

# Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen By76

**Sami Niemi**, DI, Kehityspäällikkö  
Rakennusfysiikka, AFRY Finland Oy  
sami.niemi@afry.com

Rakentamisen kosteudenhallintaa on kehitetty pitkäjänteisesti jo yli 25 vuotta. Hyvä niin, sillä rakentamista ollaan jälleen nopeuttamassa niin tehokkuuden parantamisen kuin hiilijalanjäljen pienentämisenkin nimissä. Myös viranomaisvaatimukset asian huomioon ottamiseksi ovat tiukentuneet. Kosteudenhallintaan vaikuttavat ilmiöt tunnetaan nykyään entistä paremmin ja asiaan kiinnitetään paljon huomiota. Kehitystä on tapahtunut, mutta silti ongelmia esiintyy ajoittain edelleen. Tietoa todellakin tarvitaan ja nyt se on koottu yksiin kansiin By76:een.

## Kosteudenhallinnan historiaa

90-luvulla tapahtunut rakentamisen nopeuttaminen johti vakaviinkin kosteusongelmiin, kun rakennuksia viimeisteltiin liian kosteina sisäilma- ym. ongelmia synnyttäen. Vuonna 1997 käynnistettiin 1. kosteudenhallintaan suunnattu TEKES-hanke urakointi- ja suunnittelualan voimin. Mukana oli myös mittalaittevalmistaja, koska käytössä olevat laitteet olivat työmaan mittauksiin sopimattomia. Ideoita syntyi, mutta yleistä kohentumista ei aikaansaatu. Kosteudenhallinta sanana alkoi kuitenkin vakiintumaan.

2000-luvun alussa alkoi Ratekolla sertifioidujen rakenteiden kosteuden mittaajien koulutus ja Betonitieto julkaisi Betonirakenteiden kosteusmittaus- ja kuivumisen arviointi- julkaisun vuonna 2002. Lattioiden päällystettävyyttä osattiin nyt arvioida ja mitata tarkemmin, kuin vuoden 1998 betonin kosteusmittauksen RT-kortti ohjeisti. Lisävauhtia kosteudenhallinnan kehittämiseen haettiin toisella TEKES-hankkeella, minkä jälkeen kosteudenhallinnassa ymmärrettiin jo enemmän.

Kehityksestä huolimatta sisäilmaongelmat tuntuivat jopa pahentuvan, joten asiaan tartuttiin vuosina 2005–2007 Betonirakenteiden päällystämisen ohjeistus (BePo) TEKES-hank-

keella, jonka päätteeksi betoniteollisuus ja lattianpäällystysala julkaisivat betonirakenteiden päällystämisen ohjeet ja oppikirjan lattiarakenteiden kosteudenhallinnalle. Valtakuntaan saatiin kattava ohjeistus, joka sisälsi paljon hyviä edelleenkin käytössä olevia soveltamis- ja käytännön ohjeita.

Kuitenkin vasta RIL:in vuoden 2011 julkaisu Kosteudenhallinta ja homevaurion estäminen käynnisti laajan kehityksen kohti nykytilaa. Koko rakentamisprosessin kosteudenhallintaan pureutuvan yleisteoksen opeilla ruvettiin siirtymään sanoista tekoihin, kun julkaisu esitti mm. mallin kosteudenhallinnan työn- ja vastuunjaolle sekä hankkeiden kosteudenhallinnan vaativuuden määrittelylle.

Maankäyttö- ja rakennuslain tarkennuttua kosteusteknistä toimintaa määrittelevään asetukseen sisällytettiin paljon uutta kosteudenhallintaan liittyvää vuonna 2017. Mm. rakennusvalvontojen masinoimana synnytettiin kuivaketju toimintatapa, joka vuonna 2018 ristittiin Kuivaketju 10:ksi ja Rala otti asian huomiinsa. Kosteusasetuksen soveltamisohjeeseen vuonna 2019 sisällytettiin lisää kosteudenhallintaa ohjaavia seikkoja ja 2020-luvulla rakennusvalvontojen Topten ohjeistukset vaikuttavat positiivisesti käytännössä lähes kaikessa rakentamisessa ja kosteudenhallinnassa.



**1** Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen By 76-2024 julkaisuun on koottu laajasti oleellimmat betonilattiarakenteiden kosteudenhallintaan liittyvät tekijät: betonin kosteuskäyttäytymistä eri rakenteissa, kosteuden mittaamista, eri päällyste- ja pinnoitevaihtoehtojen toimivuutta sekä korjaustarpeen arviointia ja elinkaariaasiaa.

**2a-d** Kuvissa näytepala- ja kosteusmittausta. Kosteudenhallinnassa tulee kiinnittää erityistä huomiota betonin riittävään kuivumiseen ennen päällystys- tai pinnoitustyöhön ryhtymistä. Kuvan 2d epoksinnoitettu lattia ei liity tutkimushankkeeseen.



