



RAMI-hankkeen loppuseminaari

-

**Tarkastellut rakenteet, lähtötiedot
ja mallinnusperiaatteet RAMI-
hankkeessa**

31.5.2022 – Teemu Jokela

Tarkasteltujen rakenteiden valintaperiaatteita

- Rakenne on ollut aiemmin tai on tällä hetkellä laajasti käytössä
- Rakenteen lämpö- ja kosteustekniseen toimintaan liittyy haasteita aiempien tutkimuksien perusteella joko jo nykyisen ilmaston tai ennakoitun ilmastonmuutoksen kannalta
- Rakenneratkaisun lämpö- ja kosteusteknistä toimintaa voidaan tarkastella laskennallisesti kohtuullisella laskenta-ajalla

Simuloinneissa käytettyjä periaatteita

- Laskentamallin geometria pyrittiin mallintamaan kaikki rakennekerrokset todenmukaisilla mitoilla.
 - Mukana mm. ulkoverhous ja tuuletusväli
- Lähtökohtana on käyttää mahdollisimman hyvin kyseistä tarkastelukohdetta kuvaavia materiaaliominaisuuksia. Ensisijaisia arvoja ovat tuotekohtaiset tiedot, sitten suomalaisista rakennusmateriaaleista määritetyt materiaaliominaisuudet ja viimeisenä laskentaohjelmien materiaalikirjastojen arvot sekä yleisistä kirjallisuuslähteistä saadut arvot.
- Simuloinnit viidelle peräkkäiselle vuodelle, jolloin samat olosuhteet toistuivat vuoden kierrolla.
 - Simulointeja tehtiin myös 15 vuodelle hitaammin kuivuville betonirakenteille.
- Ilma- ja sadevuodot rajattiin pois laskentatarkasteluista.

Tarkastellut rakenteet

• Puurankaseinät

Rakennekerrokset vasemmalta oikealle:

Lautaverhous 28 mm

Tuuletusväli/koolauslauta 25 mm

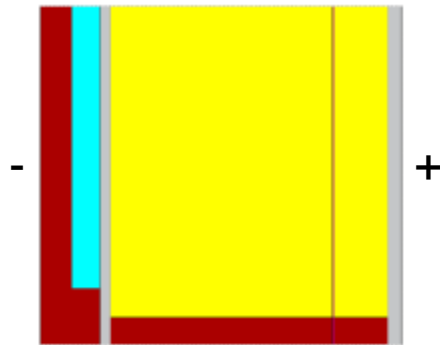
Kipsilevy 9 mm

Mineraalivilla ja runkotolppa 200 mm

Höyrynsulkumuovi

Mineraalivilla ja koolauspuu 50 mm

Kipsilevy 13 mm



Rakennekerrokset vasemmalta oikealle:

Tiiliverhous 85 mm

Tuuletusväli 40 mm

Huokoinen puukuitulevy 12/25 mm

Mineraalivilla ja runkotolppa 200 mm

Höyrynsulkumuovi

Mineraalivilla ja koolauspuu 50 mm

Kipsilevy 13 mm



Tarkastellut rakenteet

• Betonisandwich-elementit

Rakennekerrokset vasemmalta oikealle:

Betoni 70 mm

Mineraalivilla 220 mm,
tuuletusurat 30x20 k200

Betoni 150 mm

-



+

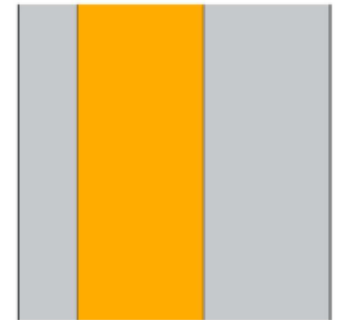
Rakennekerrokset vasemmalta oikealle:

Betoni 70 mm

Polyuretaani 150 mm

Betoni 150 mm

-



+

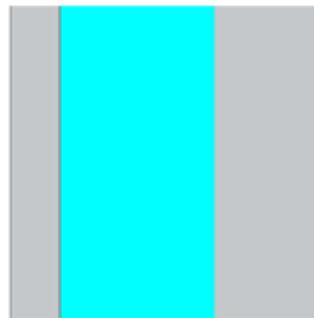
Rakennekerrokset vasemmalta oikealle:

Betoni 70 mm

EPS 220 mm

Betoni 150 mm

-



+

Tarkastellut rakenteet

• Rapatut seinät

Rapattu eristeharkkoseinä (EHR)

Rakennekerrokset vasemmalta oikealle:

