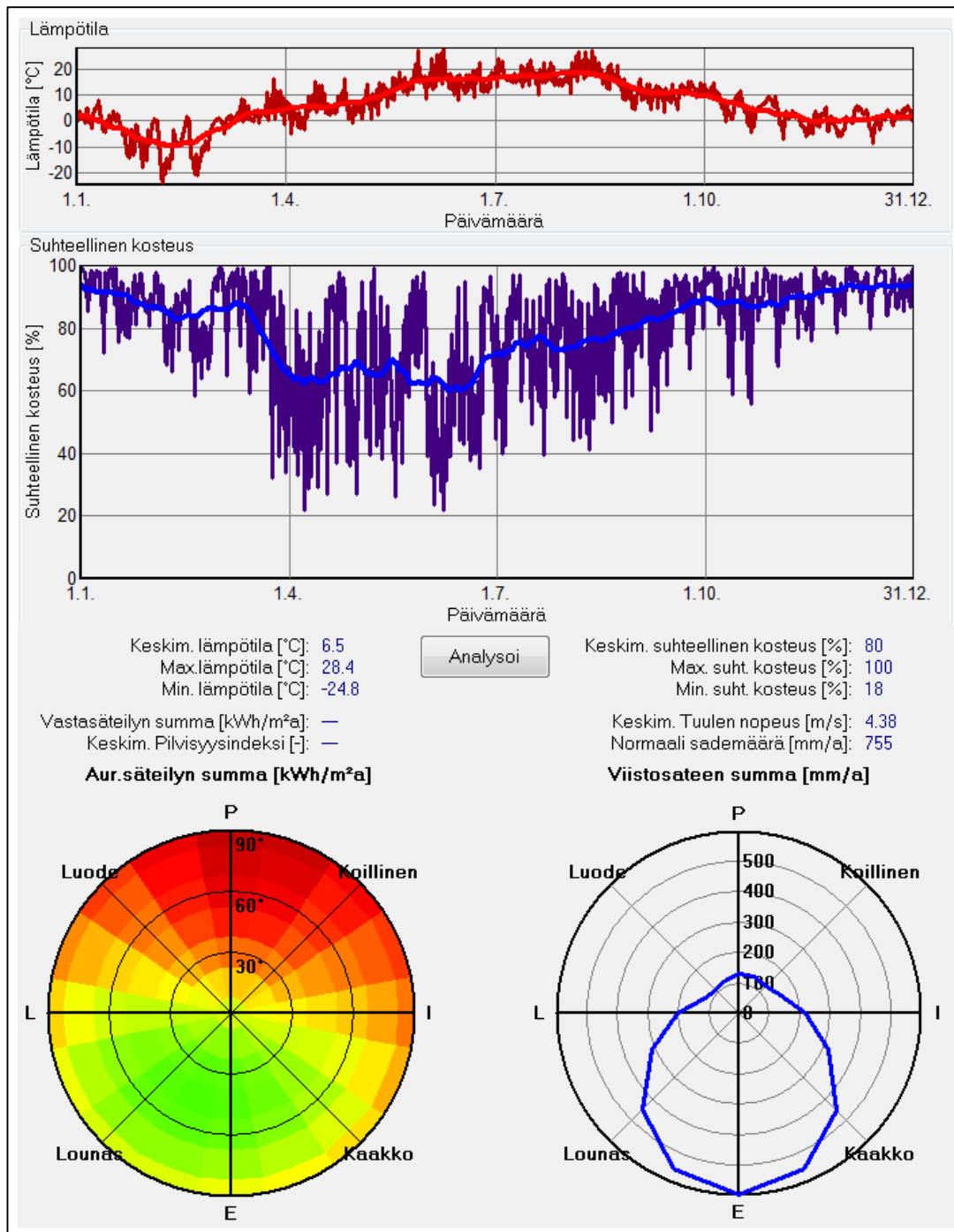


## Liite 1: Referenssi vuosien säätilastot, Vantaa 2030



Vantaa 2030

## Liite 2: Referenssivuosien säätilastot, Vantaa 2007



Vantaa 2007

Tyyppi **Ulkoseinät**



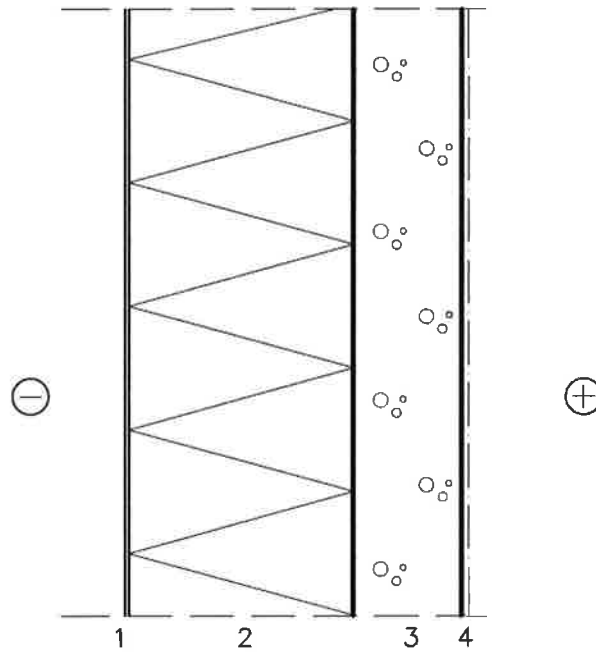
Sisältö **TERÄSBETONISEINÄ  
(Linio 80) OHUTRAPPAUS**

Tekijä  
Päiväys

Nro: **US-RF-10.1**

PERIAATEDETALJI. Muutokset rakennuksen suunnittelijan vastuulla.