2a



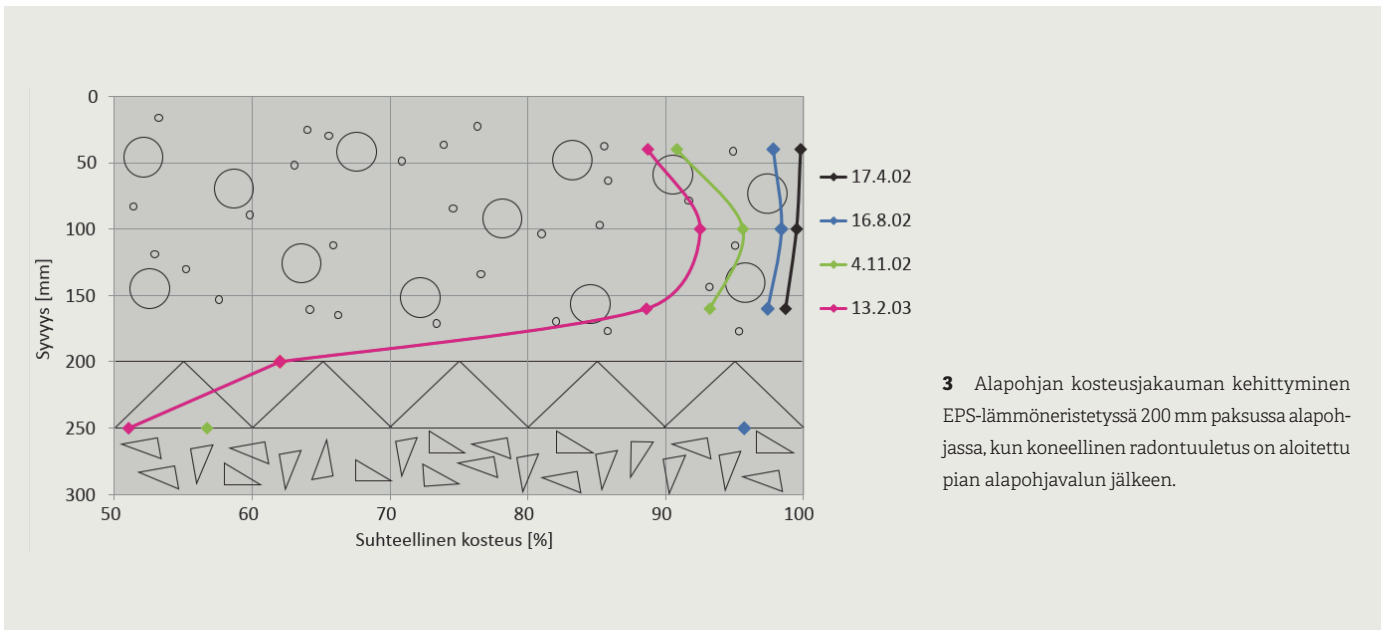
2b



2c



2d



**3** Alapohjan kosteusjakauman kehittyminen EPS-lämmöneristetyssä 200 mm paksussa alapohjassa, kun koneellinen radontuuleutus on aloitettu pian alapohjavalun jälkeen.

### Lattia – osa kokonaisuutta – katse tulevaisuuteen

Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta kuuluu oleellisena osana koko rakennushankkeen kosteudenhallintaan. Lattiarakenteiden kosteudenhallinnalla pyritään erityisesti varmistamaan, ettei betonissa oleva kosteus pääse vaurioittamaan betonirakenteen pintaan asennettavia materiaaleja. Kosteudenhallinnassa tulee kiinnittää erityistä huomiota betonin riittävään kuivumiseen ennen päällystys- tai pinnoitustyöhön ryhtymistä. Lattiarakenteen riittävän kuivumisen varmistaminen ennen päällystämistä ja pinnoittamista vaikuttaa niin suunnitteluratkaisuihin ja työmaan toimenpiteisiin kuin hankkeen aikatauluun ja kustannuksiinkin.

By:n juuri valmistunut oppikirja Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen – By76 on päivitetty ja laajennettu versio Betonikeskus ry:n vuonna 2007 julkaisemasta oppikirjasta Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen. Päivitys sisältää paljon havainnollisia valokuvia sekä käytännön esimerkkejä ja ohjeita. Julkaisussa on edeltäjänsä paljon enemmän myös pinnoitteisiin liittyvää asiaa. Käsikirjoitus oli vuonna 2023 laajalla suunnatulla kommenttikierroksella.

Julkaistu kannustaa eri tahoja kehittämään päällystettävyyden arviointia lähemmäksi rakenteiden todellista toimintaa ja siten pohjustaa By:n osin EU-rahoitteiseen KIRA-ympäristö hankekokonaisuuteen kuuluvaa vähähiiliset toimivat betonilattiat YM-VHTBL hanketta (2023–2024). By76:n kirjoittajat *Sami Niemi* (AFRY Rakennusfysiikka) ja *Tarja Merikallio* (Vision Oy) vastasivat myös 2007 oppikirjasta. Päivityksen ohjausryhmä koostuu Betoniyhdistyksen, Betoniteollisuuden, Lattian- ja Seinänpäällysteliiton, Talonrakennusteolli-

suuden ja Ympäristöministeriön edustajista. Päivitystä varten haastateltiin eri aihealueiden asiantuntijoita. Päivitystä on tehty yhtä aikaa Betonilattiayhdistyksen Betonilattioiden pinnoitusohjeiden päivityksen By77/BLY20 kanssa ja julkaisu on synkronoitu siten, että ne tukevat toisiaan.

### Uuden julkaisun pääsisältö ja täsmävinkki

Julkaistuun By76 on koottu oleellimmat betonilattiarakenteiden kosteudenhallintaan liittyvät tekijät sisältäen mm. betonin kosteuskäyttäytymistä eri rakenteissa, eri betonilaaduilla ja eri olosuhteissa kastuminen ja lattialämmitys huomioiden, sekä kosteudenhallinnan optimointia, kosteuden mittaamista, tulosten tulkintaa, eri päällyste- ja pinnoitevaihtoehtojen toimivuutta ja vaurioitumista sekä korjaustarpeen arviointia, korjaamista ja elinkaariaasiaakin. Tavoitteena on antaa päällystettävien ja pinnoitettavien betonilattioiden kosteudenhallintaan liittyviä käytännöllisiä ohjeita ottaen huomioon koko rakentamisprosessi ja rakennuksen elinkaari kaikkine ohjeineen ja säädöksineen. Julkaisun pääkohdat ovat:

- Betonilattiarakenteen kosteus
- Betonilattiarakenteen kuivattamisen tavoitteet rakennusaikana
- Betonilattiarakenteiden kosteudenhallintatoimenpiteet
- Yleisimpien betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta
- Betonilattiarakenteiden kosteudenhallintaan liittyvät kosteusmittaukset
- Betonilattiarakenteen valmistelu päällystettäväksi tai pinnoitettavaksi
- Tasoittamisen vaikutus betonilattiarakenteen kosteuteen ja päällystämiseen

- Betonilattiarakenteiden päällystäminen ja pinnoittaminen
- Betonilattiarakenteiden kosteusvauriot
- Betonilattian korjaustarpeen arviointi
- Lattiapäällysteiden elinkaari ja kiertotalous

Yksityiskohtaisista asioista esimerkiksi maanvaraisten lattioiden kosteudenhallintaa tehostamaan suositellaan radontuuleutuksen käyttöä jo rakennusaikana. Mikäli betonilaatan alla ei ole vesihöyryntiivistä ainekerrosta, on mahdollista saada betoni kuivumaan merkittävästi kahteen suuntaan yllä olevan esimerkin mukaisesti. Tehokkaamman kuivumisen lisäksi hyvä alaspäin kuivuminen ehkäisee betonilaatan nurkannousua tehokkaasti.