Rappaus 15 mm

Kevytsoraharkko 90 mm

Polyuretaani 160 mm

Kevytsoraharkko 130 mm

Rappaus 5 mm



Eristerapattu betoniseinä (BSR)

Rakennekerrokset vasemmalta oikealle:

Rappaus 25 mm

Mineraalivilla 220 mm

Betoni 150 mm



Tarkastellut rakenteet

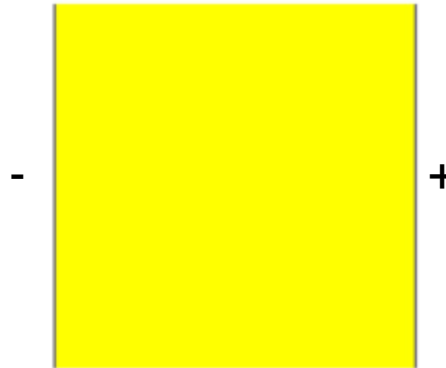
- Pelti-villa-pelti-elementti

Rakennekerrokset vasemmalta oikealle:

Pelti 1 mm

Mineraalivilla 200 mm

Pelti 1 mm



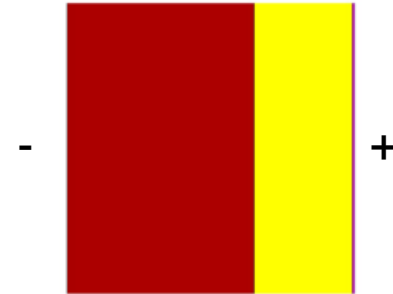
Tarkastellut rakenteet

- Hirsiseinät

Rakennekerrokset vasemmalta oikealle:
Puu 200/300 mm



Rakennekerrokset vasemmalta oikealle:
Puu 95/275 mm
Mineraalivilla 50/150 mm
Höyrynsulkumuovi



Rakennekerrokset vasemmalta oikealle:
Puu 95/275 mm
Selluvilla 50/150 mm
Ilmansulkukalvo



Tarkastellut rakenteet

• Yläpohjat

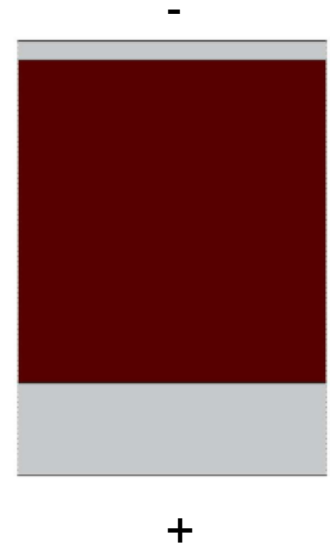
Rakennekerrokset ylhäältä alas:

- Bitumikermi 3 mm
- Puu 15 mm
- Tuulettuva ilmatila 1000 mm
- Mineraalivilla 500 mm
- Höyrinsulkumuovi
- Kipsilevy 13 mm



Rakennekerrokset ylhäältä alas:

- Bitumikermi 3 mm
- Betoni 60 mm
- Kevytsora 1050 mm
- Bitumikermi 3 mm
- Betoni 300 mm



Lähtötiedot laskentaan

- Sisäilman olosuhteet
 - Sisälämpötila, joka toimii reunaehtona sekä konvektiiviselle että säteilylämmönsiirrolle
 - Vakiolämpötila 21 °C
 - SFS-EN 15026 ja SFS-EN ISO 13788 -standardeja mukaileva paloittain määritelty lämpötila, jossa sisälämpötila nousee arvosta 21 °C, arvoon 25 °C, kun ulkoilman lämpötilan liukuva edeltävän vuorokauden vuorokausikeskiarvo nousee arvosta 10 °C, arvoon 20 °C.
 - Edellistä vastaava puolilämmintä tilaa kuvaava malli, jossa sisälämpötila nousee arvosta 10 °C, arvoon 20 °C, kun ulkoilman lämpötilan liukuva vuorokausikeskiarvo nousee lämpötilasta 10 °C, arvoon 30 °C.
 - Sisäilman kosteuslisä ulkoilmaan nähden
 - RIL 107-2012 mukaiset kosteusluokat 1 ja 2, jossa ulkoilman lämpötilana on käytetty vuorokauden liukuvaa keskiarvoa

Valtaosassa laskentatapauksia käytettiin sisälämpötilana vakioarvoa 21 °C ja kosteuslisänä RIL 107-2012 kosteusluokan 2 mukaisia arvoja. Muita sisäolosuhteita käytettiin yksittäisissä tapauksissa antamaan lisätietoa sisäolosuhteiden muuttumisen vaikutuksista vuosien kriittisyysjärjestykseen.

