

BETONIRAKENTEIDEN PÄÄLLYSTETTÄVYYDEN ARVIOINTI KUNTOON

Sami Niemi, diplomi-insinööri
Tutkimus- ja kehityspäällikkö, Humi Group Oy

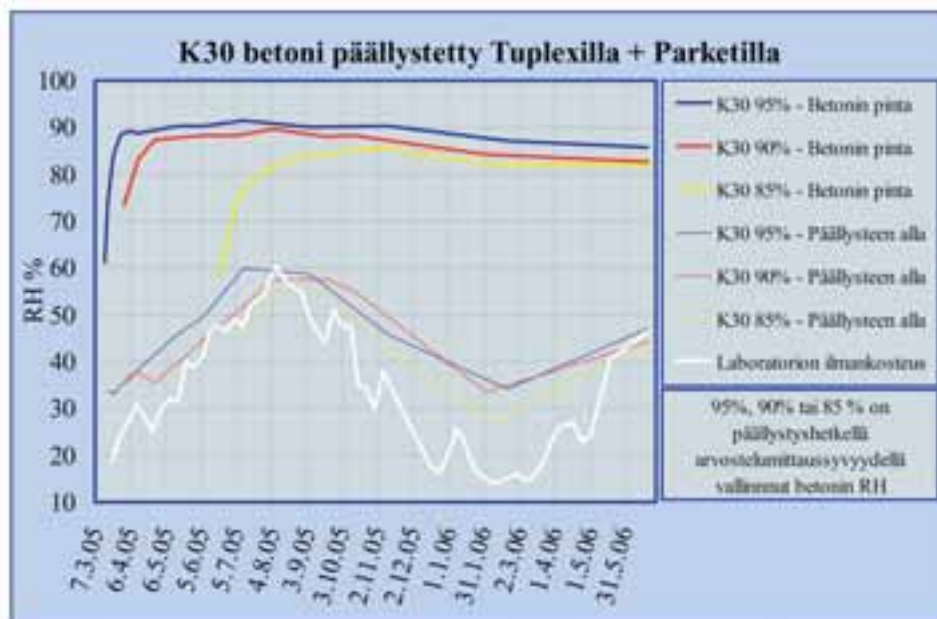
BETONIRAKENTEIDEN PÄÄLLYSTÄMISEN OHJEISTUS-PROJEKTI – BEPO

Betonin kosteus on viime vuosina ollut kovasti keskustelua ja joskus jopa tunteita herättävä aihe. Erityistä huomiota ovat saaneet osakseen betonin kuivumisnopeus, kosteusraja-arvot sekä kosteudenmittaus. Betonin kuivumisesta on viimeisen kymmenen vuoden aikana tutkittu laajalti mm. Suomessa ja Ruotsissa ja kuivumisnopeuteen vaikuttavat tekijät ovat hyvin tiedossa. Kuivumistutkimusten ohella myös tietämys erilaisista kosteusmittausmenetelmistä sekä erityisesti niiden mahdollisista virhetekijöistä on lisääntynyt merkittävästi.

Tutkimustyön tulosten seurauksena betonin kosteusmittausta on alettu ohjeistaa ja esimerkiksi hyvää rakentamistapaa kuvaavassa SisäRYL 2000 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset – julkaisussa ohjeena on, että betonialustan kosteus ennen päällystystyöhön ryhtymistä mitataan suhteellisen kosteutenä. Betonin suhteellisen kosteuden mittauksesta on julkaistu mm. RT-ohjekortti

Ohjeistuksesta huolimatta tilanne ”kentällä” on edelleen villiä. Mittauksia tehdään mm. päällystettävyyssuhteusmittauksiin täysin soveltumattomilla pintakosteudenosoittimilla, karbidimittarilla sekä esimerkiksi kalibroimattomilla suhteellisen kosteuden mittapöydillä ottamatta lainkaan huomioon mittaukseen liittyviä lukuisia epävarmuustekijöitä. Kosteusmittaukseen liittyvien tutkimusten perusteella suhteellisen kosteuden mittaamiseen liittyvät ohjeet ovat viime vuosina muuttuneet merkittävästi. Muutos on aiheuttanut harhavaikutelman, että nykybetonit kuivuvat huomattavasti hitaammin kuin ennen, vaikka näin ei suinkaan ole tapahtunut. Esimerkiksi mittaamalla betonilattiarakenteen suhteellista kosteutta 1980-luvulla julkaistujen ohjeiden mukaisesti, voidaan suhteellisen kosteuden arvoksi saada esimerkiksi 70 %, kun nykyohjeiden mukaan mitattaessa tulokseksi voidaan saada yli 90 % suhteellista kosteutta.