Välipohjista käsitellään kaikki yleisimmät rakennetyypit. Konkreettisia ohjeita annetaan betonivalinnasta lähtien mm. hyvin paksuille rakenteille, joihin liittyy myös betoni-teräsihtopalkkien kosteudenhallinta.

### Systemaattisuutta kosteudenhallintaan

Kosteudenhallintaprosessilla hallitaan rakennuksen kosteusteknistä suunnittelua sekä rakennusaikaista kosteusrasitusta. Kosteudenhallintaprosessi on katkeamaton ja tietoa kumuloiva alkaen lähtötietojen ja tavoitteiden määrittämisestä jatkuen kosteudenhallintaan ja kosteustekniseen toimintaan liittyvien ratkaisujen valintaan, suunnitteluun, toteuttamiseen, varmistamiseen ja ylläpitoon. Maankäyttö- ja rakennuslain 117 c §:n mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan siten, että on käyttäjälleen terveellinen ja turvallinen.

Jo hankkeen alkuvaiheessa rakennushankkeeseen ryhtyvällä (tilaajalla, rakennuttajalla) tulee olla käsitys siitä, kuinka hankkeen kos-

## Eräissä rakennuskohteessa menestyksekkäästi sovelletut kosteusraja-arvot

Rakenteen paksuus (cm)	Kosteusmittausvyvyys (cm)	Homogeeninen muovimatto		Parketti	
		Yleiset kosteusraja-arvot (RH%)	Analyysiin perustuvat kosteusraja-arvot (RH%)	Yleiset kosteusraja-arvot (RH%)	Analyysiin perustuvat kosteusraja-arvot (RH%)
10	0,5	75	50	75	50
	1,5	75	60	75	65
	4	85	88	85	90
15	0,5	75	50	75	60
	2,5	75	65	75	70
	6	85	90	85	92
30	0,5	75	50	75	60
	3	75	70	75	75
	7	85	92	85	94

teudenhallinta toteutetaan onnistuneesti. Ympäristöministeriön asetuksen 782/2017 12 §:n mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän on muun muassa huolehdittava rakennushankkeen kosteudenhallintaselvityksen laatimisesta. Se sisältää rakennushankkeeseen ryhtyvän vaatimuksia liittyen kosteudenhallintaan hankkeen eri vaiheissa, toimenpiteitä ja menettelyjä vaatimusten varmistamiseksi sekä kosteudenhallinnan henkilöresurssit. Selvityksen pääkohtia ovat mm.:

- hankkeen organisaatioon ja hallintoon
- kosteusriskeihin ja niiden hallintaan sekä laadunvarmistukseen
- sääsuojauksen suunnitteluun sekä toteutukseen ja valvontaan
- kuivumisaikoihin ja kuivatusolosuhteisiin
- kuivumisen todentamiseen.

### Sovellusymmärrystä päälystettävyyden arviointiin

Julkaisu antaa paljon ohjeita, miten pitkään käytössä olevia varsin paljon yleistäviä kosteusmittausvyvyksiä ja kosteusraja-arvoja on mahdollista soveltaa tapauskohtaisesti, kuten betonirakenteiden kosteusmittauksen vuoden 2021 RT-kortti 103333 ja By:n betonirakenteiden kuivumisen arviointiohjelma By2020 sekä siihen kuuluva päälystämisen riskiarviointiminto mahdollistavat.

Riittävän kuivumisen varmistaminen ei ole yksiselitteistä, koska eri pintarakennejärjestelmien kosteudensietokyvyissä ja siten kriittisen suhteellisen kosteuden arvoissa on huomattavia eroja. Tarkkoja kriittisen kosteuden arvoja ei ole tieteellisesti määritetty. Kriittisen suhteellisen kosteuden arvoon vaikuttaa päälystemateriaalin ja koko pintarakennejärjestelmän ominaisuudet. Lisäksi myös betonin ominaisuudet ja rakennetta ympäröivän tilan