Lähtötiedot laskentaan

• Rakenteen ulkopinta

- Konvektiivisen lämmönsiirron reunaehto, jossa pinnan konvektiivinen lämmönsiirtokerroin riippui SFS-EN 15026 mukaisesti paikallisesta tuulen nopeudesta ja ulkoilman lämpötilana käytettiin RASMI-aineistojen tuntiarvoja
- Auringonsäteilyn absorptiokertoimenä käytettiin 0,25 ja 0,90 niissä tapauksissa, joissa laskelmia tehtiin auringonsäteilyä heikommin ja paremmin absorboiville julkisivupinnoille.
 - Muutoin käytettiin yhtä vakioarvoa 0,60
 - Maanpinnasta heijastunut auringonsäteily oli mukana laskelmissa albedon ollessa vakio 0,2.
- Pinnan pitkäaaltoisen säteilytaseen ulkopinnan emissiviteetiksi asetettiin 0,9.
 - Laskelmissa oli mukana pitkäaaltoisen säteilyn nettotase ilmakehän kanssa, mutta pitkäaaltoisen säteilyn tase maahan oletettiin nollassa.
- Pinnalle saapuva viistosade laskettiin standardin SFS-EN ISO 15927-3 mukaisesti.
- Eri ulkoseinärakenteita tarkasteltiin pohjoisen ja etelän suuntaisina.

Lähtötiedot laskentaan

• Rakenteen ulkopinta

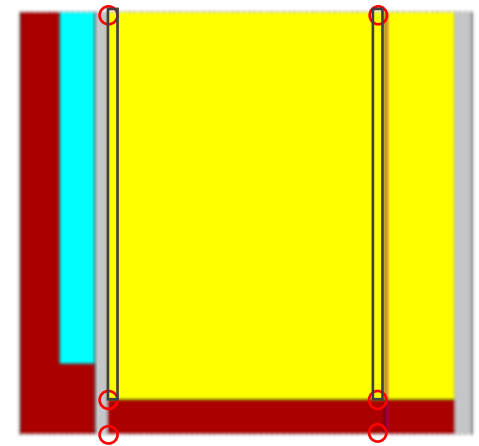
- Standardin SFS-EN 15026 mukaisesti pintoja ympäröivinä olosuhteina käytetään paikallista tuulen nopeutta. Paikallinen tuulen nopeus laskettiin kertomalla RASMI-aineistossa oleva tuulen nopeus standardin SFS-EN ISO 15927-3 mukaisella rosoisuuskertoimella C_R .
- Paikallisia olosuhteita varten muodostettiin pientalon ja kerrostalon tarkastelutilanteita, jotka pyrkivät kuvaamaan matalaa rakennusta suojaisalla paikalla ja toisaalta korkeaa rakennusta avoimella paikalla. Nämä neljä eri tilannetta on esitetty taulukossa 2.1.

Taulukko 2.1. Otosten muodostamisessa käytetyt rakennustyyppin, korkeuden ja ympäröivän maaston suojaisuuden yhdistelmät.

Rakennus	Korkeus	z [m]	Ympäröivä maasto	Maasto-luokka	C_R , -	C_T , -	O , -	W , -	$C_R C_T O W$, -	C_{exp} , -
Pientalo	Matala (1 krs.)	3	Suojaisa	3	0,72	1,0	0,5	0,3	0,11	0,336
Pientalo	Korkea (2 krs.)	6	Avoin	1	1,09	1,0	1,0	0,5	0,55	1,69
Kerrostalo	Matala (3 krs.)	9	Suojaisa	3	0,75	1,0	0,5	0,3	0,11	0,348
Kerrostalo	Korkea (16 krs.)	48	Avoin	1	1,44	1,0	1,0	0,5	0,72	2,24

Simulointien tulokset

- Suomalaisen homeallin mukainen homeindeksin maksimiarvo
- 95 % RH ylittävä kosteuden määrä 15 mm paksuiselta alueelta
 - Valittiin 15 mm paksuinen kerros materiaalikerroksen reunasta. Jos materiaalipaksuus on alle tämän paksuuden, niin silloin koko materiaalikerroksesta ylittävä kosteusmäärä.
- Materiaalikerroksen kosteuspitoisuus
- Myös muita tulossuureita käytettiin ja niiden kuvaus löytyy tarkemmin raportista.



- Homeindeksin maksimiarvo
- ▭ 95 % RH ylittävä kosteuden määrä

Kiitos!