Mittaustapa on siis muuttunut huomattavasti viime vuosina, mutta kosteusraja-arvot ovat pysyneet suurin piirtein samoina. Vaikka onkin näyttänyt siltä, ettei juuri kukaan tiedä, mistä kyseiset raja-arvot ovat tulleet ja mihin ne perustuvat, niistä on haluttu pitää ”kynsin hampain” kiinni. Lisäksi eri julkaisuissa on hyvinkin paljon toisistaan eroavia arvoja. Esimerkiksi mosaiikkiparketin edellyttämät betonin suhteellisen kosteuden raja-arvojen vaihteluväli on 60-85 % julkaisusta riippuen. Nykyisiä mitausohjeita käyttäen normaalista betonista valetun välipohjan kuivuminen 60 % suhteelliseen kosteuteen voi kestää pitkälti toista vuotta hyvissäkin olosuhteissa. Aiemmin yleisesti käytössä olleella karbidimittarilla kyseinen raja-arvo on voitu saavuttaa jo muutamassa kuukaudessa, kun rakenteen pintaosat ovat kuivuneet. Kyse ei siis olekaan välttämät-



1

tä siitä, että nykyiset betonit kuivuisivat huomattavasti hitaammin kuin ennen.

Betonirakenteiden päällystämiseen liittyvät useat tutkimusprojektit ovat osoittaneet, että kosteusmittauksen kehittymisen myötä olemassa olevat kosteusraja-arvot vaativat tarkennusta. Syksyllä 2004 käynnistyneen ”Betonilattioiden päällystämisen ohjeistus” eli BePo -projektin yhtenä tavoitteena oli saada aikaan yhtenäiset, eri osapuolten hyväksymät, ohjeet betonilattioiden päällystämiseksi. Projektin vetovastuu oli Humi-Group Oy:llä, mutta hankkeeseen osallistui suuri joukko tavalla tai toisella betonilattioiden päällystämisen kanssa tekemisissä olevia yrityksiä ja yhteisöjä. Koska hankkeessa oli mukana päällystämisen problematiikan kannalta eri osapuolia, kuten materiaalivalmistajia, rakennusurakoitsijoita, lattianpäällystysurakoitsijoita ja rakennuttajia, kokouksissa ja työryhmissä käytiin hyvin hedelmällisiä keskusteluja. Ne autoivat näkemään ja ymmärtämään monia asioita eri näkökulmista.

Projektissa toteutettiin olemassa olevan tiedon koonti. Lisäksi tiettyjen seikkojen varmistamiseksi tehtiin mittavat laboratoriotestit, joissa tutkimusaiheina olivat: Eri lattianpäällysteiden alle päällystämisen jälkeen eri lähtökosteuspitoisuuksilla kehittyvät kosteuskäyrät; Eri laisten puupohjaisten päällysteiden kosteuskäyrät; Vedeneristeiden ja laattojen tartuntavetolujuuden riippuvuus betonin lähtökosteuspitoisuudesta; Kahden elementiteollisuuden betonimassan ja kolmen valmisbetoniteollisuuden betonimassan kuivumisen ja kutistumisen välisen yhteyden selvittäminen sekä betonipinnan turpoamisen määrittely erilaisissa päällystystapauksissa.