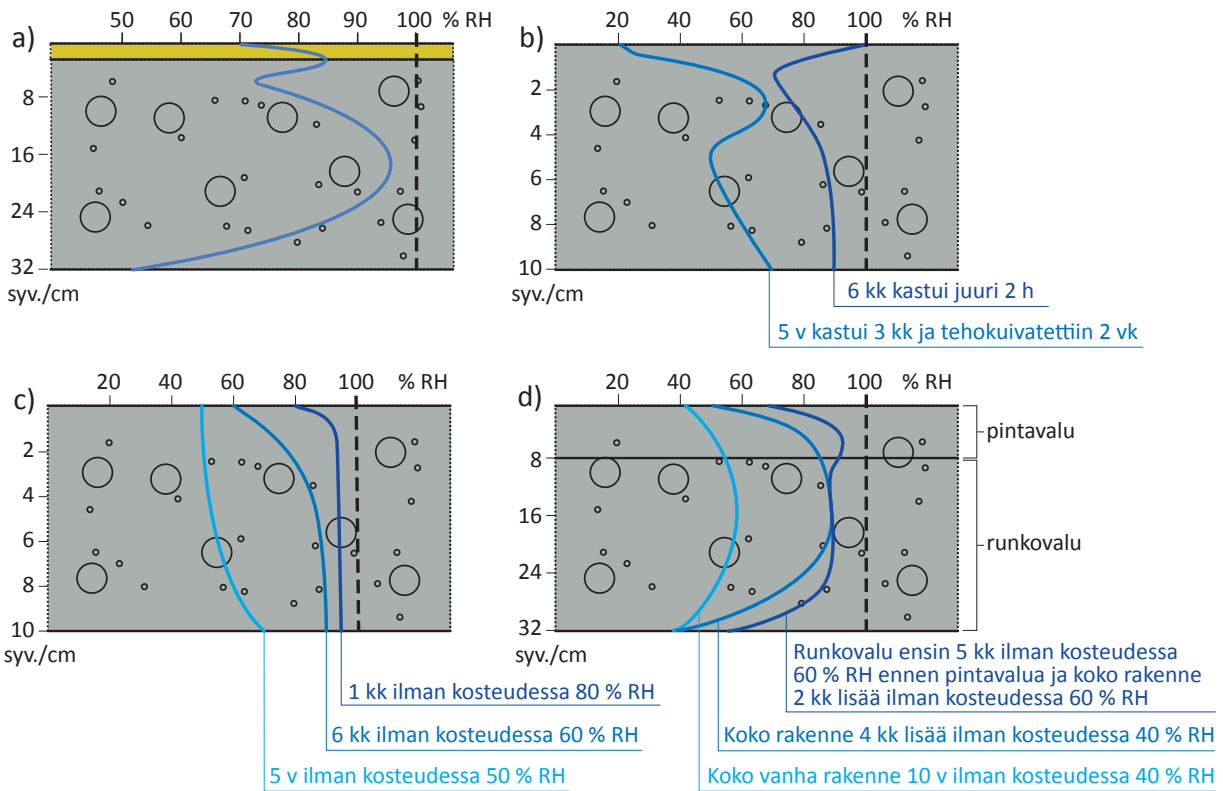
olosuhteet vaikuttavat siihen, miten kosteus rakenteessa käyttäytyy päälystämisen jälkeen. Useimmilla pintarakennejärjestelmillä kriittisen suhteellisen kosteuden arvon ajatellaan olevan 80...90 %RH, mutta joillakin materiaaleilla se voi olla huomattavasti korkeampi ja joillakin alhaisempi.

Päälystämisen kosteusraja-arvot eivät suoraan tarkoita samaa kuin pintarakennejärjestelmän kriittinen suhteellinen kosteus. Kosteusraja-arvot ovat valmistajien ilmoittamia tai yleisiä tuotekohtaisia suhteellisen kosteuden arvoja, joihin rakenne suositellaan kuivatettavan ennen päälystystyöhön ryhtymistä. Kuivattamalla betonilattiarakennetta niin kauan, että raja-arvot tietyllä syvyydellä alitetaan, pyritään varmistamaan, ettei kosteus pintarakennejärjestelmän välittömässä läheisyydessä nouse myöhemmin vaurioitumisen kannalta kriittisen korkeaksi. Raja-arvoissa on yleensä varmuusmarginaalia. Jos päälysteen kosteusraja-arvo on esimerkiksi 85 % RH, päälysteen alta myöhemmin mitattu yli 85 % RH ei suoraan tarkoita kosteusvaurioita. Tämä tulee muistaa, kun päätetään hankkeiden kosteustavoitteita sekä sitä, minkälaisella marginaalilla (mittausepävarmuus) raja-arvon tulee alittua, kun riittävän alhaista päälystyskosteustasoa arvioidaan.

Urakka-asiakirjoissa ja kosteudenhallintasuunnitelmassa on syytä määrittää, perustuuko riittävän kuivumisen määrittäminen yleisiin ohjeisiin vai tarkempiin rakennusfysikaalisiin selvityksiin. Tarkemmalla rakennusfysikaalisella tarkastelulla voidaan määrittää kohdekohtaiset kosteusmittausvyvydet ja kosteusraja-arvot. Tarkastelussa otetaan rakenteen lisäksi huomioon betonin kosteudensiirto-ominaisuudet sekä päälysteen vesihöyrynvastus.

Betonilaatu ja pintarakenne kokonaisuutena huomioiden on käytettävissä paljon tietoa, miten rakenteen turvallisen päälystettävyyden voi määrittellä usein varmemmin kuin vain kaavamaisesti aina samoilta mittausvyvyksiltä ja samoja kosteusarvoja käyttäen. Ks. taulukko sivun yläreunassa. Aihetta selvittämään julkaisussa on esimerkkejä erilaisista kosteusjakumista, ks. seuraavan sivun kuva. Pintarakenteiden vesihöyrynläpäisevyyksistä on vähitellen saatu tietoa käyttöön ja YM-VH-TBL-hankkeella selvitetään nimenomaan eri betonilaatujen kosteudensiirto-ominaisuuksia, jotta kuivumisen arviointi voidaan viedä niin tarkaksi, että kosteudenhallinnan suunnittelussa on mahdollista määrittellä miten pitkään rakenteen pitää olla tietyissä olosuhteissa, jotta rakenne voidaan päälystää. Tavoitteena on mahdollistaa siirtyminen rakennekosteusmittauksista enemmän olosuhteiden mittaukseen.

Uudessa By76 julkaisussa on esimerkkinä edellä mainittu liimattavan homogeenisen muovimaton ja alustaan liimatun parketin kohdekohtaiset merkittävässä hankkeessa noin 10 vuotta sitten onnistuneesti käytetyt rakennusfysikaaliseen analysointiin perustuvat kosteusraja-arvot. Sivun yläosan taulukossa on esitetty vertailuna yleiset ns. perusraja-arvot eripaksuisille alapharakenneille. Peruseriaatteena on, että arvostelimitausvyvytydellä A (40 % betonin paksuudesta, max 7 cm) kosteus voi olla sitä korkeampi, mitä läpäisevämpi pintarakenne on ja mitä syvemmällä mittaussyvyys A on. Analyysiin perustuvat raja-arvot saavuttamalla lähtökohtana on, että pintarakennejärjestelmän alle tasaantuu alhaisempi kosteuspitoisuus kuin samalla marginaalilla yleiset raja-arvot



4

alittamalla. Syy tarkemmalle analysoinnille on nopeampi ja turvallisempi päällystäminen.