1:10



- 220 mm  
150 mm
- 1 OHUTRAPPAUS
  - 2 RAPPAAUSALUSERISTE, kivilla PAROC Linio 80
  - 3 KANTAVA RAKENNE, rakennesuunnitelmien mukaan
  - 4 PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY, huoneselityksen mukaan

U-arvo 0,17 W/m<sup>2</sup>K  
Paloluokka REI 60  
Ilmaääneneristysluku R<sub>w</sub> 52 dB, R<sub>w</sub>+C 49 dB, R<sub>w</sub>+C<sub>r</sub> 46 dB

RAKENTEESSA OLEVAN ERISTEEN SISÄLTÄMÄ PALOKUORMA < 27 MJ/m<sup>2</sup>

Tyyppi **Ulkoseinät** 

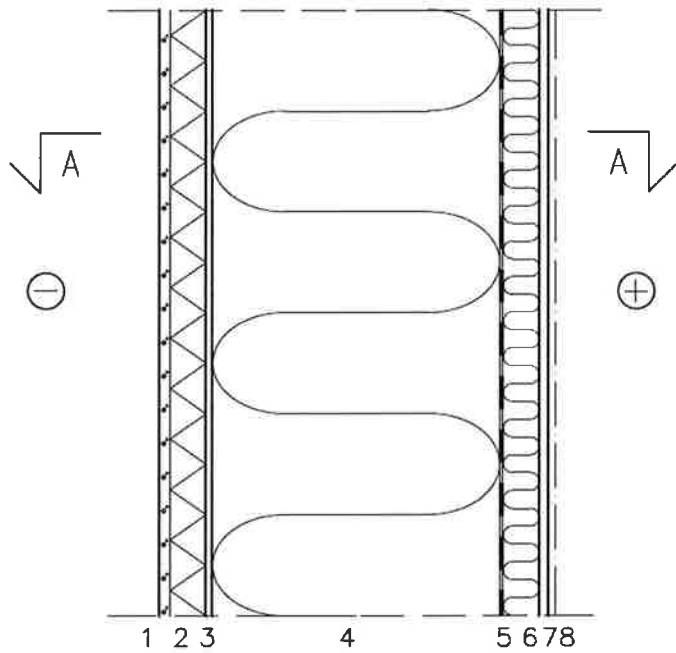
Sisältö **PASSIIVITALON SEINÄ 3, RAPPAUS-  
ALUSERISTEELLÄ (Linio 80 + eXtra + eXtra)**

Tekijä  
Päivitys

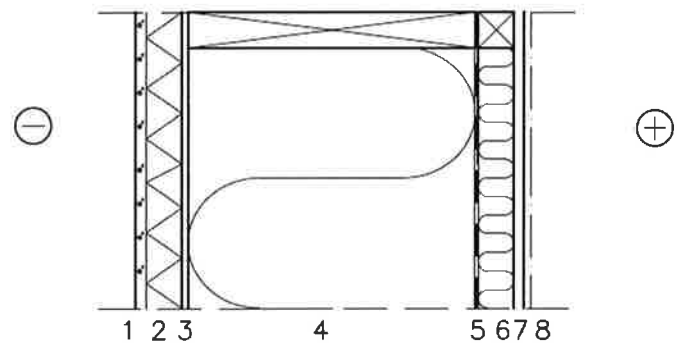
Nro: **US-RF-10.6**

PERIAATEDETALJI. Muutokset rakennuksen suunnittelijan vastuulla.

1:10



leikkaus A-A



- |            |  |
|------------|--|
| 50 mm      | 1 OHUTRAPPAUS  |
| 9 mm       | 2 RAPPUSALUSERISTE, kivivilla PAROC Linio 80   |
| 300-400 mm | 3 ULKOKÄYTTÖÖN JA RAPPUSVILLAN KIINNITTÄMISEEN SOVELTUVA RAKENNUSLEVY                                |
|            | 4 LÄMMÖNERISTE, kivivilla PAROC eXtra ja KANTAVA PUURUNKO KERTOPUU<br>300-400mm (leveys >50mm), k600 |
|            | 5 HÖYRYNSULKU rungon ja koolauksen väliin  |
| 50 mm      | 6 LÄMMÖNERISTE, kivivilla PAROC eXtra ja koolaus 50x50mm, k600                                       |
| 13 mm      | 7 RAKENNUSLEVY, kipsilevy  |
|            | 8 PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY   |

U-arvo	0,08 - 0,10 W/m <sup>2</sup> K
Paloluokka	REI 60
Ilmääneneristysluku	R <sub>w</sub> 51 dB, R <sub>w</sub> +C 50 dB, R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub> 48 dB

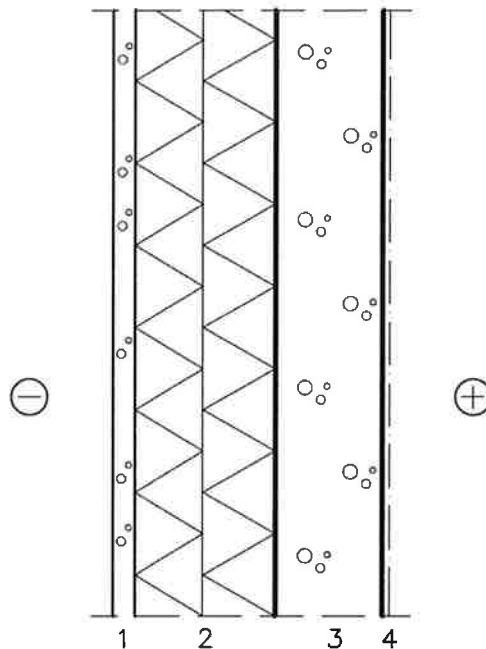
RAKENTEESSA OLEVIEN ERISTEIDEN SISÄLTÄMÄ PALOKUORMA < 29 MJ/m<sup>2</sup>

Tyyppi	Ulkoseinät		
--------	------------	---	--

Sisältö	TERÄSBETONISEINÄ PAKSURAPPAUS (Fatio Plus + Fatio Plus)	Tekijä	Nro:
		Päiväys	

PERIAATEDETALJI. Muutokset rakennuksen suunnittelijan vastuulla.

