



Uuden Termex Zero -seinärakenteen lämmönläpäisykerroin ja kosteustekninen toimivuus

Tilaaaja: Termex-Eriste Oy



Tilaaaja Termex-Eriste Oy
Veli-Matti Pölkki
PL 34
43101 Saarijärvi

Tilaus 27.5.2009 e-mail / Keijo Rautiainen, Termex

Yhteyshenkilö VTT:ssä **VTT**
Tuomo Ojanen
PL 1000,
02044 VTT
Puh. 020 722 4743
Sähköposti tuomo.ojanen@vtt.fi

Tehtävä **Uuden Termex Zero -seinärakenteen lämmönläpäisykertoimen ja kosteusteknisen toimivuuden laskennallinen selvitys**

Tässä tutkimuksessa selvitettiin laskennallisesti I-palkkiin perustuvan, hyvin lämmöneristetyn seinärakenteen lämmönläpäisykerroin (U-arvo) ja rakenteen kosteustekninen toimivuus Suomen ilmastossa. Rakenteen suunnittelu perustuu tilaajan esittämään ratkaisuun.

Tarkasteltu rakenne

Tilaaajan esittämä rakenne on kerroksittain ulkoa päin seuraava:

Ulkoeristys ja tuuletusväli

Leijona tuulensuojalevy, 25 mm

I-palkki 350 mm (PRT-Lami Oy:n tuottama I-palkki, 70 x 45 mm puupaarteet, 6 mm kova kuitulevyuuma, joka ulottuu 20 mm paarteiden sisälle, www.prtlami.fi)

Termex-lämmöneriste onteloasennuksena I-palkin onteloon, kerralla koko eristepaksuus

Ilmansulkupahvi VCL

Havuvaneri 12 mm

Vaakakoolaus 48 mm x 48 mm

Vaakakoolaukseen ruiskutetaan Termex –eristys (Sidox-Termex)

Kipsilevy 12 mm sisäeristys

Rakenteen materiaalien lämmönjohtavuuksien suunnitteluarvot esitetään mahdollisten kosteuslisineen taulukossa 1. Lämmöneristekerrosten lämmönjohtavuudet perustuvat tuotteen ja sen asennustavan mukaisiin suunnitteluarvoihin.

Taulukko 1. Materiaalien lämmönjohtavuuksien suunnitteluarvot.

Materiaali	Lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo, W/Km
Puu (I-palkin paarteet ja vaakakoolaus)	0,13
Kova kuitulevy (I-palkin uumat)	0,14
Kipsilevy	0,23 ^{*)}
Havuvaneri	0,14
Termex –lämmöneriste, pystyontelopuhallus	0,043
Sidox-Termex –lämmöneriste	0,041 ^{*)}

^{*)} ETA –hyväksynnän mukaiset arvot paikalla puhallettavalle lämmöneristeelle +23°C ja 50 % RH oloissa.

Lämmönläpäisykertoimen laskenta ja tulokset

Laskenta perustuu Rakentamismääräyskokoelman osaan C4, jonka mukaan lämmönläpäisevyyden laskennassa voidaan C4:ssä esitetyn laskentamenetelmän lisäksi käyttää muutakin laskentamenetelmää, jos korvaava laskentamenetely on vähintään yhtä tarkka kuin C4:ssä esitetty. VTT on käyttänyt vastaavissa tarkasteluissa 2-dimensioista lämmönsiirtymistä rakenteissa kuvaavaa laskentamenetelmää /1/ ja saadut tulokset ovat kokemusten perusteella luotettavat. Käytetty THERM-ohjelma vastaa C4:ssä esitettyä tarkempaa menetelmää. Ulko- ja sisäpinnan lämmönsiirtovastuksina käytettiin määräysten mukaisia arvoja 0,04 (m² K)/W ja 0,13 (m² K)/W.