Edellä kuvattu aihekokonaisuus kosteusvaatimuksista on yksi esimerkki, jonka kanssa hankkeiden osapuolet rakennusvalvonta mukaan lukien joskus keskustelevat hyvinkin vääristä lähtökohdista. Esimerkki osoittaa hyvin miten oikeita ratkaisuja voi olla muitakin kuin vakiintuneimmat. By76 päällystevaihtoehdot on päivitetty nykypäivään ottamalla monipuolisesti mukaan mm. tekstiilipäällysteet, vinyyliinankut ja alustaan liimatut lautaparketit. Mittausvyykyksien ja raja-arvojen soveltaminen vaatii ymmärrystä kosteusjakautuman kehittämisestä eri tilanteissa, mistä on esimerkkejä kuvassa 4.

Yhtä lailla usein polemisoidaan kosteusmittauskohtien määrää ja sitä, miten kohdat valitaan. Ei ole olemassa yleispätevää ohjetta. Mitä paremmin rakentamisen kosteustapahtumia (kastumiset, sateelta suojaan saantihetket ja kuivumisolosuhteet) dokumentoidaan, sitä paremmin mittauskohdat osataan kohdistaa oikein ja yhden mittauskohdan edustama samaa rakennetta oleva alue voi olla hyvinkin iso. Samoin tulee tarkoin miettiä, mihin rakenteisiin ja mille pintarakenneratkaisuille kosteusmittausresurssit kohdistetaan, jotta ei tehdä turhia mittauksia. Joka tapauksessa tulisi aina tarkastella kosteutta vähintään kahdelta syvyydeltä, jotta saadaan käsitys kosteusjakaumasta ja opitaan tulevaisuudessa määrittämään kosteuskriteerit ja mittausvyykydet

mahdollisimman tarkoituksenmukaisesti by76 ja YM-VHTBL opein.

#### Betonivalmistajat paremmin mukaan kosteudenhallinnan suunnitteluun

Betonin kuivumisnopeustietoja edellytetään joskus betonivalmistajilta. Valmistaja ei tietenkään voi tietää mihin olosuhteisiin betonit työmaalla joutuvat, mutta jonkinlainen käsitys kosteuskriittisissä valuiissa käytettävien betoniensa kosteuskäyttäytymisestä valmistajilla olisi hyvä olla. YM-VHTBL-hankkeessa pyritään kehittämään yksinkertainen määrittäminen betonin kosteudensiirto-ominaisuuksille, mikä on oleellista päällystettävyyden arvioinnin lisäksi kuivumisnopeuden arvioinnissa. Kuvassa 6a on kolmella eri sementtikoostumuksella ja kahdella eri vesi-sementtisuhteella valmistettujen vähähiilisten betonin kuivumisnopeuksia 5 mm, 20 mm:n ja 50 mm:n tarkastelusyvyyksillä olosuhteissa +20 °C ja 50 % RH. Tuoreen opinnäytetyön tuloskuvaaja osoittaa miten paljon eri betonilaatujen kuivumisominaisuudet vaihtelevat.

#### Muovimattoa voi edelleen käyttää

Varsinkin alustaan liimattaviin muovipäällysteisiin liittyy paljon väärääkin tietoa, minkä takia By76 julkaisuhanke synnytti vuonna 2022 oheistuotteena terveet tilat 2028 ohjelmajulkaisun Muovimatolla päällystetyt betonilattiat – Vauriot, korjaustarpeen arviointi ja korjaaminen.

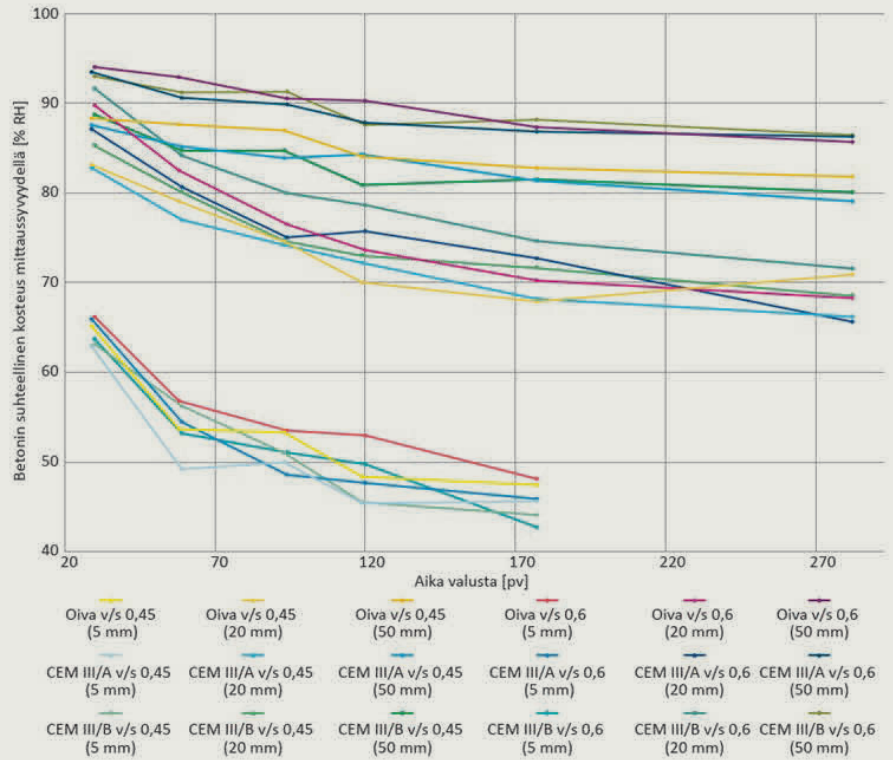
4 Periaatteellisia kuvia betonilattiarakenteen kosteusjakautumista: a) Ylä- ja alapinnastaan jo kuivunut kahteen suuntaan kuivuva rakenne tasoittamisen jälkeen. Tasoite nostaa jo kuivuneen betonirakenteen pintaosan kosteuspitoisuutta (ks. myös seuraava kuvaaja). b) Yhteen suuntaan kuivuvan rakenteen kosteusjakauma kastumisen jälkeen; kun 6 kk kuivumisen jälkeen laatta kastui kahden tunnin ajan ja 5 vuoden kuluttua, kun laatta on kastunut 3 kk, minkä jälkeen sitä tehokuivatettiin 2 viikon ajan. c) Yhteen suuntaan kuivuvan laatan kosteusjakautumia eri iässä ja eri olosuhteissa. d) Kahdessa osassa (runkovalu ja pintavalu) valetun rakenteen kosteusjakaumia.

