



Tilaja Vantaan Kaupunki
Tilakeskus
Juha Vuorenmaa
Kielotie 13
01300 Vantaa

Kohde **Vierumäen Koulu**
Saviontie 9
01450 Vantaa

Lausunnon antaja DI Sami Niemi
Humi-Group Oy
Lepolantie 70, 00660 Helsinki
Puh. 09-2727160 tai 050-5967904
Faksi 09-27271650
VTT:n sertifioima rakenteiden kosteudenmittaaja
pätevyitynyt kosteudenmittaaja (PKM)

Tehtävä Analysoida Humi-Group Oy:n raportissa **r060207** esitettyjä kosteusmittaustuloksia ajalta 10.2 – 13.2.2006, koska em. raportin nopea tarve ei mahdollistanut perusteellisempaa tulosten tarkastelua raportin yhteydessä.

Tuloksia on analysoitu suullisesti lausunnon tilaajan koollekutsumassa kokouksessa 23.3.2006, jossa oli läsnä koulun edustajia, Vantaan Kaupungin terveystarkastajia ja Vantaan Kaupungin tilakeskuksen edustajia.

Mittausmenetelmät ja mittaustarkkuus

Raportin liitteinä 1 ja 2 toimitetuissa mittausmenetelmäkuvauksissa on kuvattu rakennekosteusmittausmenetelmät (muovimaton alapuolisen suhteellisen kosteuspitoisuuden mittaus viiltomittausmenettelyllä ja rakenteen kosteusjakauman määrittäminen porareikämittauksella).

Mittauksissa käytetyt mittapäät oli kalibroitu tammikuussa 2006 mittausmenetelmäliitteissä kuvatulla Humi-Group Oy:n jäljitettävällä kalibrintilaitteistolla, joten kalibroinneista mittaushetken mittapäiden näyttämämuutos kalibrintikertojen välisen pitkäaikaisen näyttämämuutosseurannan perusteella oli suurella todennäköisyydellä korkeintaan 1 RH-yksikköä.

Koulun viikonloppukäytön vuoksi porrashuoneen ja pukuhuoneen mittapisteisiin mittapäitä ei voitu asentaa heti porausten jälkeen 10.2.2006 kuten tehtiin hammashoitolassa ja kuraattori/ psykologin huoneessa. 3 vrk mittausputkissa olleet mittapäät olivat täysin tasaantuneet mittausputken pohjan syvyydellä vallitsevaan kosteuspitoisuuteen. 13.2.2006 asennetuista mittapäistä lukemat luettiin mittapäiden tasaannuttua mittausputkiin tiivistettyinä 1 tunnin. Tällöin käytetyillä Vaisala Oy:n valmistamilla HMP44 mittapäillä mitattu suhteellinen kosteuspitoisuus oli korkeintaan 2 RH yksikköä todellista alhaisempi. Vastaavaan tarkkuuteen päästiin Vaisala Oy:n valmistamilla HMP42 mittapäillä viiltomittauksissa käytetyllä 15 minuutin tasaantumisajalla.

Porareikämittaukset tehtiin keskimäärin 2 vrk ja 17 tuntia porausten jälkeen. Tässä ajassa porauksen vaikutus normaalilujuksiseen betoniin poratussa reiässä vallitsevaan kosteuspitoisuuteen oli varmuudella poistunut kokonaan. Viiltomittauksessa ei poikkeuteta rakenteessa vallitsevaa kosteusjakaumaa kuten porareikien tekemiseen käytettävässä iskuporauksessa. Tästä syystä viiltomittaukset voidaan tehdä heti maton aukaisun jälkeen.

Mittaustarkkuuteen vaikuttaa oleellisesti rakenteen ja yläpuolisen ilman välinen lämpötilaero. Raportin tulostaulukon selitetekstissä mainitusti läheltä lattiapintaa tehtyjen mittausten ja lattiapinnalta mitattujen lämpötilojen välinen ero oli ns. virherajan alapuolella (2 °C). Em. lämpötilaero vaihteli välillä 0,1 °C ... 1,5 °C, joten rakenteiden voidaan olettaa olleen hyvin siinä lämpötilassa, johon ne olivat talven aikana viilentyneet.

Edellä esitetyin perustein rakennekosteusmittausten mittaustarkkuudeksi saadaan virhetekijöiden yhteenlaskulla: Mittapään kalibrintitason muutos ($\pm 1 \%RH$) + mittapään tasaantumisaika (- 2 %RH) + porauksen vaikutus (0 %RH) + lämpötilaero (0 %RH), eli maksimimittausvirhe oli - 3 ... - 2 %RH. Näin olleen rakennekosteusmittausten mittaustarkkuutta voidaan pitää selvitetäviin ilmiöihin nähden riittävänä.

Pintakosteusmittaukset ovat luonteeltaan suuntaa antavia. Eri kohtien välistä kosteuspitoisuuseroa voidaan samalla mittalaitteella saman mittaajan toimesta yhden päivän aikana arvioida kuitenkin varsin hyvin. Näyttämäerojen vaikutusta todellisiin kosteuspitoisuuksiin voidaan kuitenkin arvioida vasta em. havaintojen perusteella kohdistetuilla rakennekosteusmittauksilla.