Menetelmää soveltaen saatiin tuuletusraon sisäpuolisten kerrosten muodostamalle seinärakenteelle RIL 225-2004 mukainen konvektiolisä huomioiden lämmönläpäisykerroin $U = 0,11 \text{ W/Km}^2$.

Kosteusteknisen toimivuuden tarkastelu ja sen tulokset

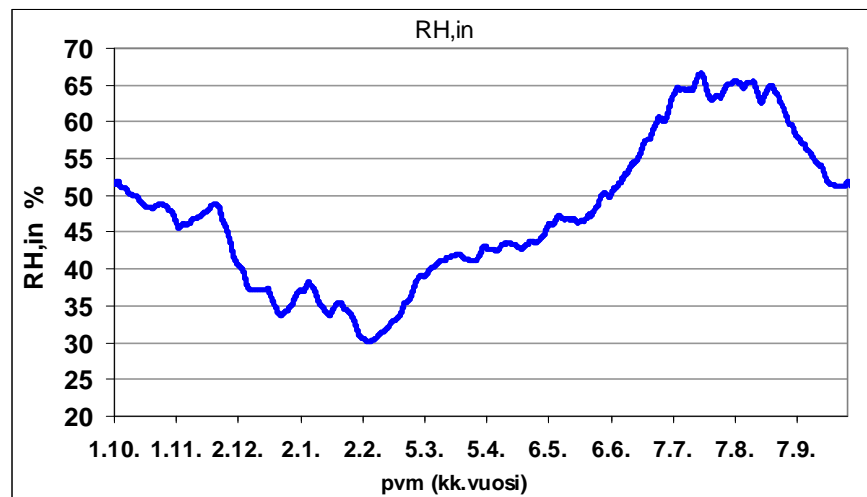
Rakenteen kosteusteknistä toimintaa tarkasteltiin WUFI-VTT 4.1 Pro -ohjelmalla /2/. Tämä ohjelma mahdollistaa monikerroksellisten rakenteiden lämmön- ja kosteudensiirron ja -varastoitumisen tarkastelun muuttuvissa olosuhteissa usean vuoden tarkastelujakson ajan. Laskennassa ulko- ja sisäilman olosuhteet päivitetään tunnin välein.

Ulkoilmasto

Tarkasteluun valittiin Jyväskylän v.1979 mitoitussää. Valittu sää edustaa poikkeuksellisen kylmää vuotta ja kuvaa siten hyvin koko Suomen olosuhteita. Korkeimmat kosteuskuormitukset sisäilmasta rakenteeseen esiintyvät kylmimmän talvikauden aikana.

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman lämpötilana käytettiin vakioarvoa + 20 °C. Kosteuskuormituksenä käytettiin EN 13788 kosteusluokan 2 mukaista kuormitusta, jossa lämmityskaudella alle 0 °C ulkolämpötilassa sisäilman kosteuspuitoisuuden lisäys on keskimäärin 4 g/m³ ulkoilmaan nähden. Ulkolämpötilan kohotessa yli 0 °C, pienee kuormitus lineaarisesti ja saavuttaa nollan ulkolämpötilassa +20 °C. Esitetty kuormitusmuutos vastaa ilmanvaihdon kasvua ulkoilman lämmetessä. Kuva 1 esittää kuormituksen aiheuttaman sisäilman suhteellisen kosteuden vaihtelun vuoden aikana 30 % RH ja 65 % RH välillä. Käytetty kosteuskuormitus vastaa normaalin asuinkäytössä olevan rakennuksen kosteuskuormitusta ja sisältää lisäksi jonkin verran varmuutta. Kosteiden tilojen kuormitusta tämä ei kuitenkaan kuvaa ja niiden kosteuseristyksessä on sisäilman asuintiloja korkeampi kuormitus syytä ottaa huomioon.



Kuva 1. Laskennassa käytetyn kosteuslisän tuottama sisäilman suhteellinen kosteus.