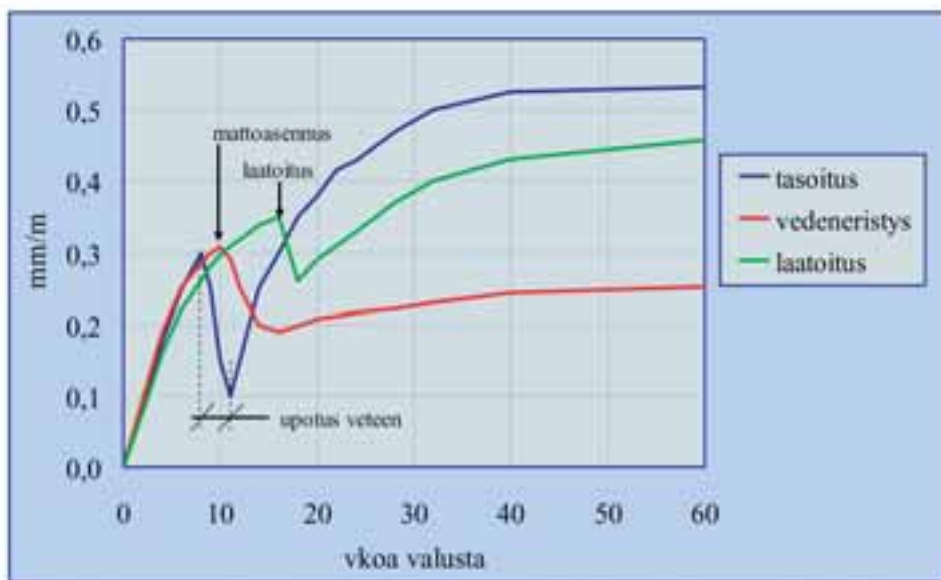
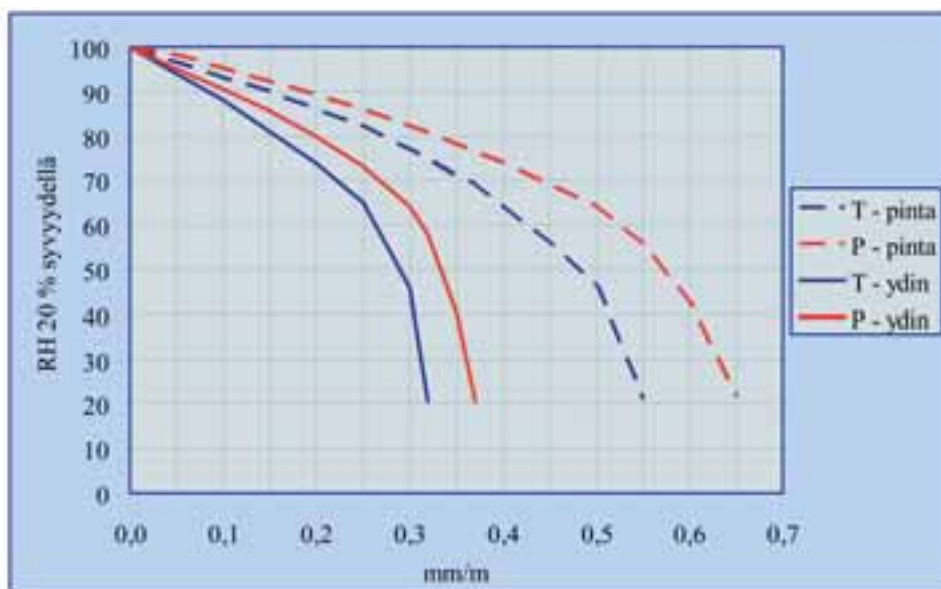
Projektijulkaisu ja uusi päällystettävyydenarviointiohjeisto ovat tällä hetkellä viimeistelyvaiheessa. Uusi ohje pyritään saamaan mahdollisimman laajaan käyttöön, jotta siitä voidaan käyttökokemusten perusteella jalostaa uudet kaikkien osapuolien hyväksymät viranomaisohjeet.

PROJEKTIN MERKITTÄVIMMÄT TULOKSET

Betonissa päällystysketkellä vallitsevalla kosteuspitoisuudella on hyvin vähäinen vaikutus nykykaisten alusmateriaalien päälle uiviksi asennettävien parkettien ja laminaattien kosteusrasituksiin. Betonin riittävän kuivatuksen merkitys onkin tässä tapauksessa lähinnä alusmateriaalin alle kehittyvän kosteuspitoisuuden rajoittamisessa. Tällä on merkitystä tasoitteille ja mahdollisille alusmateriaalin alle jääville epäpuhtauksille ja niiden kosteusvaurioitumiselle, kuten kuvasta 1 näkyy.