1:10



- |        |   |
|--------|---|
| 190 mm | 1 PAKSURAPPAUS, rakennusselityksen mukaan   |
|        | 2 RAPPAUSALUSERISTE, kivilla PAROC Fatio Plus (95+95mm) rappaustyöohjeen mukaan + kiinnikkeet |
| 150 mm | 3 KANTAVA RAKENNE, rakennesuunnitelmien mukaan  |
|        | 4 PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY, huoneselityksen mukaan                                      |
- 
- |                      |   |
|----------------------|---|
| U-orvo               | 0,17 W/m <sup>2</sup> K   |
| Paloluokka           | REI 60  |
| Ilmaääneneristysluku | R <sub>w</sub> 58 dB, R <sub>w</sub> +C 56 dB, R <sub>w</sub> +C <sub>r</sub> 51 dB |

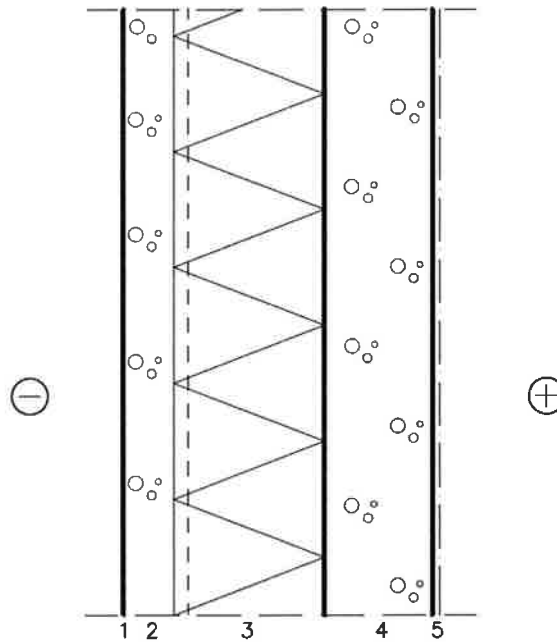
RAKENTEESSA OLEVIEN ERISTEIDEN SISÄLTÄMÄ PALOKUORMA < 25 MJ/m<sup>2</sup>

Typpi Ulkoseinät		
---------------------	---	--

Sisältö BETONISANDWICH-ELEMENTTI (BSW) (COS 5ggt)	Tekijä	Nro: US-SW-10.1
	Päiväys	

PERIAATEDETALJI. Muutokset rakennuksen suunnittelijan vastuulla.

1:10



- 210 mm
- 1 PINTAKÄSITTELY, työselityksen mukaan
  - 2 TERÄSBETONI, rakennesuunnitelmien mukaan
  - 3 LÄMMÖNERISTE, uritettu ja urasuojattu kivilla PAROC COS 5ggt
  - 4 TERÄSBETONI, rakennesuunnitelmien mukaan
  - 5 PINTAKÄSITTELY, huoneselityksen mukaan

U-arvo 0,17 W/m<sup>2</sup>K  
 (U-arvossa on huomioitu eristeen n. 5mm painuma)  
 Paloluokka REI 60  
 Ilmääneneristysluku R<sub>w</sub> 60 dB, R<sub>w</sub>+C 59 dB, R<sub>w</sub>+C<sub>tr</sub> 54 dB

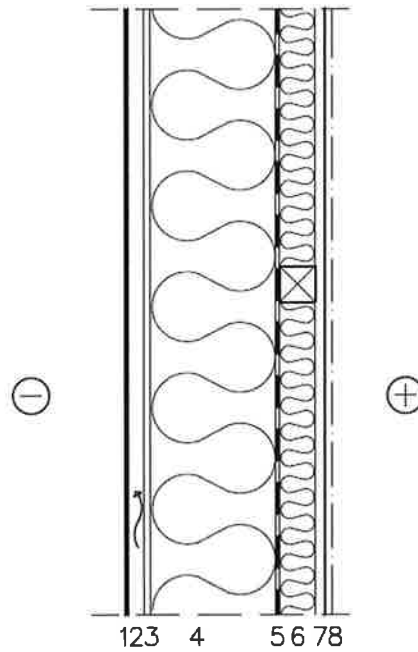
RAKENTEESSA OLEVAN ERISTEEN SISÄLTÄMÄ PALOKUORMA < 27 MJ/m<sup>2</sup>

Tyyppi <b>Ulkoseinät</b>		
-----------------------------	---	--

Säätiö <b>PUURUNKO (eXtra + eXtra)</b>	Tekijä	Nro: <b>US-VF-10.3</b>
	Päiväys	

PERIAATEDETALJI. Muutokset rakennuksen suunnittelijan vastuulla.