Alkukosteus

Tarkastelussa materiaalikerrosten alkukosteudeksi asetettiin 80 % RH tasapainotilaa vastaava kosteus. Tämä edustaa rakentamisen aikaista korkeahkoa kosteutta.

Kosteusteknisen toimivuuden kriittiset kohdat

Kylmän ilmaston rakenteissa kosteus pyrkii pääsääntöisesti sisäilmasta rakenteen kautta ulospäin ja toimivuuden kannalta kriittisin kohta on tyypillisesti tuulensuojan ja lämmöneristyksen rajapinta. Laskennassa seurattiin rakenteen kokonaiskosteuden kehitystä, eri materiaalikerrosten kosteuspuitoisuutta ja erityisesti tuulensuojan ja lämmöneristeen rajapinnan olosuhteita. Tämän lisäksi tarkasteltiin sisäpuolen havuvanerin kosteusoloja.

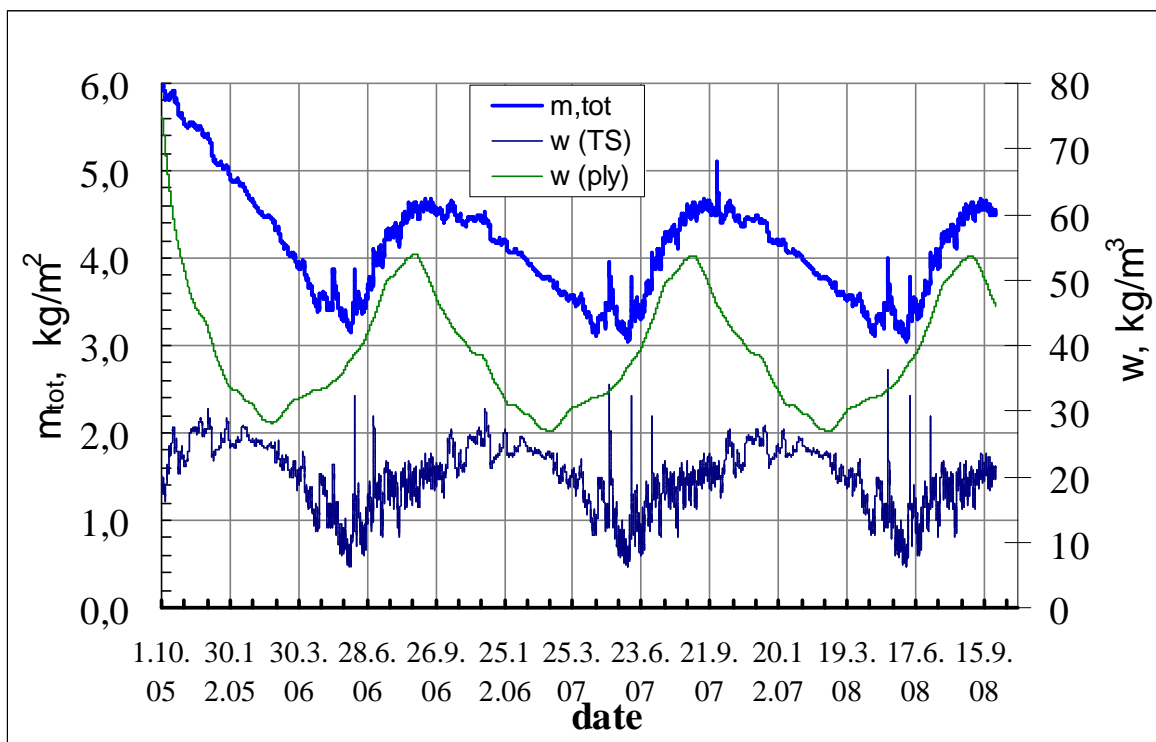
Tarkastelujakso

Laskennallisesti tarkasteltiin kolmen vuoden jaksoa ulkoilman samoissa vuotuisissa sääoloissa. Laskennan alkukohta oli lokakuun 1, jolloin sään kylmetessä kosteuden mahdollinen kertyminen rakenteeseen alkaisi. Tarkastelujakson aikana rakenteen alkukosteus tasoittuu ja se tyypillisesti saavuttaa tasapainotilan.