1

Iivan parketin asennus eri alustabetonin kosteuspitoisuuksissa. Alusmateriaalin alle muodostuva kosteuspitoisuus noudattaa hyvin vanhaa teoriaa, eli likimäärin arvostelumittausvyödyltä mitattu suhteellinen kosteuspitoisuus (RH) tasaantuu päällystämisen jälkeen alusmateriaalin alle. Päällystämisen jälkeen betoni kuivuu hitaasti alusmateriaalin läpi. Koska alusmateriaalin vesihöyrynläpäisykyky on merkittävästi pienempi kuin parketin ja lakan ei päällysteen alapuolinen kosteuspitoisuus nouse juurikaan ilmankosteutta korkeammaksi. Ainoastaan talven kuivimpana ajanjaksona parketin alapuolinen kosteuspitoisuus on 10-15 RH-yksikköä ilmankosteutta korkeampi kuitenkin siten, että betonin lähtökosteuspitoisuuden vaikutus on hyvin pieni.



2

Esimerkki elementtiteollisuuden tasomassan ja patterimassan kutistuskäyttäytymisestä, kun betonit pääsevät kuivumaan hyvin kuiviksi. Käytännön rakenteissa kuivuminen harvoin etenee alle 50 RH%:n tason. Kuvasta nähdään, että em. kosteustason jälkeen tapahtuva kutistuminen on varsin pientä. Kyseisillä massoilla rakenteen ydin kutistuu hitaammin ja vähemmän kuin pinta. Kaikilla tutkimuksessa mukana olleilla valmisbetoneilla ytimen ja pinnan välinen kutistumisoero oli kuvassa näkyvää pienempää, joskin kutistuminen oli kokonaismäärältään hieman elementtibetoneita suurempaa. Eri betonilaaduille määritetyt kuivumistilanteen kutistumismääriä voidaan hyödyntää arvioitaessa päällystämisen jälkeen tapahtuvia jäännöskutistumia esimerkiksi pintarakennejärjestelmältä vaadittavan muodonmuutoksen määrittämiseksi.

3

Erityyppisten betonipintaan kohdistuvien toimenpiteiden vaikutukset betonipinnan kutistumiseen, kun rakenne normaaleissa huoneilman olosuhteissa. Tasoitus kostuttaa betonipintaa. Kuvassa näkyvä paksuhkon tasoituksen vaikutus on havainnollistettu pienillä koekappaleilla, jotka upotettiin veteen 8 viikon kuivumisen jälkeen 2 viikoksi. Laatoituksen ja vedeneristysten vaikutusta on havainnollistettu suurilla rakennekoekappaleilla. Kuvan laatoitustapauksessa laatoitus tehtiin ilman primeria, reilulla kiinnityslaastipaksuudella levein saumoin. Näin työvaiheen alustaa kasteleva vaikutus oli maksimissaan ja betonin kuivuminen päällystämisen jälkeen oli mahdollisimman nopeata. Kaikki vedeneristeet läpäisevät jonkin verran vesihöyryä, joten betoni jatkaa kuivumistaan vedeneristeen läpi. Alussa betonipinnan kosteuspuitoisuus nousee kuten kokeessa käytetyn julkisen tilan muovimatton alla on todettu. Tästä aiheutuu betonipinnan lievää turpoamista. Vedeneristetyt betonirakenteen kutistuminen on vedeneristysten jälkeen hyvin hidasta mikä osaltaan selittää laattojen kiinnipysyvyyden yleistä parantumista nestemäisten vedeneristeiden laajamittaisen käyttöönoton jälkeen. Oleellista on kuitenkin havaita, että mikäli betonipinta kostutetaan juuri ennen laatoitusta, betonin kuivattamisella saavutettu kutistuminen saatetaan menettää lähes kokonaan ja laattojen kiinnipysyvyys voi vaarantua, koska laattojen kiinnitysaineelta vaadittava muodonmuutoskyky saatetaan aliarvioida