1:10



- |        |   |
|--------|---|
| 22 mm  | 1 JULKISIVUVERHOUS, rakennusselityksen mukaan                             |
| 9 mm   | 2 TUULETUSVÄLI, lauta 22x100mm, k600                                      |
| 175 mm | 3 TUULENSUOJALEVY, kipsilevy  |
|        | 4 LÄMMÖNERISTE, kivivilla PAROC eXtra ja KANTAVA RUNKO C24 175x50mm, k600 |
| 50 mm  | 5 ILMAN- TAI HÖYRYNSULKU rungon ja koolauksen väliin                      |
| 13 mm  | 6 LÄMMÖNERISTE, kivivilla PAROC eXtra ja koolaus 50x50mm, k600            |
|        | 7 RAKENNUSLEVY, kipsilevy   |
|        | 8 PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY, huoneselityksen mukaan                  |
- 
- |                     |  |
|---------------------|--|
| U-arvo              | 0,17 W/m <sup>2</sup> K  |
| Paloluokka          | REI 60   |
| Ilmääneneristysluku | R <sub>w</sub> 48 dB, R <sub>w</sub> +C 46 dB, R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub> 40 dB |

RAKENTEESSA OLEVIEN ERISTEIDEN SISÄLTÄMÄ PALOKUORMA < 12 MJ/m<sup>2</sup>

Tyyppi

Ulkoseinät



Sisältö

PUURUNKO TUULENSUOJAERISTEELLÄ  
(Cortex pro + eXtra)

Tekijä

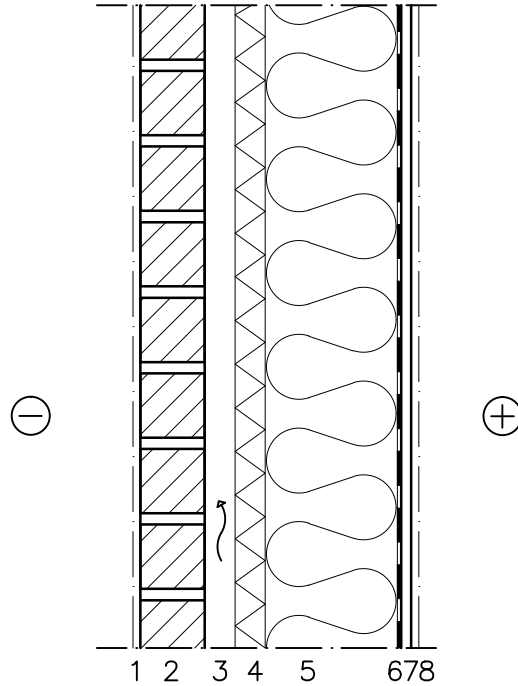
Päiväys

Nro:

US-VF-10.6

PERIAATEDETALJI. Muutokset rakennuksen suunnittelijan vastuulla.

1:10



- |        |  |
|--------|--|
| 85 mm  | 1 PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY, rakennusselityksen mukaan  |
| 40 mm  | 2 JULKISIVUMUURAUS   |
| 40 mm  | 3 TUULETUSVÄLI   |
|        | 4 TUULENSUOJAERISTE, kivivilla PAROC Cortex pro (P1, P2 ja P3-paloluokan rakennuksiin), saumat teipataan |
| 175 mm | 5 LÄMMÖNERISTE, kivivilla PAROC eXtra ja KANTAVA RUNKO C24 175x50mm, k600                                |
| 13 mm  | 6 ILMAN- TAI HÖYRYNSULKU, kosteissa tiloissa aina höyrysulku   |
|        | 7 RAKENNUSLEVY, kipsilevy  |
|        | 8 PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY   |

U-arvo	0,17 W/m <sup>2</sup> K
Paloluokka	REI 60
Ilmaääneneristysluku	R <sub>w</sub> 57 dB, R <sub>w</sub> +C 55 dB, R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub> 51 dB

RAKENTEESSA OLEVIEN ERISTEIDEN SISÄLTÄMÄ PALOKUORMA < 15 MJ/m<sup>2</sup>



Tyyppi **Ulkoseinät** 

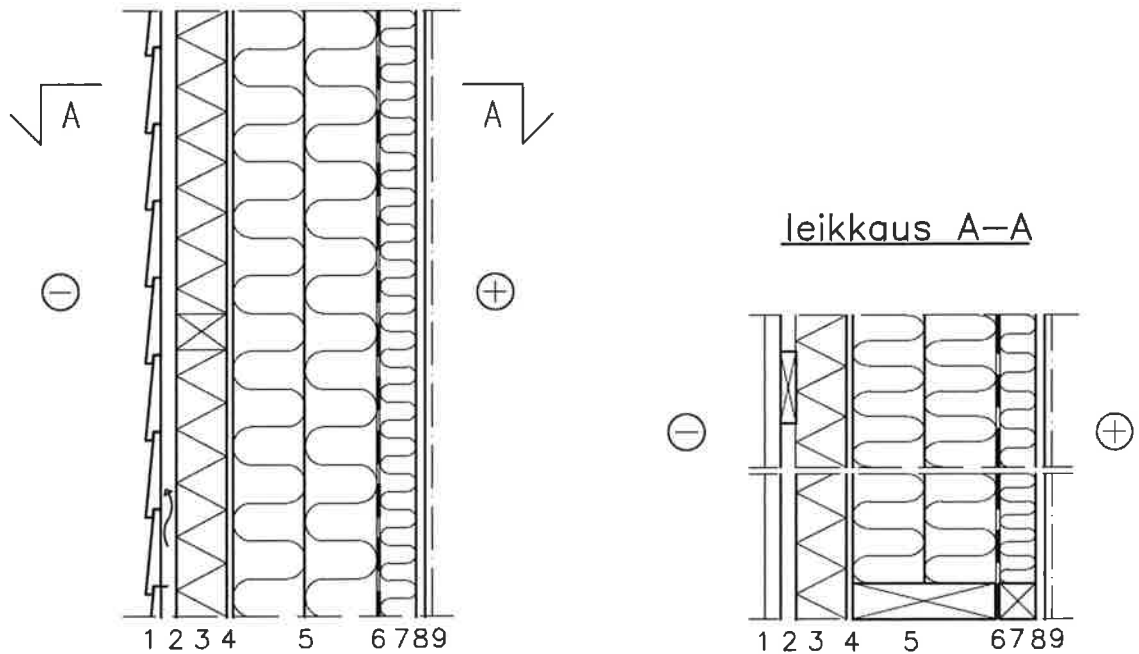
Sisäilä **MATALAENERGIASEINÄ 1**  
(Renova + eXtra + eXtra + eXtra)

Tekijä  
Päiväys

Nro: **US-VF-10.9**

PERIAATEDETALJI. Muutokset rakennuksen suunnittelijan vastuulla.

