

BETONISANDWICH -ELEMENTIN KOSTEUSTEKNINEN TOIMINTA

Petteri Ormiskangas, tekn.yo
Aaro Kohonen Oy

Rakenne	SK (mm)	Eriste	λ (W/mK)	d (mm)	Uritus	UK (mm)	U (W/m ² K)
US1	80	Villa	0.036	160	Kyllä	70	0.24
US2	80	EPS	0.036	160	Kyllä	70	0.24
US3	80	PUR	0.024	160	Ei	70	0.18
US4	80	PUR	0.024	240	Ei	70	0.11
US5a	80	EPS	0.031	180	Kyllä	70	0.17
US5b	80	EPS	0.031	180	Ei	70	0.17
US6	80	Villa	0.036	240	Kyllä	70	0.16
US7a	80	EPS	0.036	240	Kyllä	70	0.16
US7b	80	EPS	0.036	240	Ei	70	0.16
US8	80	Villa	0.036	350	Kyllä	70	0.11
US9	80	EPS	0.036	350	Ei	70	0.11

Taulukko 1.
Diplomityössä tutkitut rakenteet.

Rakennusten lämmöneristysmääräykset kiristyvät 1.1.2010 noin 30 % nykytasoon nähden. Lisäksi vuonna 2012 on tarkoitus kiristää määräyksiä vielä entisestään. Tulevaisuudessa on tarkoitus myös korvata yksittäisten rakenneosien U-arvo vaatimukset koko rakennuksen primäärienergian kulutukseen perustuvilla määräyksillä.

Tässä artikkelissa esitellään eristepaksuuden ja eristetyypin vaikutusta betonisandwich-rakenteiden kosteustekniseen toimintaan. Artikkelin perustuu ensisijassa diplomityöhön, Ormiskangas P. "Betonisandwich- elementin kosteustekninen toiminta paksuilla eristeillä."

TARKASTELLUT RAKENTEET

Betonisandwich -rakenteen lämmöneristyskykyä voidaan parantaa kasvattamalla eristepaksuutta tai käyttämällä parempaa eristettä sekä parantamalla liitosten ilmatiiveyttä. Rakenteen kosteustekninen toiminta on kuitenkin riippuvainen käytetystä eristemateriaalista ja vahvuudesta. Sandwich -rakenteen kosteustekninen toiminta muuttuu hieman eristepaksuuden kasvaessa ja etenkin eristemateriaalin vaihtuessa.

Taulukossa 1 on esitetty diplomityössä tutkitut rakennerratkaisut. Rakenteista US1 edustaa tällä hetkellä yleisesti käytössä olevaa mineraalivillan eristeistä betonisandwich -rakennetta. Rakennetyypit US5, US6 ja US7 edustavat vuoden 2010 alusta voimaan tulevaa määräystasoa. Tyypit US4, US8 ja US9 edustavat lähes passiivitalotasoa.

Eristepaksuuden kasvattaminen aiheuttaa logistisia ongelmia betonisandwich -rakenteille, kun