5 Terveet Tilat-julkaisu.



5

Eri vähähiililuokkiin kuuluvien betonien kuivumisnopeuksia hyvissä olosuhteissa



6a

### Tarkoituksenmukainen tasoitus päällysteille ja pinnoitteille

Aihepiiriin liittyy tiiviisti tasoitteen käyttö alentamassa liimaan ja mattoon kohdistuvaa pH:ta. Terveiden tilojen julkaisussa on paljon hyviä ohjeita muovimattolattioiden kosteudenhallintaan ja mm. tuoreen diplomityön tulos, että käytännössä kaikki Suomessa käytettävät tasoitteet voidaan luokitella matala-alkalisiksi. By76:ssa aihetta täydennetään mm. kertomalla, että ylipaksulla tasoituksella voidaan kastella hyvin kuivunut betoni pahastikin, joten julkaisussa on mm. esitetty kuvassa 7 periaatteellinen kuvaaja hillitsemään tarpeettoman paksuja tasoituksia ja ohjeistamaan tasoitamisen ajoitusta.

Tasoitteiden kosteudenhallinnan merkitys on kasvanut sitä mukaa, kun niiden käyttöalue on laajentunut myös pinnoitteiden alla käytettäväksi. Raskaasti kuormitetuissa lattioissa lujuus ja eri kerrosten hyvä tartunta toisiinsa on ensiarvoisen tärkeää, kuten keraamisten laattojen tapauksessa niin kuivissa kuin märkätiloissakin. Yhtenä oleellisena onnistumiskijänä on tuotteiden yhteensopivuus ja oikean tuotteen valinta oikeaan paikkaan. Kaiken lähtökohhta on aina oikea tuote oikeassa paikassa. Siksi julkaisu kertoo eri pinnoitetyyppien käyttökohteet ja tärkeimmät pinnoittamisen onnistumiseen vaikuttavat tekijät kuten keraamisten laattojenkin tapauksessa.

### Pinnoittamisen erikoistapaus – haitta-ainepitoinen betonilattia

Vanhoissa betonilattiarakenteissa voi olla käytetty nykysäädösten mittapuulla katsottuna haitallisia aineita kuten PAH-yhdisteitä, tai rakenteisiin on voinut rakenteen käyttöhistorian aikana imeytyä haitallisia aineita kuten esimerkiksi öljyjä. Aina kyseisiä lattiarakenteita ei voida tai haluta purkaa, jolloin tarvitaan haitta-aineiden hallintaa. Yhtenä hallintakeinona on rakenteen peittäminen tiiviillä ainekerroksella, jolloin puhutaan haitta-aineiden kapseloinnista. Vastaavalla periaatteella voidaan tehdä myös kosteusvaurioituneiden muovimattolattioiden korjauksia, jos betoniin on absorboitunut suuria määriä VOC-yhdisteitä eikä yhdisteiden haihduttamiseen esimerkiksi ole riittävästi aikaa.

Haitta-ainekapseloinnissa käytetään hallittavalle haitta-aineelle riittävän diffuusiotiiviitä esim. epoksipohjusteita tai polyuretaaneja. Tuotteen valinnassa on oleellista tietää, mitä haitta-ainetta hallitaan ja mikä on valittavan kapselointituotteen diffuusiotiiviyys kulloinkin hallittavalle haitta-aineelle. Kapselointityössä tulee noudattaa tuotevalmistajan ohjeita.

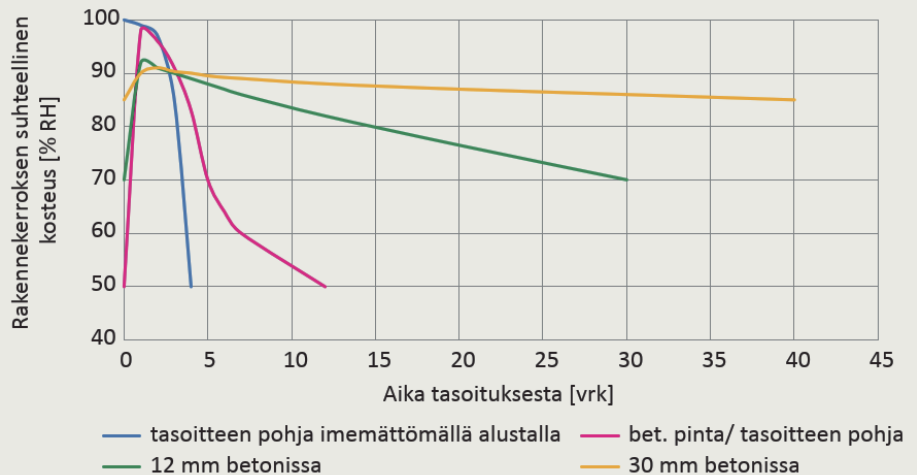
Hyvin tehtyjen haitta-ainetutkimusten (Haitalliset aineet rakennuksissa tutkijan ohje RT 103501 ja tilaajan ohje RT 103500) perusteella on mahdollista tietää, miten paljon minkälaisia haitta-aineita rakenteissa on. Korjaustapaa valittaessa tulee lisäksi tietää miten haitta-aine tai sen emissio pyrkii rakenteesta poistumaan.