Rakennekosteusmittauslaajuus

Raportin 1. sivulla on listattu kaikki tutkitut tilat. Tarkastelut aloitettiin B-osan päädyistä, koska sieltä oli muiden mittaajien toimesta dokumentoitu pintakosteusnäyttämäeroja ja tehty eniten mikrobimäärityksiä materiaalinäytteistä.

Kyseisellä alueella tehtyjen pintakosteusmittausnäyttämien ja muovimaton alapuolisten suhteellisten kosteuspitoisuuksien vertailujen perusteella tehtiin 10.2.2006 varma havainto, että lattiapäällysteet olivat liian kostealla alustalla vain porrashuoneen 105 portaiden edustalla. Tällä perusteella opetustilojen 110 ja 113 ainoaksi viiltomittauskohdaksi valittiin mittauskohda nro 13 molempien huoneiden yhteiselle korkeimpien pintakosteusnäyttämien alueelle.

Porareikämittaukset keskitettiin myös B-osan pätyyn. Em. alueelta useasta kohdasta mitattujen kosteusjakaumien ja maton alapuolisten kosteuspitoisuuksien välisen korrelaation perusteella ei katsottu tarpeelliseksi suositella lisämittauksia esimerkiksi mittapisteen 13 edustamalle alueelle.

Seinien pintakosteusnäyttämät eivät olleet oleellisen korkeita edes ainoassa maalinhilseilykohdassa hammashoitolan porrashuoneen vastaisessa ulkonurkassa. Jo tästä voitiin päätellä, että hilseilyn aiheuttaja on suurella todennäköisyydellä kosteaksi jäänyt kantava betoniseinä, eikä kyse ole enää rakenteen kastumisesta alhaaltapäin imeytyvästä kosteudesta. Kahteen kohtaan seinään lattiapinnan ala- ja yläpuolelle tehtyjen porareikämittausten perusteella asiaan saatiin varmistus, joten raportissa ei suositeltu lisämittauksia.

Näin ollen ollen tutkimusten nopeasta aikataulusta huolimatta kaikilla tarkastelluilla alueilla päästiin suurella todennäköisyydellä riittävään mittaussotantaan hyvällä pintakosteusmittausten ja rakennekosteusmittausten yhteensovittamisella.

Rakenteista mitatut kosteuspitoisuudet ja niiden vaikutus rakenteille

Kohteen ryömintätilalliset alapohjat on uusittu noin vuosi ennen mittauksia valmistuneessa peruskorjauksessa kokonaan. Käytetty rakenneratkaisu, jossa profiilipellin päälle on valettu runkobetoni ja lämmöneristeen päälle on valettu pintabetoni, ei pääse kuivumaan lainkaan alaspäin. Lattianpäällysteenä käytetty muovimatto on melko tiivis, mistä syystä kosteuden siirtyminen maton läpi huonetilaan on varsin hidasta.

Heti betonivalun jälkeen betonin suhteellinen kosteuspitoisuus on aina 100 %RH. Normaaleissa rakentamisaikatauluissa betoni ei ehdi kuivumaan lähellekään tasapainoa normaalin huoneilman kosteuden kanssa. Tästä syystä rakentamisen aikana on huolehdittava siitä, että rakenne kuivuu riittävästi ennen seuraavien työvaiheiden aloittamista.

Runkolaatan kosteuspitoisuudelle ennen eristeasennusta ei ole virallisia ohjeita, mutta yleisesti suositellaan, että betonin tulee olla kuivunut yläosiltaan alle 90 %:n suhteelliseen kosteuspitoisuuteen, jotta eristetilan kosteuspitoisuus ei olisi ainakaan yli vuotta yli 90 RH%:n tasolla. Tämä on suositeltavaa, vaikka eriste ja betoni sietäisivätkin selvästi korkeampiakin kosteuspitoisuuksia, koska on mahdollisesta, että eristetilaan jää jonnekin pieniä määriä orgaanisia epäpuhtauksia, jotka saattaisivat mikrobivaurioitua hyvin korkeissa kosteuspitoisuuksissa.

Kohteessa käytetylle muovimatolle päällystyskosteusraja-arvo on todennäköisesti ollut 85...90 %RH määritettynä syvyydellä 0,4 x pintabetonin paksuus. Ennen päällystystä lähempänä pintaa suhteellinen kosteuspitoisuus on ollut alhaisempi ja syvemmällä korkeampi, eli rakenteessa on ollut selkeä kosteusjakauma. Päällystämisen jälkeen betonipinnan kosteus maton alla nousee maton tiiviiden ja liimasta betonin pintaan imeytyneen kosteuden vaikutuksesta. Pintaosien kosteuspitoisuutta lisää myös betonipintaan levitetyt tasoitteet. Mattoasennuksen jälkeen kosteusjakauma tasoittuu ja maton alapuolinen kosteuspitoisuus nousee kuukauden kuluessa päällystyksestä korkeintaan em. 0,4 x laatan paksuus mitatulla syvyydellä vallinneeseen kosteuspitoisuuteen. Syvemmällä kosteuspitoisuus nousee myös. Lattiapäällysteen toiminnan kannalta oleellista on kuitenkin vain se, että maton alapuolinen kosteuspitoisuus pysyy niin alhaisena, että matto tai sen kiinnittämiseen käytetty liima eivät joudu sietokykyään korkeampaan kosteuspitoisuuteen. Koska muovimatto läpäisee aina jonkin verran vesihöyryä, on syvemmällä betonissa aina jonkin verran kosteampaa mikä on tyypillinen päällystetyn betonirakenteen kosteustekninen ominaisuus.