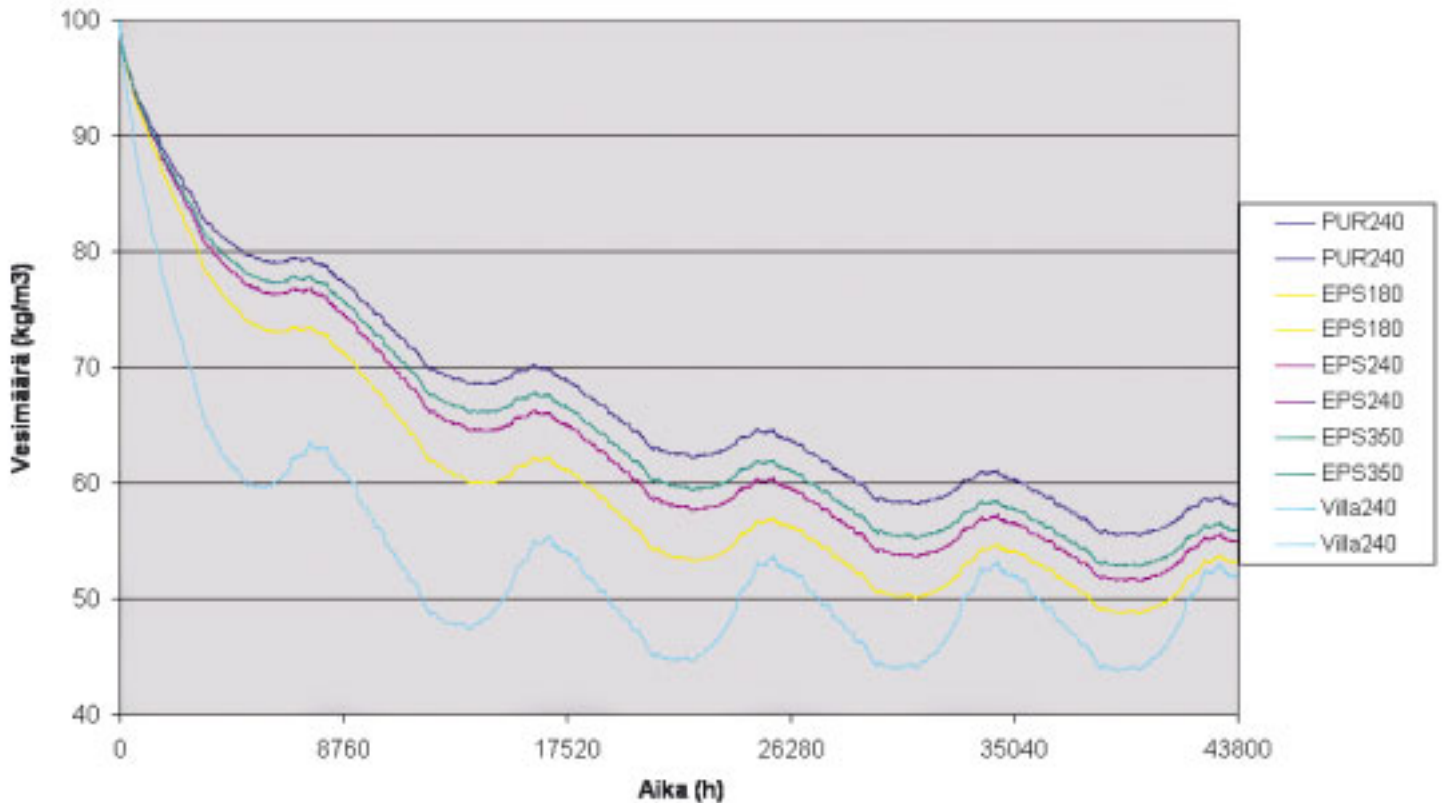
esimerkiksi kuljetuksessa lavalle mahtuu entistä pienempi määrä elementtejä. Eristemateriaalin muuttaminen villasta EPS- tai PUR -eristeeseen taas vaikuttaa rakenteen kosteustekniseen käyttäytymiseen.

Rakenteiden kosteusteknistä toimintaa tutkittiin laskennallisesti mallintamalla rakenteet WUFI:lla sekä Espoon että Karasjoen ilmastossa. Ohjelman rajoituksista johtuen rakenteet mallinnettiin ja tutkittiin tuulettamattomina. Tuulettuville rakenteille tehtiin tuulettamattoman rakenteen tuloksia hyödyntäen erillinen tuulettavuusanalyysi, jolla arvioitiin tuuletuksen tehokkuutta ja vaikutusta rakenteen toimintaan.

Villaeristeillä eristepaksuuden kasvattaminen ei muuttanut sanottavasti rakenteen kosteusteknistä käyttäytymistä. Ulkokuoren keskimääräinen kosteus pitoisuus (kg/m³) oli kaikilla tutkituilla villaeristeillä rakenteilla muutaman kg/m³ sisällä. Eristekerroksen eikä sisäkuoren keskimääräisessä kosteus pitoisuudessa ei havaittu sanottavia eroja villaeristeiden ratkaisujen välillä.

EPS -eristeillä paksunnan eristeen käyttö ei myöskään aiheuttanut merkittävää muutosta ulkokuoren keskimääräiseen kosteus pitoisuuteen. Eristekerroksen keskimääräisessä kosteus pitoisuudessa eroja oli lähinnä talviaikaan, jolloin paksimmat kerrokset pysyivät aavistuksen kuivempina. Erot kuitenkin olivat luokkaa ~0,1 kg/m³. Sisäkuoren keskimääräisessä kosteus pitoisuudessa paksumpi eriste aiheutti korkeamman kosteus pitoisuuden, kuitenkin siten, että kuivemman ja kosteimman välisen ero oli alle n. 7 kg/m³.

Sisäkuoren kosteuksia



1

Kuvassa 1 on esitetty sisäkuoren kuivumista erilaisilla ratkaisuilla. Villaeristeellä BSW -rakenteen sisäkuori kuivuu selvästi nopeimmin. Laskennan alkuehto oli 1.10. Alussa sisäkuoren kosteuspitoisuus oli RH90 (100 kg/m³). 1 vuosi = 8760 h.

PUR -eristeiset rakenteet käyttäytyivät samoin kuin EPS:llä. Sisäkuoren keskimääräinen kosteus oli hieman suurempi kuin paksuimmalla tutkitulla EPS -ratkaisulla, mutta ei merkittävästi. Ulkokuoren keskimääräinen kosteus puolestaan oli aavistuksen pienempi EPS -ratkaisuun verrattuna.