Ohjeessa tuodaan selvästi esille se, että puupohjaisten päällysteiden asennuskosteuspitoisuudella on oleellinen merkitys päällysteiden kosteusliikkeisiin. Ohjeessa annetaan myös suuruusluokkatietoa ilmankosteusvaihtelun aiheuttamista muodonmuutoksista erilaisille puupohjaisille päällysteille. Lisäksi esitetään Suomen olosuhteissa normaalisti tapahtuva sisäilman kosteuspuitoisuusvaihtelu vuodenaikojen mukana ja vaihtelun vääjäämättömät vaikutukset päällysteisiin. Edellä mainitun vääjäämättömin tosiasioin perustellaan se, että parkettien kohtuullinen rakoilu talvella ja turpoaminen kesällä ei ole vika vaan materiaalien normaalia kosteuselämistä.

Vedeneristeen tartuntavetolujuus ei riipu lainkaan tai korkeintaan hyvin vähän alustabetonin kosteuspuitoisuudesta. Riittävän tartunnan varmistamiseen vaikuttaa eniten betonipinnan laatu ja vedeneristystyön huolellisuus. Mikäli vedeneristetoimittajan raja-arvoja ei saavuteta, voidaan vedeneristys ja laatoitus tietyin edellytyksin tehdä hieman kosteammallekin. Tällöin on erityisesti huolehdittava hyvästä tartunnasta alustaan ja alustabetonin jatkossa tapahtuvan kutistumisen huomioimisesta esimerkiksi vedeneristekerosta paksuntamalla tai käyttämällä muodonmuutoskykyisempiä kiinnityslaasteja. Lisäksi tulee kiinnittää erityishuomiota myös joustavien saumojen oikeaan toteutukseen. Toisin sanoen koko pintarakennejärjestelmä tulee valita oletettavissa olevia päällystämisen jälkeen tapahtuvia muodonmuutoksia silmälläpitäen.

Mikäli rakenteet ehditään saamaan hyvin kuiviksi, voidaan vedeneristys ja laatoitus tehdä normaaliomeneteltyllä. Aikataulusyistä tai mistä tahansa muustakin syystä voidaan siis jatkossa vedeneristää ja laatoittaa kosteampiakin rakenteita riskittömästi käyttämällä laadukkaampia ja muodonmuutoskykyisempiä materiaaleja. Tämä on oleellista muun muassa massiivisissa rakenteissa, joissa ei ole mitenkään mahdollista saavuttaa materiaalivalmistajien omia raja-arvoja ainakaan koko rakenteen paksuuden mukaan määrittävällä mittaussyvyydellä. Samasta syystä mittaussyvyyksien suunnitteluun annetaan uudessa ohjeessa maksimisyvyys.

Projektissa selvitettiin viiden eri betonilaadun kuivumisen ja kutistumisen välistä yhteyttä. Kuivussa betoni kutistuu ja kastuessaan se turpoaa. Pienemmillä koekappaleilla pystyttiin myös selvittämään kappaleen pinnan ja ytimen välistä kutistumisoeroa kuivumisen edetessä. Saatuja tietoja voidaan hyödyntää vedeneristettävissä rakenteissa sekä kuivien tilojen laatoituksissa. Uudessa ohjeessa annetaan työkalut päällystämisen jälkeisten muodonmuutosten arviointiin ja sitä kautta kiinnitysaineiden valintaan ja joustavien saumojen oikeaan sijoitteluun. Näin vältetään muun muassa turha rakenteen kuivattaminen esimerkiksi tilanteessa, jossa rakenne tulee pysymään koko käyttöikänsä kosteana vedeneristysten ja laatoituksen jälkeen. Jos rakenne ei ikinä kuivu, ei se myöskään kutistu. Näin on usein esimerkiksi allasrakenteissa. Projektissa havaittiin myös, että kostuessaan betoni turpoaa yllättävän paljon. Tämän asian huomioiminen esimerkiksi rakenteita tasoitettaessa ohjeistetaan myös uudessa ohjeessa.

