

Betonisandwich -seinäelementtien lämpö- ja kosteustekninen toiminta

Mika Pälve, rakennusinsinööri AmK
Arto Suikka, diplomi-insinööri

Saarijärvelle valmistui vuonna 2010 Jyväskylän Ammattikorkeakoulun luonnonvarainstituutti, johon asennettiin eri eristetyypeillä ja -paksuuksilla tehtyjä betonisia ulkoseinäelementtejä. Seinärakenteiden lämpö- ja kosteustekniikasta tehtiin tuolloin laskennallinen diplomityö. Elementteihin on asennettu mitta-anturit, jotka mittaavat lämpötilaa sekä kosteutta elementtien ulkokuoressa, eristeen ja ulkokuoren rajapinnassa sekä eristetilan keskellä. Mittaustulokset analysoitiin 14.4.2010–29.6.2012 väliseltä ajalta *Mika Pälven* Jyväskylän Ammattikorkeakoululle tekemässä opinnäytetyössä.

Tarkastellut rakenteet

Kuvassa 2 on esitetty tutkittavina olleet yhdeksän rakenneratkaisua. Opinnäytetyössä saatujen tulosten perusteella saman U-arvon omaavien rakenteiden lämpötila- tai kosteustekninen käyttäytyminen ei oleellisesti riipu eristemateriaalista, kun tarkastellaan eristettä ja ulkokuorta. Eristeessä olevat tuuletusurat pitävät kosteuden vuorokausivaihtelut pienempinä kuin tuulettumattomissa rakenteissa. Tuulettumattomilla rakenteilla vuorokausivaihtelut olivat kesäisin 40 %:a ja talvella ne jäivät pienemmiksi, ollen 10 %:n luokkaa. Puolestaan tuulettuvissa rakenteissa vaihtelut olivat 10–20 %:a vuoden ajasta riippumatta.

Eristekerrosta kasvatettaessa suhteellisen kosteuden maksimiarvot nousivat eristeessä sekä ulkokuoren ja eristeen rajapinnassa. Korkeiden kosteuspitoisuuksien vallitessa talvikuu-kausien aikana on todennäköistä, että kosteutta



1

1 Saarijärven Luonnonvarainstituutti rakennusvaiheessa. Kuvassa 3 Luonnonvarainstituutti valmiina.

2 Opinnäytetyössä tutkitut rakenteet.

tiivistyy eristeen ja ulkokuoren rajapintaan suurilla (350 mm) eristepaksuuksilla. Rakenteen lämpötiloihin vaikuttaa huomattavasti julkisivun ilmansuunta, kesäisin etelään päin olevat rakenteet lämpiävät 10 °C enemmän kuin pohjoispuolella olevat rakenteet. Rakenteissa ei kuitenkaan todettu suurta riskiä mikrobi-kasvuston kehittymiselle.

Mittaustulokset vs. teoreettiset laskelmat

Pälven opinnäytetyössä tutkittiin *Petteri Ormiskankaan* vuonna 2009 valmistuneessa diplomityössä laskemia arvoja ja verrattiin niitä toteutuneisiin mittaustuloksiin. Lämpötilojen osalta tulokset vastasivat varsin hyvin toisiaan. Huomioitavaa on kuitenkin se, ettei

laskelmissa ole otettu huomioon kuin eteläisen ilmansuunta, kun mittaustuloksia on joka ilmansuunnalta.

Ormiskankaan käyttämä WUFI-laskentaohjelma ei pystynyt ottamaan huomioon tuuletuksen vaikutusta, joka todellisuudessa pienensi kosteuden vuorokausivaihteluita toisin kuin laskelmista oli havaittavissa. Kuvassa 3 näkyy *Petteri Ormiskankaan* tekemien laskelmien mukainen kosteuden käyttäytyminen ja kuvassa 4 saman rakenteen mittaustulosten mukainen kosteuden vaihtelu. Merkittävin huomio on, että ulkokuoren ja eristeen rajapinnan suhteellinen kosteus nykyvaatimusten mukaisilla eristepaksuuksilla oli huomattavasti alhaisempi kuin mitä laskennalliset arvot osoitti-