RAKENTEIDEN TUULETUSTARPEESTA

Työssä tutkittiin myös tuuletuksen vaikutusta rakenteiden kosteustekniseen toimintaan. Suurin hyöty tuuleuksesta oli villaeristeisillä ratkaisuilla. EPS - ja PUR -eristeillä tuuletuksen hyöty jäi pienemmäksi, koska tuuletuksuran ympärillä on tiivistä materiaalia, joka ei välttämättä ehdi luovuttamaan kosteutta uritukseen samaa vauhtia kuin ilmavirta pystyisi poistamaan kosteutta. Villaeristeiden tapauksessa suurin hyöty tuuleuksesta oli erityisesti eristekerroksen kosteuspitoisuuden sekä tuomaan lisävarmuutta mahdollisten vesivahinkojen yms. varalle.

Tuuletusurissa aikaansaattavia virtausnopeuksia arvioitiin COMSOL -ohjelmalla tehdyillä malleilla. Näiden tulosten perusteella, huonosti toteutettuna ja suunniteltuna ei urituksen koko kuivatuspotentiaalia saada hyötykäyttöön. Esimerkiksi pienillä putkilla toteutettuna luonnollisessa konvektiossa aikaansaadut virtausnopeudet olivat selvästi pienempiä kuin yhtenäisen tuuletusraon tapauksessa.

Paksuimmilla eristeillä luonnollisesta konvektiossa aiheutuvat virtausnopeudet jäivät ohuempia eristeitä pienemmiksi. Tämä johtuu eristeiden paremman lämmönieristyskyvyn myötä pienentyneestä lämpötilaerosta uran pinnan ja ulkoilman välillä.

YHTEENVETO

Työssä tehtyjen laskelmien perusteella ei eristekerroksen paksuntamisella todettu olevan merkittävää vaikutusta betonisandwich -rakenteen kosteustekniseen käyttäytymiseen. Suurempi vaikutus oli eristetyypin vaihtamisella. Sisäkuoren kuivuminen on paksuilla EPS - ja PUR -eristeillä tekijä, joka tulee ottaa huomioon pinnoitusvaiheessa, etenkin kun sisäpintaan on tarkoitus laittaa tiivis pinta.

Kaikilla julkisivuilla kriittiseksi tekijäksi osoitettiin voimakas viistosade, joka piti rakenteen kosteana läpi tarkastelujakson. Esimerkiksi käytetyssä Espoon ilmastossa läpi laskentajakson oli vuotuinen viistosateen määrä eteläjulkisivulla 249 mm/vuosi. Voimakkaasta viistosateesta johtuen kaikilla tutkituilla rakenteilla ulkokuoren nettokuivuminen jäi vähäiseksi. Syksyn tullen sateet kastelivat ulkokuoren laskentajakson jokaisena vuotena ulkokuoren yhtä kosteaksi, lähes tasolle RH100. Kesäisin kosteus kuitenkin poistui ja vuosittainen minimi pieneni laskennan loppua kohti.

Työssä tarkastellut seinärakenteet on toteutettu bioenergiatutkimuskeskukseen Saarijärvelle ja niistä tullaan mittaamaan muutaman vuoden ajan todellisia kosteuksia ja lämpötiloja.

LÄHDE:

- Ormiskangas P., Betonisandwich -elementin kosteustekninen toiminta paksuilla eristeillä. Diplomityö TTY. 2009.

HYGRO-TECHNICAL PERFORMANCE OF PRECAST CONCRETE SANDWICH PANELS

The regulatory thermal insulation requirements for buildings will be increased by ca. 30% over the current level as of 1 January 2010. Moreover, in 2012 the requirements will be increased further according to plans. The U value requirements of individual structural parts are also to be replaced in the future by regulations based on the primary energy consumption of the whole building.

A recent study investigated how the increase in the thickness of the insulation layer resulting from the new thermal insulation requirements will affect the hygro-technical performance of precast sandwich panels.

The calculations showed that the increase in the thickness of the insulation layer will not affect the hygro-technical performance of concrete sandwich structures to any significant extent. The replacement of the insulation type had more effect. When thick EPS and PUR insulation layers are used, the curing of the internal shell becomes a factor, which needs to be taken into account at the coating stage, particularly if a tight coating is to be used on the internal shell.

For all façades the most critical source of moisture proved to be strong driving rain, which kept the structure humid throughout the analysis period. The annual amount of driving rain in Espoo, for example, was 249 mm/year on the south elevation. The strong driving rain resulted in deficient net drying of the external shell in all the studied structures. In the autumn, the external shell was made equally wet by rainwater every year, up to almost RH100. Summer weather eliminated the humidity, however, and the annual minimum decreased toward the end of the calculation period.