UUSI PÄÄLLYSTYSOHJE

Ohjeet on laadittu aivan uuteen muotoon, jotta niitä

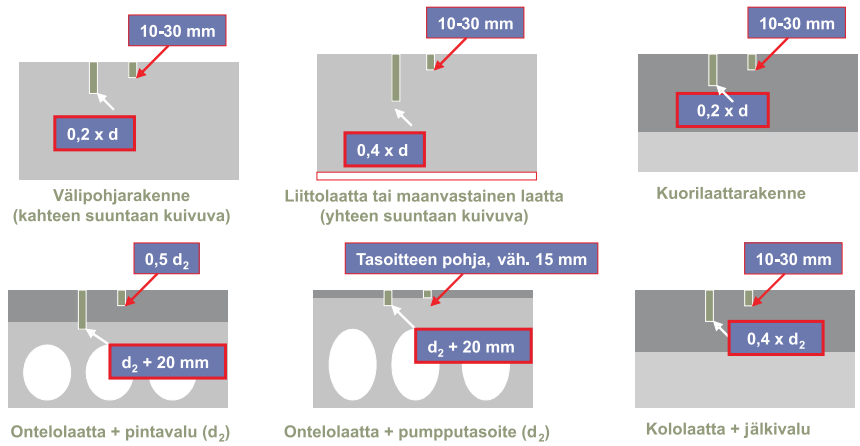
ei voi sekoittaa vanhoihin ohjeisiin. Väärinkäsitysten välttämiseksi ohjeissa ei ole yhtä suurta taulukkoa, joka sisältää kaikki mahdolliset päällysteet. Kullekin päällystetyypille (kelluva parketti; laminaatti; alustaan liimattava parketti; muovi-, linoleum-, tekstiili-, kumimatot ja -laatat; keraamiset laatat kuivissa tiloissa ja keraamiset laatat märkätiloissa) on omat sivunsa, joissa perustellusti ohjeistetaan päällystettävyysskriteerit.

Kunkin päällysteen ohjesivulla neuvotaan myös mittamaan oikein ja annetaan perusohjeet mahdollisten mittaasepäätarkkuuksien hallintaan. Tämä on tärkeää paitsi oikeiden tulosten saamiseksi myös siksi, että lukija ymmärtää, että esimerkiksi uusi raja-arvo 85 %RH saattaa olla tiukempi vaatimus kuin vanha 80 %RH. Kyse ei siis ole siitä, että muutetaan lukuarvoja, tai että sallittaisiin päällysteen alla korkeampia kosteuspitoisuuksia. Puhuttaessa todellisista kosteuspitoisuuksista lukuarvot vain poikkeavat vanhoista suurenkin mittausvirhemahdollisuuden sallivista raja-arvoista tilanteesta riippuen suurestikin. Eri osapuolten välillä on vielä sen verran näkemuseroja, että uusia raja-arvoja ei voida julkaista ennen viimeisiä keskusteluja.