1:10



- |        |   |
|--------|---|
| 22 mm  | 1 JULKISIMUVERHOUS  |
| 70 mm  | 2 TUULETUSVÄLI + lauta 22x100mm, k600   |
| 9 mm   | 3 TUULENSUOJAERISTE, kivillä PAROC Renova 70mm (1200x1800) ja koolaus 68mm, koolauksen väli 1200mm    |
| 200 mm | 4 TUULENSUOJAKIPSILEVY tai vastaava (voidaan tarvittaessa käyttää rakenteen jäykistykseen)            |
| 50 mm  | 5 LÄMMÖNERISTE, kivillä PAROC eXtra 2x100mm ja KANTAVA PUURUNKO KERTOPIUU 200mm (leveys >50 mm), k600 |
| 13 mm  | 6 HÖYRYNSULKU rungon ja koolauksen väliin   |
|        | 7 LÄMMÖNERISTE, kivillä PAROC eXtra ja koolaus 50x50mm, k600  |
|        | 8 RAKENNUSLEVY, kipsilevy   |
|        | 9 PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY  |

U-arvo 0,12 W/m<sup>2</sup>K  
 Paloluokka REI 60  
 Ilmaääneneristysluku R<sub>w</sub> 57 dB, R<sub>w</sub>+C 51 dB, R<sub>w</sub>+C<sub>tr</sub> 43 dB

RAKENTEESSA OLEVIEN ERISTEIDEN SISÄLTÄMÄ PALOKUORMA < 19 MJ/m<sup>2</sup>

Tyyppi Ulkoseinät 

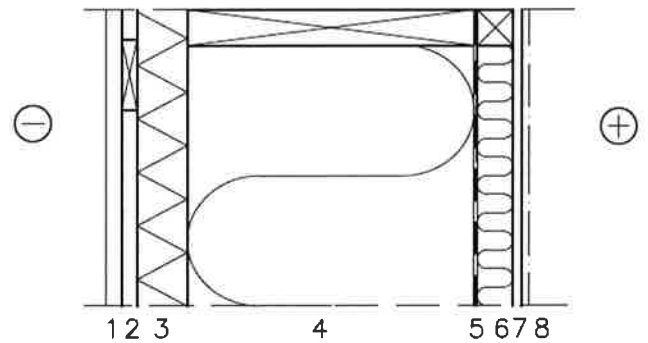
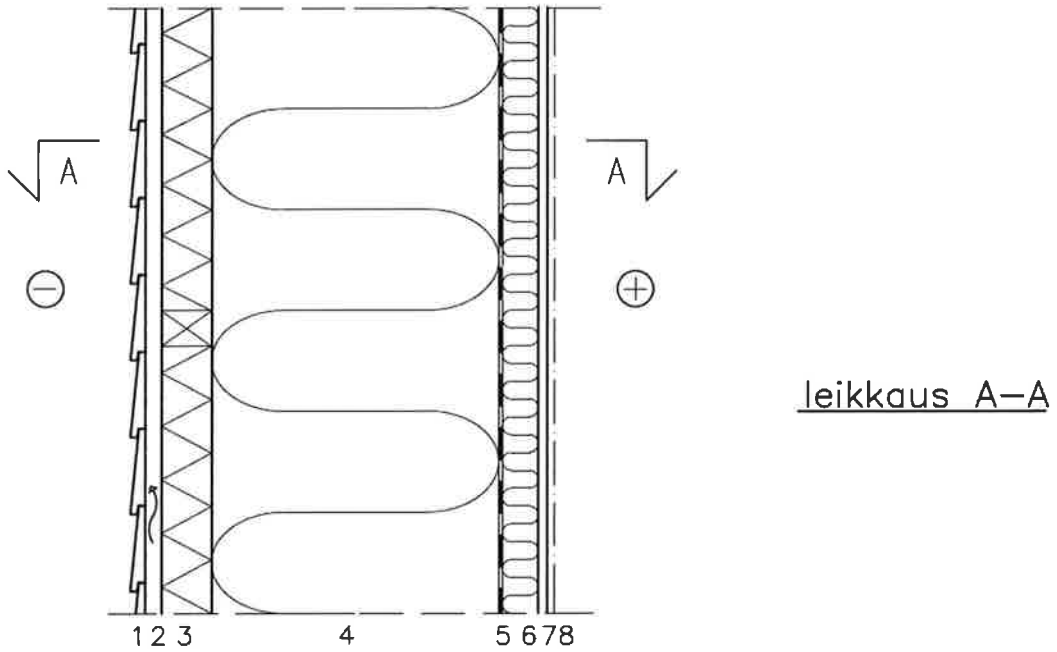
Sisäilä PASSIIVITALON SEINÄ 1  
(Renova + eXtra + eXtra)

Tekijä  
Päiväys

Nro:  
US-VF-10.12

PERIAATEDETALJI. Muutokset rakennuksen suunnittelijan vastuulla.