Ensimmäisen vuoden aikana muovimaton alapuolinen kosteuspitoisuus alenee kohteen rakenteessa todennäköisesti korkeintaan 5 RH-yksikköä, joten päällystyshetkellä rakenne on raportin tulosten tarkastelukappaleen ensimmäisen lauseen mukaisesti ollut riittävän kuiva. Poikkeuksen tähän tekee portaiden edusta porrashuoneessa 105, jossa ylipaksu tasoite oli jäänyt märäksi ennen mattoasennusta. Tuollakin alueella rakenne syvemmällä on likimain samassa kosteustasossa kuin muut tarkastellut kohdat.

Muovimaton alapuolinen kosteuspitoisuus on siis ollut koko ajan riittävän alhainen, minkä osoittaa myös avauskohdissa todettu maton hyvä tartunta alustaansa ja moitteeton aistinvaraisesti arvioitu kunto. Syvemmällä betonissa kosteuspitoisuus voi olla huomattavasti korkeampikin aiheuttamatta minkäänlaisia ongelmia päällysteelle. Sama pätee seinärakenteisiin. Oleellista on vain maalipinnan takana oleva kosteuspitoisuus, joka heti lattiapinnan yläpuolella oli kosteamman mittauskohdan 2 cm:n mittaustuloksen perusteella mittaushetkellä korkeintaan 60 %RH. Lattiapinnan alapuolella kosteuspitoisuus oli korkeampi, mutta osoittaa selvästi sen, että ainakaan enää maaperän/ ryömintätilan kosteus ei nouse haitallisesti rakenteisiin.

Mikäli eristetilasta on ilmayhteys huone- tai ryömintätilaan, pääsee eristetilä tuulettumaan reunoiltaan. Tätä voidaan arvioida lämpötilan ja suhteellisen kosteuspitoisuuden perusteella laskettavalla ilman vesihöyrynsisällöllä. Em. suureen perusteella tarkasteltuna kaikissa mittauskohdissa eristetilassa on vähemmän vesihöyryä kuin pintabetonissa osoittaen eristetilan tuulettumisen. Tämän myötä runkobetoni on kuivunut kohtuullisesti ensimmäisen käyttövuoden aikana.

Tämän ansiosta lattioiden ja seinien yhtymäkohdat voidaan nyt tiivistää hallitsemattomien ilmavirtausten ehkäisemiseksi. Näin voidaan ehkäistä epäpuhtauksien kulkeutumista esimerkiksi ryömintätilan alapuolisesta maaperästä huonetiloihin, mikä on raportin r060207 viimeisellä sivulla mainittu kohteen sisäilmaongelmien todennäköisimmäksi ja oleellisimmaksi aiheuttajaksi. Ongelmien aiheuttaja ei siis ole rakenteiden liian korkea kosteuspitoisuus.

Tiivistämisen vuoksi eristetilan kosteuspitoisuus nousee jonkin verran, mutta suurella todennäköisyydellä kosteuspitoisuus ei nouse missään suhteessa haitallisen korkeaksi. Kosteuspitoisuuden nousu johtuu siitä, että kosteusjakauma tasoittuu eristetilan sivusuuntaisen kosteudensiirtymisen estyessä. Eristetilään tehdyistä porarei'istä ei tehty mikrobivaurioihin viittaavia hajuja. Tämä ja mitatut kosteuspitoisuudet osoittavat myös eristetilöiden kosteuspitoisuuden pysyneen koko ajan riittävän alhaisena.

Mittaukset tehtiin loppupalvesta, jolloin lattiarakenne oli varsin viileä: pintabetonin yläosa oli lämpötilassa 15 – 17 °C ja runkobetonin yläosa lämmöneristeen alapuolella oli noin 10 asteen lämpötilassa. Lämpötilan noustessa eristetilän ja maton alapuolisen ilmatilan suhteellinen kosteuspitoisuus laskee. Betonin huokosilman suhteellinen kosteuspitoisuus puolestaan yleensä nousee lämpötilan noustessa, koska betonihuokosten seinämistä irtoaa vesimolekyylejä huokosilmaan. Näin ollen kesällä kosteusherkkiin materiaaleihin kohdistuva kosteusrasitus ei todennäköisesti ole ainakaan oleellisesti suurempi kuin mittausten tekohetkellä huolimatta siitä, että mittaukset tehtiin talvella, jolloin ulko- ja sisäilma on erittäin kuivaa.

Helsingissä 21.4.2006
Humi-Group Oy

Sami Niemi
tutkimuspäällikkö