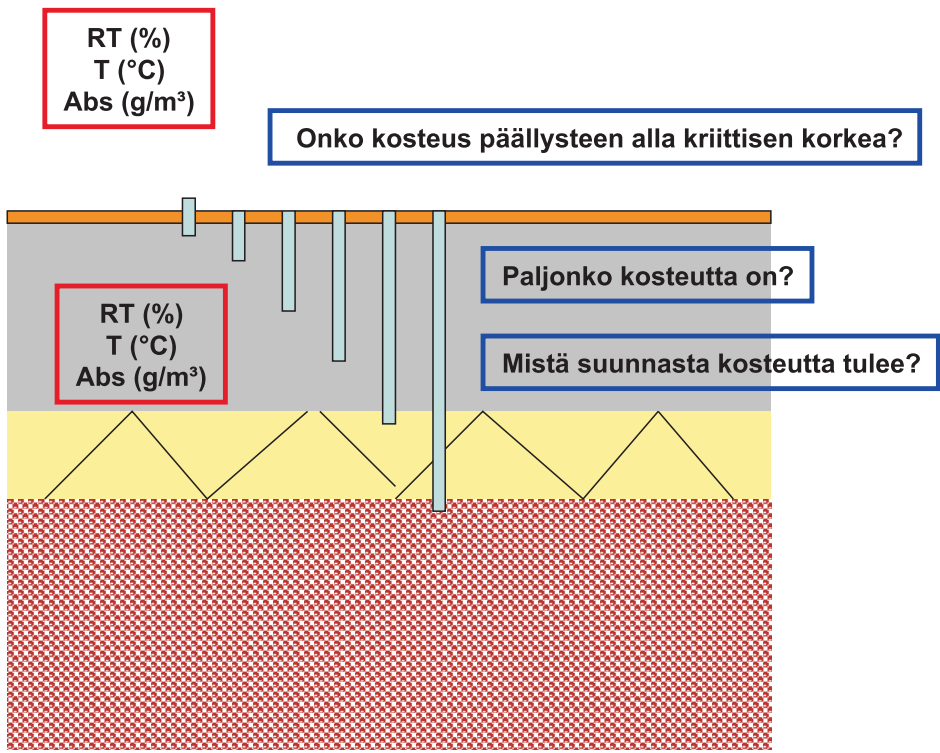
Uusi päällystymittausten ohjeistus on pääosin nykyisten ohjeiden mukainen. Joitakin tarkennuksia eri rakenneratkaisujen mittaussyvyyskseen on kuitenkin tehty. Tässä oleellisena tekijänä on se, että useimmat päällysteet läpäisevät varsin hyvin vesihöyryä, jolloin päällysteen alle ei tule välttämättä lähellekään yhtä korkeaa kosteuspitoisuutta kuin määrätyssyyvydeltä on mitattu. Vanhat ohjeet perustuvat oletukseen täysin vesihöyryä läpäisemättömästä päällysteestä.

Myös valmiin rakenteen mittauksille annetaan ohjeet. Tällaisia mittauksia tarvitaan vauriotutkimuksissa sekä esimerkiksi silloin, kun halutaan varmistua päällystykseen onnistumisesta. Kyseisissä mittauksissa on oleellista ymmärtää ero ennen päällystystä syvältä betonista tehtävään mittaukseen. Arvostelumittaussyvyydellä kosteuspitoisuus lähes aina ainakin alkuvaiheessa nousee päällystämisen jälkeen. Mahdollinen liiallinen kosteuspitoisuus on todettavissa vain heti päällysteen alta tehtävillä mittauksilla, jolloin pystytään huomioimaan myös tasoitteiden ja liimojen rakenteeseen tuoma kosteus. Eri syvyyksiltä mitattu kosteusjakauma selittää päällysteen kosteusrasituksen syytä mutta vain heti päällysteen alta mitattua kosteuspitoisuutta verrataan päällysteiden, pinnoitteiden, niiden alusmateriaalien ja kiinnitysaineiden sekä tasoitteiden kosteudensietokykyyn.

Välittömästi päällysteen alla vallitseva kosteuspitoisuus voidaan joustavilla päällysteillä mitata helposti ja nopeasti ns. viiltomittausmenetelällä. Kovien ja jäykkien päällysteiden alla oleva kosteus voidaan porareikämittauksen ohella mitata ns. näytempalamittausmenetelmällä. Kaikkien em. mittauseriaatteiden suoritus ohjeistetaan uudessa ohjeessa perusteellisesti ja mittauksiin helposti syntyvien epävarmuuksien hallintaan annetaan työkalut. Näin menetellessä uusiin raja-arvoihin ei tarvitse sisällyttää vanhoihin raja-arvoihin sisältyviä joskus hyvinkin suuria mittausvirheitä.



•Maksimimittaussyvyys päällysteen kosteusrasituksen kannalta aina 70 mm.
 •Lähelle pintaa tehtävä mittaussyvyys hoikilla rakenteilla 10-15 mm ja massiivisemmillä 15-30 mm.
 •Hyvin tai melko hyvin vesihöyryä läpäisevillä päällysteillä voidaan sallia lievää raja-arvon ylitystä mikäli lähempänä pintaa on hyvin kuivaa.



