



Kapasitiivisten kosteusantureiden käyttäytyminen betoniseiniä kuivumisen seurannassa

Tutkimuksen perusteella on suositeltavaa käyttää pistemäisiä lyhytaikaisia porareikämittauksia betonin kuivumisen seurannassa jatkuvien putkimittausten sijaan. Mikäli jatkuvatoimisia mittauksia halutaan käyttää suositellaan mittapäiden asennusta vasta, kun rakenteen lämpötila voidaan pitää mahdollisimman vakiona.

Tausta ja tavoitteet

Paikalla valettujen pinnoitettavien betonirakenteiden kuivumisen arviointi on kriittinen osa rakennusvaihetta. Kuivumisajoilla on merkittävä vaikutus rakennusaikatauluihin, sillä pitkittyvä kuivuminen viivästyttää rakennusvaiheen valmistumista, mutta toisaalta rakenteen riittävä kuivuminen ennen pinnoitusta on varmistettava. Tampereen teknillisellä yliopistolla tutkittiin aiemmin betoniseiniä kuivumista (Korhonen 2018) osana COMBI-hanketta. Tutkimuksessa seurattiin valettujen seinärakenteiden kuivumista kapasitiivisilla kosteusantureilla valumuottiin asennetuista mittausputkista jatkuvatoimisine mittauksina. Tutkimuksen aikana mittausputkissa havaittiin epäohdonmukaisia ilmiöitä, jotka herättivät epäilyjä mittausputkien luotettavuudesta. Korkeissa kosteuspitoisuuksissa tehdyissä jatkuvatoimisine mittauksissa antureista saatavien lukemien havaittiin sisältävän virhettä jopa yli 10 % RH.

Aiemmassa tutkimuksessa havaittujen ongelmien vuoksi tässä tutkimuksessa keskitytään tarkastelemaan kapasitiivisten kosteusantureiden käyttäytymistä saman kaltaisissa koejärjestelyissä. Tavoitteena on selvittää kapasitiivisten kosteusantureiden käyttäytymistä betoniseiniä kuivumisen seurannassa vertailemalla rinnakkain kahden eri tunnetun laitevalmistajan mittapäitä ja näiden eri suodatinvaihtoehtoja. Tutkimuksessa vertaillaan keskenään aiemmassa tutkimuksessa käytettyä Rotronic HC2-S mittapäätä polyeteenisuodattimella (PE) ja teflonsuodattimella (PTFE), Vaisalan HMP110 mittapäätä teflonsuodattimella (PTFE) ja sintratulla teräsuodattimella (S) sekä Vaisalan vanhempia HMP230 sekä HMP44 mittapäitä vakiosuodattimilla. Mittapäät kalibroitiin huolellisesti neljän referenssikosteuden perusteella suolaliuosten avulla. Kokeiden aikana tehtiin tarkistusmittauksia vähintään kahden referenssikosteuden perusteella ja tarvittaessa vaihdettiin virhemarginaalin ylittänyt mittapäät kalibroituun yksilöön.

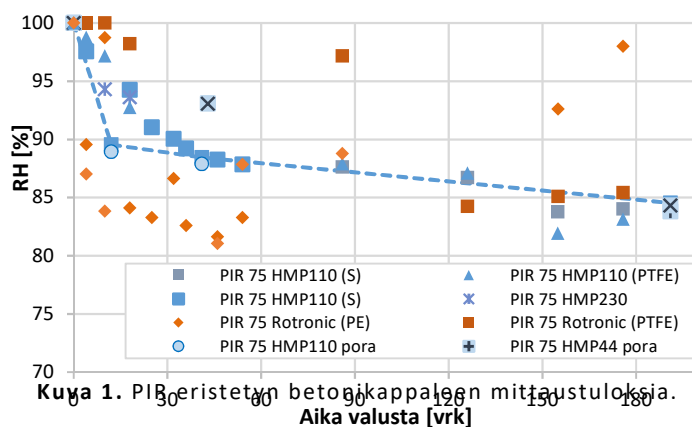
Betonirakenteiden sisäkuorielementtien betonikuoren kerrospaksuus oli 150 mm. Kukin koekappale oli eristetty toiselta puolelta joko 150 mm PIR-, 200 mm EPS- tai 205 mm mineraalivillaeristelevyllä. Jokaista eristetyypistä kohti oli kaksi koeseinää. Toisen kosteutta mitattiin valuuun asennetuista mittausputkista sekä porareikämittauksilla yhden reiän perusteella. Toisen koeseinän kosteutta mitattiin porareikämittauksilla 2–3 reiän perusteella. Porareikämittaukset tehtiin Vaisala HMP110 mittapäillä ja niitä käytettiin tutkimuksessa referenssinä, koska kyseistä mittausmenetelmää (RT 14-10984) ja mittapäätä käytetään laajasti kentällä. Mittausputkista mitattiin suhteelliset kosteudet aluksi pistemäisesti enintään 60 min tasaantumisajalla. Betonin huokosilman mitatun suhteellisen kosteuden pudottua alle 90 % RH suoritettiin kaksi noin kuukauden kestoista jatkuvien mittausjaksoa.