3

Rakenne	US1	US2	US3	US4	US5
Eriste	Mineraalivilla	EPS	PUR	PUR	EPS
Uritus	Kyllä	Ei	Ei	Ei	Kyllä
Eristepaksuus	160	160	160	190	190
U (w/m ² K)	0,24	0,24	0,17	0,14	0,17
Leikkaus					

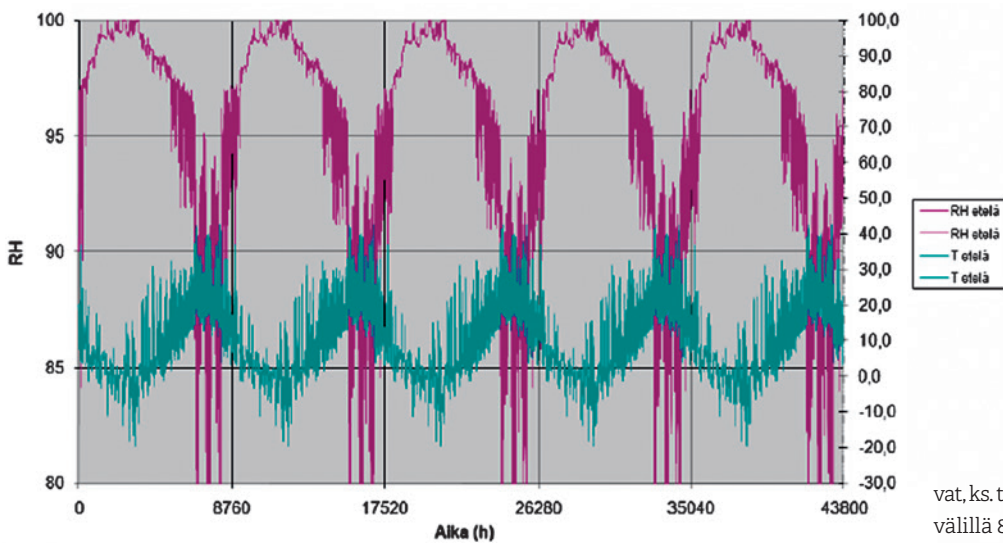
Rakenne	US6	US7	US8	US9
Eriste	Mineraalivilla	EPS	Mineraalivilla	EPS
Uritus	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei
Eristepaksuus	240	240	350	350
U (w/m ² K)	0,16	0,16	0,11	0,11
Leikkaus				

2

Erise	laskettu % RH	mitattu % RH	seinän ilmansuunta	Huom.
US6: 240 mm uritettu mineraalivilla	100–80	80–40	luode	
US7: 240 mm EPS	100–93	100–40	luode	suurempi alkukosteus
US5: 190 mm uritettu EPS	100–93	80–20	kaakko	
US3: 160 mm PUR	100–95	80–20	länsi	

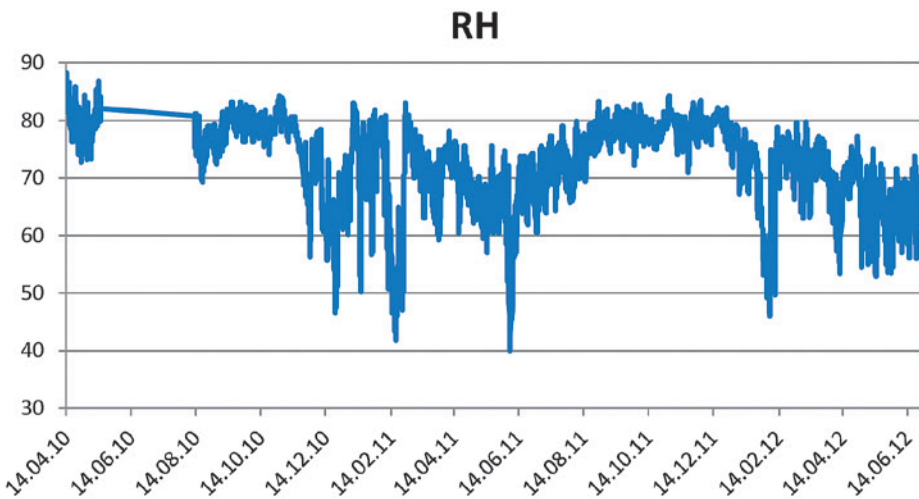
Taulukko 1 Esimerkkivertailu sandwich-seinän laskennallisesta ja mitatusta suhteellisesta kosteudesta ulkokuoren ja eristeen rajapinnassa.