4 Uudet yleisimmät lattia- ja seinärakenteet huomioivat kosteusmittausvyvydet. Oleellista on huomata, että päällystettävyyden arviointiin tarvitaan koko rakenteen paksuuden mukaan määritetyn mittaussyvyden lisäksi lähemmäs pintaa jäävä mittaussyvyys. Lisäksi uudessa ohjeessa maksimimittaussyvydeksi, jolta päällystettävyyden arviointia milloinkaan tarvitaan, ehdotetaan 7 cm:ä. Tämä perustuu mm. siihen, että massiivisissa rakenteissa on menestyksekkäästi päällystetty esimerkiksi parketeilla, vaikka hyvin syvältä tehdyissä mittauksissa ei ole päästy lähellekään materiaalivalmistajien edellyttämiä raja-arvoja. Massiivisissa rakenteissa vaaditaan joka tapauksessa päällystettävyyden arvioinnissa koko pintarakennearjestelmän kosteudensieto- ja läpäisykykyyn kokonaisvaltaista arviointia sekä mahdollisen hyvin pitkän ajan kuluessa tapahtuvan rakenteen kuivumisen ja siitä aiheutuvan kutistumisen huomioimista.

5 Arvioitaessa päällysteen mahdollista kosteusvaurioitumista on ensisijainen mittaussyvyys heti päällysteen alla. Kyseinen kosteuspitoisuus ei missään vaiheessa saa olla liian kauaa tasoitteiden, liimojen ja päällysteiden kosteudensietokykyä korkeampi. Syvemmältä rakenteesta mitattua kosteuspitoisuutta ei milloinkaan tule suoraan verrata pintarakenteiden kosteudensietokykyyn. Eri syvyyksiltä tehtävillä lämpötilan ja suhteellisen kosteuspitoisuuden porareikämittauksilla voidaan arvioida mahdollisen liiallisen kosteuspitoisuuden aiheuttajaa ja kosteudenkulutussuuntaa laskemalla em. suureiden avulla eri syvyyksillä vallitsevat vesihöyrynsisällöt (Abs). BePO-projektin kokeissa todettuja valmiin rakenteen kuivumisnopeuksia ja lukuisien muiden koesarjojen tuloksia voidaan hyödyntää eri-ikäisistä rakenteista saatujen tulosten arvioinnissa, kun arvioidaan miten korkealla kosteuspitoisuus on pian päällystämisen jälkeen ollut.

NEW STUDY AND NEW GUIDELINE FOR ASSESSMENT OF COATABILITY OF CONCRETE STRUCTURES

Several research projects focused on the coating of concrete structures have shown that with the development of moisture measurement techniques, an explication of the existing moisture limit values is needed. In the autumn of 2004, the project "Guidelines for coating of concrete floors", or BePO project, was started. One of the aims of the project was to create consistent guidelines approved by the various parties for coating of concrete floors.

The moisture content of the concrete at the time the floor is coated has a very small influence on the moisture stresses of parquet and laminate floorings installed as floating structures on modern base materials. In this case, sufficient curing of concrete is primarily important in order to limit moisture underneath the base material. This influences levellers as well as any impurities under the base material, and the possible moisture damages that might occur in them.

The guideline very clearly states that for wooden coatings, the moisture content plays a significant role in the moisture movement of the coating. The guideline also provides information about the magnitude of deformation caused by air humidity variations in wooden coatings. The normal seasonal moisture variations of the indoor air in Finnish conditions are also specified, as well as the inevitable influence of these variations on coatings.

The adhesive strength in tension of the waterproofing is not at all or at most very slightly dependent on the moisture content of the underlying concrete. Sufficient adhesion is mostly influenced by the quality of the concrete surface as well as by carefully implemented waterproofing. If the limit values indicated by the supplier of waterproofing are not achieved, waterproofing and tiling can on certain conditions be installed on a slightly more humid surface.

If there is enough time to allow the structure to dry properly, waterproofing and tiling can be installed using a normal procedure. For reasons of project schedules or for any other reason, however, also more humid structures can now be waterproofed and tiled provided high-quality materials with a sufficient deformation capacity are used. This is an essential factor with solid structures, for example, in which the limit values specified by the material manufactures cannot be achieved, at least not at the entire measurement thickness, which is defined on the basis of the thickness of the structure. For this same reason, the new guideline also specifies the maximum depth for planning of the measurement depths.