6b

6b Kuvassa kosteusmittausta Yleisimpiä syitä lattiapäällysteen tai pinnoitteen irtoamiseen alustaan ovat muun muassa betonipinnan tai tasoitteen huono laatu, huolimattomasti tehty kiinnitys työ, alustan korkeasta kosteudesta johtuva kiinnitysaineen vaurioituminen, alustabetonin muodonmuutokset päällystämisen jälkeen sekä ilman kosteuden aiheuttamat päällystemateriaalin muodonmuutokset.

**7** Sinisellä viivalla 10 mm tasoitekerroksen kuivumisnopeus yksinään hyvissä olosuhteissa imemättömällä alustalla (vastaa tasoitevalmistajan ilmoittamaa kuivumisnopeutta). Vertailuksi tehtiin samoihin olosuhteisiin vastaava tasoitus primeroidulle betonilaatalle, jonka kosteus ennen primerointia oli 50 % RH aivan pinnassa, 70 % RH 12 mm syvyydellä ja 85 % RH 30 mm syvyydellä. Betonilaatta kostuu tasoituksesta voimakkaasti: pinnassa RH nousee noin 50 RH-yksikköä, 12 mm:ssä noin 20 RH-yksikköä ja 30 mm:ssä noin 5 RH-yksikköä. Laatan kuivuminen ennen tasoitusta vallinneeseen kosteusjakaumaan kestää hyvissä olosuhteissa useita viikkoja: pinnassa noin 2 viikkoa, 12 mm:ssä noin 4 viikkoa ja 30 mm:ssä noin 6 viikkoa. Lähde: Vahanan Rakennusfysiikka Oy:n arkisto.



Kapselointikorjaukset ovat vaativia, koska on arvioitava, miten tiivis ainekerros vaikuttaa lattiarakenteen kosteustekniseen toimivuuteen. Tämä on erityisen tärkeää maanvastaisissa rakenteissa. Vaikka lattiapinnoite kestäisi kosteuden ja haitta-aineiden aiheuttamat rasitukset, kosteus ja haitta-aineet voivat siirtyä esimerkiksi seiniin. Toinen huomioitava seikka on kapselointiaineen pysyminen kiinni vanhassa haitta-ainepitoisessa materiaalissa. Esimerkiksi öljyiseen pintaan on hyvin haastavaa saada tarttumaan materiaaleja muuten kuin mekaanisesti. Ongelman voi myös aiheuttaa pintaan tulevan materiaalin huono tartunta kapselointikerrokseen. Valittavan tuotteen toimivuus pitää siksi aina etukäteen tarkoin selvittää kosteudenkeston, haitta-aineiden keston, materiaalien yhteensopivuuksien sekä tartunnan ja kiinnipysyvyyden näkökulmasta.

### Hyvä tutkiminen auttaa oppimaan ja takaa onnistuneen korjauksen

Yleisimpiä syitä lattiapäällysteen tai pinnoitteen irtoamiseen alustastaan ovat betonipinnan tai tasoitteen huono laatu, huolimattomasti tehty kiinnitystyö, alustan korkeasta kosteudesta johtuva kiinnitysaineen vaurioituminen, alustabetonin muodonmuutokset päälylystyön jälkeen sekä ilman kosteuden aiheuttamat päälylystemateriaalin muodonmuutokset. Ks. muutama vaurioesimerkki seuraavalta sivulta. Yleensä irtoaminen tapahtuu useamman tekijän yhtäaikaisten esiintymisen seurauksena. Esimerkiksi mitä huonompi betonin pinnan laatu on, sitä huonompi on

kiinnitysaineen tartunta ja sitä herkemmin kosteuden aiheuttamat muodonmuutokset johtavat tartunnan pettämiseen.

Yksiselitteistä syytä vaurion syntyyn ei aina löydy. Syyn ja vaurion laajuuden selvittäminen on kuitenkin ensiarvoisen tärkeää, kun suunnitellaan korjauksia sekä arvioidaan korjauskustannuksia ja sitä, kenen vastuulla korjaaminen on. Syyn selvittäminen vaatii vauriotutkijalta rakennusten lämpö- ja kosteustieteiden hyvää osaamista, vauriomekanismien ymmärtämystä, rakennusmateriaalien tuntemusta sekä tutkimusmenetelmien, kuten kosteusmittauksen, hyvää hallintaa.

Rakenteesta eri syvyyksiltä tehtävillä suhteellisen kosteuden mittauksilla saadaan määritettyä rakenteen kosteus- ja lämpötilajakauma. Näiden avulla voidaan arvioida kosteuden kulkusuuntaa ja alkuperää sekä mahdollisesti vaadittavaa korjausten edellyttämää kuivaustarvetta.

Useimmissa tapauksissa päälylysteen paikallinen avaaminen auttaa ongelman syyn selvittämisessä. Avaus voi olla esimerkiksi pieni kosteusmittauskohdan laajennus, mutta se voi olla myös osa lattiaa tai jopa kokonaisen tilan lattian laajuinen. Alustaan kiinnitetystä päälylysteestä tai pinnoitteesta tulee avauksen yhteydessä tarkastaa murtopinta. Onko murtopinta esimerkiksi heikossa sementtiliimakerroksessa, jonka poistamattomuus on tyyppillinen irtoamisen syy. Avauksen yhteydessä voidaan myös todeta rakennekerrokset, kuten esimerkiksi märkätilan vedeneristeen tai tasoitekerroksen paksuudet. Irrotettuja pin-