Ulkokuoren sisäpinnan RH ja lämpötila eteläisellä julkisivulla



3 Petteri Ormiskankaan laskennallinen suhteellisen kosteuden ja lämpötilan vaihtelun kuvaaja eristeen ja ulkokuoren rajapinnasta rakennetyypillä US6 (240 mm mineraalivillaa). Mittausjaksona 5 vuotta.

4 Mittaustulokset ulkokuoren ja eristeen rajapinnan suhteellisesta kosteudesta rakennetyypillä US6. Mittausjaksona runsas kaksi vuotta.



vat, ks. taulukko 1. Laskennallinen RH oli yleisesti välillä 80–100 %, kun mittaustulokset antavat RH 20–80 %. Tulokset ovat käytännössä vain suuntaa-antavia, koska sekä laskennalliseen tarkasteluun että mitattuihin arvoihin liittyy monta muuttujaa (esim. ilmansuunta) ja epävarmuustekijää. Esim. viistosateiden vaikutus näytti korostuvan laskennassa liiankin voimakkaasti.

Kohteessa tehtiin lämpökamerakuvauksia mahdollisista kylmäsilta kohdista. Kuvassa 5 on esimerkki ikkunaliitoksesta 350 mm:n eristeeseen seinärakenteeseen. Kuvien perusteella kylmäsilat lisääntyvät ikkunan ja seinärakenteen liitoksissa, kun eristekerrokset kasvavat yli 300 mm:n.

Yhteenveto

Tarkasteltujen mittaustulosten perusteella eristekerroksen paksuntamisella on vaikutusta betonisandwich-rakenteen kosteustekniseen käyttäytymiseen. Paksuilla eristeillä kosteudet kasvavat, mutta eivät kuitenkaan yhtä suuriksi kuin laskennallisesti on arvioitu. Eristeen tuuletusurat vähentävät kosteuden vuorokausivaihteluita rakenteessa, kun taas eristemateriaalilla ei havaittu suurta vaikutusta rakenteen kosteustilaan eristeessä tai ulkokuoren ja eristeen rajapinnassa.

Seurantamittausten mukaan nykyiset lämmöneristysvaatimukset täyttävillä rakenteilla



6

päästään huomattavasti alhaisempiin kosteuspitoisuuksiin kuin laskennallisesti tarkasteltuna saadaan. Noin kahdessa vuodessa rakenne näyttäisi kuivuvan niin, ettei tämän jälkeen ole odotettavissa runsasta maksimikosteuden laskua tai nousua.

Paksut eristeet kannattaa suojata hyvin rakennusvaiheen kosteudelta. Kaikissa tutkimuksissa rakenteissa mikrobikasvuston riski oli suhteellisen pieni.

Pälven diplomityö löytyy kokonaisuudessaan osoitteesta www.elementtisuunnittelu.fi kohdasta *Julkisivut/Lämpö- ja kosteustekniikka*.

Functioning of concrete sandwich panels in terms of thermal and moisture behaviour

The Institute of Natural Resources at Jyväskylä University of Applied Sciences was completed in 2010. Different types of concrete panels for external walls, produced using insulation of different types and thickness, were installed on the building. Measurement sensors are embedded in the panels to measure temperature and moisture in the external cladding of the panels, in the boundary surface between the insulation and the external cladding and in the centre of the insulation space.

The measurement results have been analysed for a period from 14 April 2010 to 29 June 2012. The results suggest that an increase in the thickness of the insulation layer affects the moisture behaviour of the concrete sandwich structure. Moisture levels are higher with thick insulation, but do not reach the theoretically estimated values. Ventilation grooves on the insulation reduce daily moisture variations in the structure, whereas the insulation material was not found to have any major effect on the moisture status of the structure in the insulation layer or in the boundary surface between the external cladding and the insulation.

According to follow-up measurements, structures that fulfil current thermal insulation requirements result in moisture levels, which are considerably lower than theoretical values. It would seem that in two years the structure dries so well that after that no notable decrease or increase can be expected in the maximum moisture content.

It is advisable to protect thick insulation well against moisture during the construction stage. All the studied structures showed a relatively small risk of microbe growth.



5

5 Lämpökamerakuva ikkunan ja seinärakenteen liittymästä rakennetyypillä US8.