1:10



- |            |  |
|------------|--|
| 22 mm      | 1 PUUVERHOUS   |
| 70 mm      | 2 TUULETUSVÄLI + lauta 22x100mm, k600  |
|            | 3 TUULENSUOJAERISTE, kivivilla PAROC Renova 70mm (1200x1800) ja koolaus 68mm, koolauksen väli 1200mm |
| 300-400 mm | 4 LÄMMÖNERISTE, kivivilla PAROC eXtra ja KANTAVA PUURUNKO KERTOPUU 300-400mm (leveys >50 mm), k600   |
|            | 5 HÖYRYNSULKU rungon ja koolauksen väliin  |
| 50 mm      | 6 LÄMMÖNERISTE, kivivilla PAROC eXtra ja koolaus 50x50 mm, k600                                      |
| 13 mm      | 7 RAKENNUSLEVY, kipsilevy  |
|            | 8 PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY   |

U-arvo	0,08 -0,09 W/m <sup>2</sup> K
Paloluokka	REI 60
Ilmaääneneristysluku	R <sub>w</sub> 42 dB, R <sub>w</sub> +C 41 dB, R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub> 39 dB

RAKENTEESSA OLEVIEN ERISTEIDEN SISÄLTÄMÄ PALOKUORMA < 29 MJ/m<sup>2</sup>

Tyyppi

Ulkoseinät



Sisältö

TERÄSBETONISEINÄ  
(Cortex pro + eXtra) TIILIVERHOUS

Tekijä

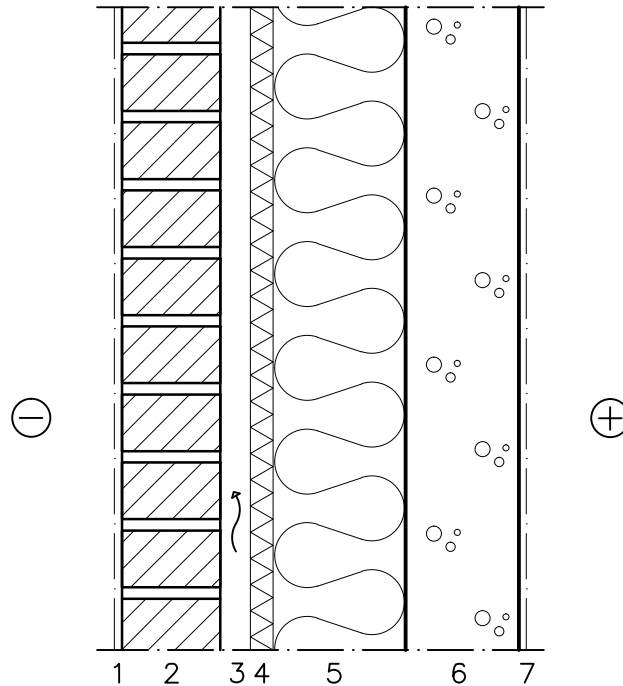
Päiväys

Nro:

US-VF-20.2

PERIAATEDETALJI. Muutokset rakennuksen suunnittelijan vastuulla.

1:10



130 mm  
40 mm  
50mm

150 mm  
150 mm

1 PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY, rakennusselityksen mukaan

2 JULKISIVUMUURAUUS

3 TUULETUSVÄLI

4 TUULENSUOJAERISTE, kivivilla PAROC Cortex pro (P1, P2 ja P3 -paloluokan rakennuksiin), saumat teipataan

5 LÄMMÖNERISTE, kivivilla PAROC eXtra

6 KANTAVA RAKENNE, rakennesuunnitelmien mukaan

7 PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY, huoneselityksen mukaan

U-arvo

0,17 W/m<sup>2</sup>K

Paloluokka

REI 60

Ilmaääneneristysluku

R<sub>w</sub> 60 dB, R<sub>w</sub>+C 58 dB, R<sub>w</sub>+C<sub>tr</sub> 52 dB

Lämmöneristeen ja tuulensuojalevyn saumat limitetään vähintään 200 mm.

Tuulitiiveys levyjen saumakohdissa varmistetaan saumausteipillä heti levyjen asennuksen jälkeen painamalla ja samalla hankaamalla teippiä levyn pintaan. Suositeltava teippauslämpötila on yli +5°C.

Suosittelamme tiilisiten pään leikkaamista vinoon, jolloin se lävistää paremmin tuulensuojapinnoitteen.

Ulkonurkissa, ikkuna- ja ovipielissä leikataan riittävä määrä kivivillaa pois pinnoitteen takaa ja taivutetaan pinnoite villalevyn yli tuulitiiveyden varmistamiseksi. Viimeistellään saumausteipillä.

RAKENTEESSA OLEVIEN ERISTEIDEN SISÄLTÄMÄ PALOKUORMA < 15 MJ/m<sup>2</sup>

Tyyppi Puukerrostalo, Ulkoseinä, kantava, 220 

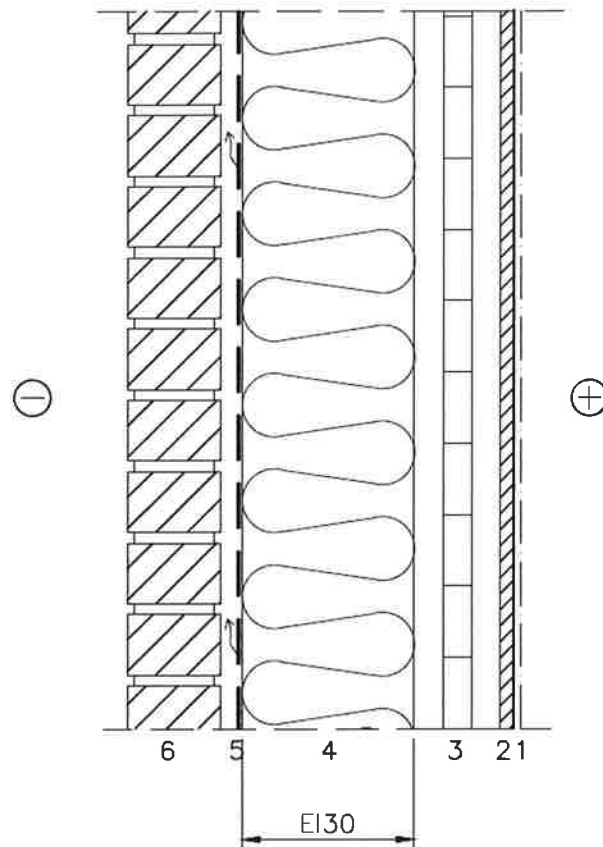
Selitys CLT-LEVY+RUUVAUS  $\leq 8$  KRS  
 $U=0,13$  W/m<sup>2</sup>K

Tekijä  
Päiväys

Nro: US-VF-30.24

PERIAATEDETALJI. Muutokset rakennuksen suunnittelijan vastuulla.