Tulokset ja johtopäätökset

Tutkimuksen perusteella betonin huokosilman suhteellisen kosteuden luotettava mittaaminen jatkuvatoimisesti yli 90 % RH kosteassa betonissa kapasitiivisilla kosteusantureilla on vaikeaa ja mittaus tulokset voivat sisältää merkittäviä virheitä (kuva 1). Betonin kuivuttua alle 90 % RH

mittaustulosten hajonta alkoi tiivistyä lähelle porareikä-mittausten referenssikäyrää. Mittapoikkeamaa aiheuttaa mittalaitteen lisäksi käytetty tasaantumisaika sekä mittausten menetelmä ja mittauksen suoritus. Tulosten perusteella valuu asennettujen mittauspötkien käyttäminen lisää mittauksen virhetekijöitä. Yleisesti porareikämittauksen virhetekijöitä on esitelty tarkemmin ohjekortissa RT 14-10984.

Porareikämittauksiin verrattuna Vaisala HMP110 antoi valuu asennettavista putkista samankaltaisimmat mittaustulokset. Eniten poikkeamaa oli mittausten alkuvaiheessa (< 30 vrk). Rotronic HC2-S mittapään peräkkäiset mittaustulokset sisälsivät enemmän hajontaa sekä virheellisiä mittaustuloksia. Nyt verrattiin edellisissä tutkimuksissa (Korhonen 2018)



käytössä olleita Rotroniceja uusiin Vaisala HMP110 mittapäihin. Todetut poikkeamat eivät kuitenkaan selity laitteiden käyttöiällä, koska mitattujen kosteuskäytöiden epäohdonmukainen nousu korkeissa kosteuspitoisuuksissa havaittiin Rotronicin kohdalla myös edellisessä tutkimuksessa, kun mittapäät olivat uusia. Aiempien käyttökokemusten perusteella Rotronic HC2-S soveltuu kuitenkin hyvin muihin käyttötarkoituksiin. Epäohdonmukainen hajonta mittaustuloksissa liittyy todennäköisimmin hyvin kosteaan alkaliseen betoniin ja anturissa tapahtuvaan kondenssiin mikä on yleinen ongelma kapasitiivisilla antureilla mitattaessa korkeita kosteuksia. Ongelma korostuu erityisesti tehtäessä mittauksia muuttuvissa lämpöolosuhteissa esimerkiksi rakennustyömailla.

Jatkuvatoimisten mittausten hyöty suhteessa luotettavuuteen tutkitulla betonilaadulla on kyseenalaista. Alkuvaiheessa mittaustulokset ja riski kondenssille on suuri ja alkuvaiheen jälkeen kuivuminen on niin hidasta, että mittalaitteiden ryömiminen ylöspäin pahimmillaan kumoaa samaan aikaan tapahtuneen kuivumisen. Porareikämittauksissa mitataan esiin poratun betonipinnan kautta haihtuvaa kosteutta tarkasteluhetkellä, eikä tällöin tarvittavalla lyhyemmällä tasaantumisaikalla korkea kosteus niin helposti aiheuta virheellisiä mittaustuloksia, ja anturiin tapahtuvan kondenssin riski on pienempi. Tutkimuksen perusteella on suositeltavaa käyttää pistemäisiä lyhytaikaisia porareikämittauksia betonin kuivumisen seurannassa jatkuvien putkimittausten sijaan. Mikäli jatkuvatoimisia mittauksia halutaan käyttää, suositellaan mittapäiden asennusta vasta, kun rakenteen lämpötila voidaan pitää mahdollisimman vakiona.

Lisätietoja ja yhteydenotot

Raunima, T. **Kapasitiivisten kosteusantureiden käyttäytyminen betoniseinien ja kipsivalulattien kuivumisen seurannassa.** Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto, rakennustekniikan laitos. Kesken.

Korhonen, L. 2018. **Solumuovieristettyjen betonielementtien kuivumistarkastelut.** Diplomityö.

Tampereen teknillinen yliopisto, rakennustekniikan laitos. 86 s. + 11 liite. Saatavilla:

<http://urn.fi/URN:NBN:fi:ttty-201805091631>

Tutkimusapulainen Tuomas Raunima (tuomas.raunima@tuni.fi)

Tohtorikoulutettava Pauli Sekki (pauli.sekki@tuni.fi)