Tulokset

Tulosten perusteella (Kuva 2) rakenteen kokonaiskosteus oli alussa kuivumis-suuntainen seuraavaan kesäkauteen saakka. Tämän jälkeen kosteus pysyi selvästi alkukosteutta alemmalla tasolla.

Sisäverhouksen pinnasta noin 60 mm syvyydessä olevan havuvanerin kosteus aleni alkutilasta ja tämän jälkeen sen kosteus seurasi sisäilman kosteuden vaihteluita. Vanerin sisäpinnan suhteellinen kosteus oli alkuvaiheen kuivumisen jälkeen korkeimmillaan noin 65 % RH tasolla, mikä on homeen kasvun mahdollistavan tason alapuolella.



Kuva 2. I-palkkirakenteen kokonaiskosteuden (kg/m^2) sekä tuulensuojalevyn ja vanerin kosteuspitoisuudet (kg/m^3) muutos kolmen vuoden tarkastelujakson aikana.

Tuulensuojana olevan huokoisen kuitulevyn (Runkoleijona) kosteus kasvoi talvikausina ja aleni kesäkausina. Suurimmat ja keskimääräiset kosteustasot olivat ensimmäisenä vuonna, jolloin rakenteen alkukosteus poistui rakenteesta.

Kosteuden kokonaismäärän ja kosteuspitoisuuksien perusteella rakenne on toimiva.

Kosteuspitoisuuksien lisäksi tarkasteltiin lämmöneristeen ja tuulensuojan välisen kriittisen rajapinnan tunnittaisten olosuhteiden (lämpötila, suhteellinen kosteus) perusteella homeen kasvun mahdollisuutta tällä pinnalla. Tulosten perusteella homeen kasvulle mahdollistavien olosuhteiden esiintymistiheys oli niin alhainen ja kasvun mahdollistavien rajaolosuhteiden ylitykset olivat niin lieviä, että homeen laskennallinen kasvu ei saavuttanut alinta kasvun rajaa kuvaavaa tasoa. Tämän perusteelle homeen kasvu em. rajapinnalla ei ole mahdollinen tarkastelutilanteen oloissa.

Yhteenveto

Tarkastellun seinärakenteen lämmönläpäisykerroin $U = 0,11 \text{ W/Km}^2$, mikä vastaa passiivienenergialon seinärakenteen tasoa.

Rakenne on kosteusteknisesti turvallinen Suomen ilmastossa ja normaalissa asuinkäytössä olevan rakennuksen sisäilman kosteuskuormituksella. Toimivuuden edellytyksenä ovat vastaavan tyyppisille rakenteille pätevät ehdot: Rakenteen tuuletuksen ja tuuletusvälin sisäpuolisen osan sateensuojauksen on oltava toimivia, ja rakennuksen painesuhteet sekä ilmanvaihto ovat hallinnassa niin, että rakennus on pääsääntöisesti alipaineinen eikä pitkäaikainen sisäilman vuotovirtaus rakenteeseen ole mahdollinen. Kosteiden tilojen rakenteilta edellytetään tarkoituksenmukaista kosteussuojausta.

Espoo, 29.6.2009

Juhani Hyvärinen
Palvelupäällikkö

Tuomo Ojanen
Erikoistutkija

Lähteet

1. THERM Finite element simulator, version 5.0, Copyright 1994-2002. Lawrence Berkeley National Laboratories, USA
2. WUFI -VTT (Wärme und Feuchte Instationär - Transient Heat and Moisture) 4.1 Pro software, The Fraunhofer Institute for Building Physics IBP

JAKELU

Tilaaaja
VTT / Kirjaamo

Alkuperäinen
Alkuperäinen