1:10



- |           |  |
|-----------|--|
|           | 1 Sisäverhous  |
| 18 mm     | 2 Suojaverhous K <sub>2</sub> 30: kuitukipsilevy                   |
| 90–120 mm | 3 Kantava CLT-levy   |
| 220 mm    | 4 Suojaverhous K <sub>2</sub> 30: PAROC Cortex One, ruuvikiinnitys |
| ≥30 mm    | 5 Tuuletusrako   |
| 130 mm    | 6 Tiili, muraussiteet 4 kpl/m <sup>2</sup>                         |

U-arvo	0,13 W/m <sup>2</sup> K
Paloluokka	P2/REI 60, hiiltymämitoituksen perusteella
Ilmääneneristysluku	R <sub>w</sub> 62 dB, R <sub>w</sub> +C 60 dB, R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub> 53 dB

Typi Yläpohjat



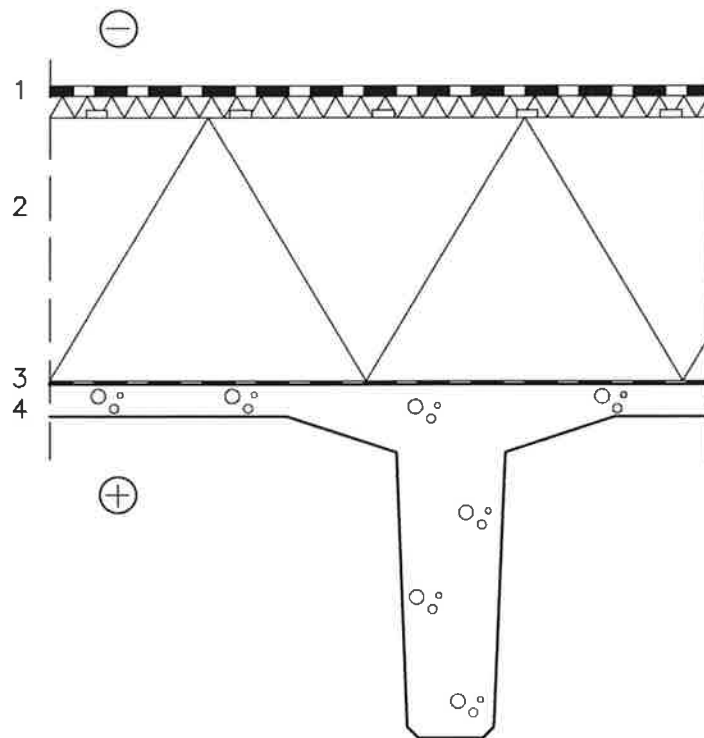
Sisältö TT LAATTA  
(ROB 100gtrl + ROL 30)

Tekijä  
Päiväys

Nro: YP-FR-10.2

PERIAATEDETALJI. Muutokset rakennuksen suunnittelijan vastuulla.

1:10



30 mm  
370 mm

- 1 VEDENERISTYS
- 2 LÄMMÖNERISTYS: PAROC ROB 100gtrl  
PAROC ROL 30
- 3 HÖYRYNSULKU, bitumikermi
- 4 KANTAVA RAKENNE, rakennesuunnitelmien mukaan  
jännitetty vesikatto TT-laatta  
peruskallistukset runkorakenteessa

U-arvo 0.09 W/m<sup>2</sup>K

Vedeneristyksen, lämmöneristyksen ja höyrynsulun mitoitus, lujuudet ja vaatimukset RIL 107 ja Kattoliitto Ry Toimivat katot -ohjeiden mukaan

RAKENTEESSA OLEVIEN ERISTEIDEN SISÄLTÄMÄ PALOKUORMA < 46 MJ/m<sup>2</sup>

Tyyppi

Yläpohjat



Sisältö

PROFIILIPELTI, LÄMMIN TILA  
(ROB 100gtrl + ROL 30 + ROS 50)

Tekijä

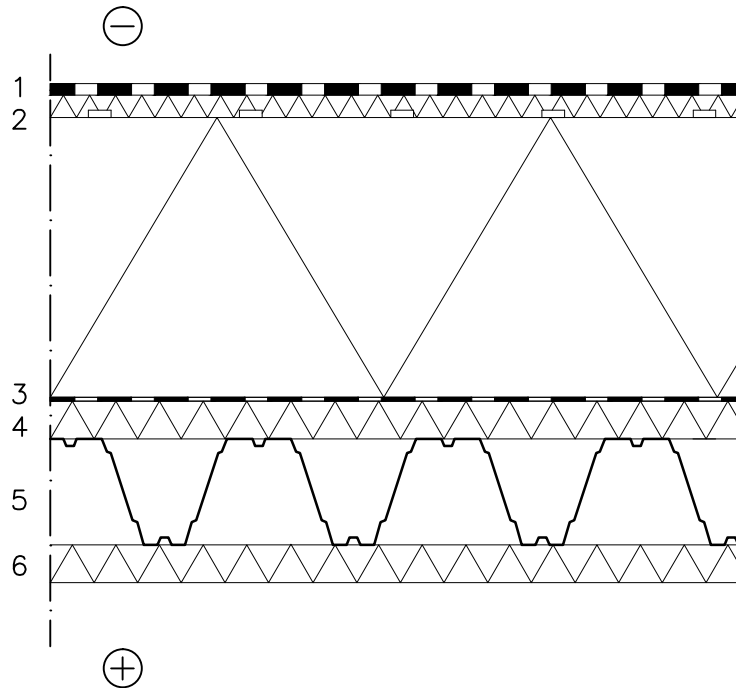
Päiväys

Nro:

YP-FR-20.6

PERIAATEDETALJI. Muutokset rakennuksen suunnittelijan vastuulla.

1:10



- |        |  |
|--------|--|
| 30 mm  | 1 VEDENERISTYS   |
| 370 mm | 2 LÄMMÖNERISTYS: PAROC ROB 100gtrl<br>PAROC ROL 30   |
| 50 mm  | 3 HÖYRYNSULKU, bitumikermi   |
|        | 4 LÄMMÖNERISTE, höyrynsulun alustana PAROC ROS 50  |
|        | 5 KANTAVA RAKENNE, rakennesuunnitelmien mukaan<br>teräspoimulevy<br>peruskallistukset runkorakenteessa   |
|        | 6 Profiilipellin palosuojaus (tarvittaessa) rakennesuunnitelmien mukaan,<br>palosuojaeriste PAROC FPS 17 |

U-arvo 0.08 W/m<sup>2</sup>K

Vedeneristyksen, lämmöneristyksen ja höyrynsulun mitoitus, lujuudet ja vaatimukset RIL 107 ja Kattoliitto Ry Toimivat katot -ohjeiden mukaan

RAKENTEESSA OLEVIEN ERISTEIDEN SISÄLTÄMÄ PALOKUORMA < 58 MJ/m<sup>2</sup>

Typi Yläpohjat



Selitys HARJAKATTO, RISTIKKORAKENNE  
TUPLAVARMA (BLT 6 + eXtra)

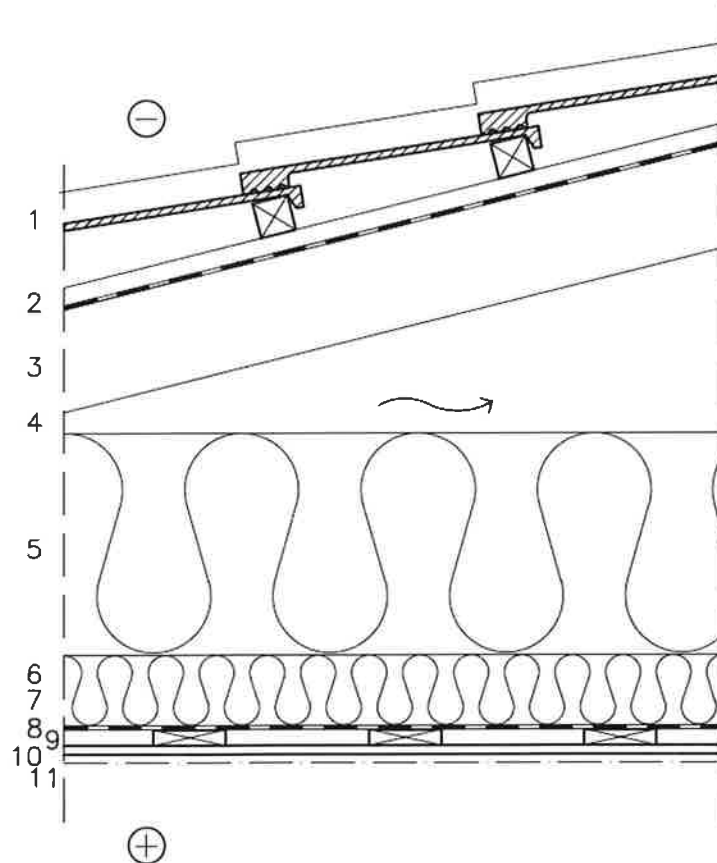
Tekijä

Päiväys

Nro: YP-PR-10.3

PERIAATEDETALJI. Muutokset rakennuksen suunnittelijan vastuulla.

1:10



- 1 VESIKATE  
2 ALUSKATE  
3 VESIKATON KANTAVA RAKENNE, rakennesuunnitelmien mukaan  
4 TUULETTUVA ULLAKKO  
5 LÄMMÖNERISTE, puhalluskivillä PAROC BLT 6  
6 LÄMMÖNERISTE, kivillä PAROC eXtra  
7 KANTAVA RAKENNE, rakennesuunnitelmien mukaan  
8 ILMAN- TAI HÖYRYNSULKU, kosteissa tiloissa aina höyrynsulku  
9 HARVALAUDOITUS 22x100mm, k300  
10 RAKENNUSLEVY, kipsilevy  
11 PINTAMATERIAALI TAI KÄSITTELY, huoneselityksen mukaan

310 mm  
100 mm

22 mm  
13 mm

U-arvo 0,09 W/m<sup>2</sup>K  
Ilmääneneristysluku R<sub>w</sub> 56 dB, R<sub>w</sub>+C 54 dB, R<sub>w</sub>+C<sub>tr</sub> 52 dB (tiilikate)  
R<sub>w</sub> 55 dB, R<sub>w</sub>+C 53 dB, R<sub>w</sub>+C<sub>tr</sub> 48 dB (peltikate)

RAKENTEESTA OLEVIEN ERISTEIDEN SISÄLTÄMÄ PALOKUORMA < 24 MJ/m<sup>2</sup>