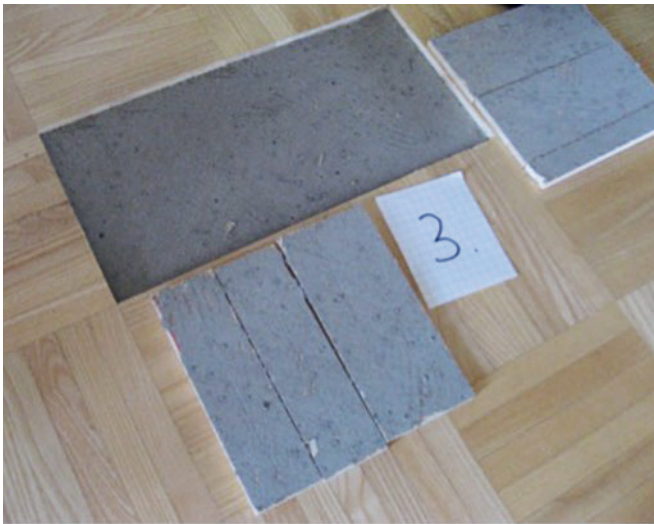
tarakennekappaleita voi tarkastella paljaan silmän lisäksi esimerkiksi luupilla ja mikroskoopilla (ohuthie).

### Elinkaari- ja kiertotalousajattelua myös lattioille

Kiertotalouden keskeisenä ulottuvuutena lattiapintamateriaalien osalta on tuotteiden käyttö mahdollisimman tehokkaasti mahdollisimman pitkään. Kiertotalouden toimintamalleihin kuuluvat muun muassa jätteen ja hukkan minimointiin tähtäävä tuote- ja palvelusuunnittelu, korjaaminen ja kunnostaminen, uudelleenkierto sekä kierrätys.

Käytännössä suurin osa käytetyistä lattiapäällysteistä poltetaan purkamisen jälkeen energiaksi ja osa menee kaatopaikalle sijoitettavaan jätteeseen. Keraamiset materiaalit useimmiten murskataan korvaamaan neitseellistä kiviainesta maarakentamisessa. Jätteenkäsittelyssä ja loppusijoituksessa voi vapautua hiilidioksidia jopa enemmän kuin lattiapäällysteen valmistusvaiheessa.

Lattiapäällysteitä on alettu purkamisen jälkeen jauhaa rakeiksi, joita käytetään uusien lattiapäällysteiden valmistamiseen. Irtoasennettujen päälylysteiden ohella myös alustaan liimattuja päälylysteitä voidaan uudelleen käyttää poistamalla liimat ja tasoitteet pesumenetelmällä. Kierrättämällä lattiapäällysteiden ilmastopäästöjä pystytään vähentämään, koska uusien neitseellisten raaka-aineiden osuutta tuotteissa saadaan vähennettyä. Tuotetta voidaan parhaiten hyödyntää uuden tuotteen raaka-aineena, kun materiaali on homogeeninen



**8a ja b** Vasemmalla parketin kosteusliikkeet ovat olleet liian voimakkaita ja tasoite on murtunut aiheuttaen parketin irtoamisen. Oikealla epoksin kutistuminen (kädessä oleva pinnoitteen irtopala on selvästi kaareutunut) on irrottanut tasoitteen betonipinnasta, koska sementtiliimaa ei ole poistettu kunnolla. Pinnoite on hajonnut palasiksi.

eikä sisällä nykyisin kiellettyjä tai haitallisina tunnistettuja kemiallisia aineita

Rakennusmateriaalin kiertotalouden näkökulmasta on keskeistä, että eri materiaalit voidaan erotella purkamisen yhteydessä ja toimittaa jatkohyödyntämiseen syntypaikkalajiteltuna. Mikäli päällystettä ei liimata kauttaaltaan tai kiinnitetä mekaanisesti alustaan, on erotteleva purku selkeästi helpompi toteuttaa. Tällöin myös esimerkiksi tasoitekerros voi säilyä purkamisen yhteydessä vahingoittumattomana ja uusi päällyste voidaan mahdollisesti asentaa suoraan vanhan tasoitteen päälle.

Kun lattiapäällysteen tekninen käyttöikä on umpeutunut, eikä sitä saada enää kunnostettua käyttökelpoiseksi, lattiapäällyste uusitaan. Uusimiskustannukset koostuvat vanhan

lattiapäällysteen poistamisesta, alustan kunnostamisesta ja uuden lattiapäällysteen asentamisesta sekä työhön liittyvistä aloittavista, ylläpitävistä ja lopettavista töistä. Uusimiskustannukset ovat yleensä hankintakustannuksia suuremmat.

Julkaisu esittelee muutaman vuoden takaisessa opinnäytetyössä kehitetyn Excel-laskentatyökalun eri materiaalien elinkaarikustannusten vertailuun. Työkaluun valittavat muutujat ja määriteltävät asiat ovat päällystemateriaali, tilan kulutusaste, likaisuus, kalustusaste, siivoustaajuus, pinta-ala, laskentakorkokanta sekä tarkastelujakson pituus. Elinkaarikustannukset lasketaan nykyarvomenetelmällä, jossa tulevaisuuden kustannukset diskontataan nykyhetkeen. Mikäli kustannukset eivät

kerry säännöllisesti, eli ovat kertaluontoisia tai niiden määrä vaihtelee, käytetään yksittäisen suorituksen nykyarvotekijää. Vuosittain samanlaisina toistuvat kustannukset lasketaan jaksollisten suoritusten nykyarvotekijällä. Kunnostus- ja uusimiskustannukset lasketaan yksittäisen suorituksen nykyarvotekijällä ja vuosittaiset siivouskustannukset jaksollisten suoritusten nykyarvotekijällä.

Oppikirja on tarkoitettu kaikille, jotka ovat tekemisissä betonilattioiden toteuttamisen ja siihen usein oleellisesti liittyvän kosteudenhallinnan kanssa.

Käytännöllistä ja konkreettisia esimerkkejä sekä selkeitä ohjeita sisältävää tietoa on tarjolla niin suunnittelijoille, urakoitsijoille kuin hankkeeseen ryhtyvillekin. •

### **An update completed to Concrete Association's 2007 publication Concrete Floor Moisture Management and Coating**

Moisture management of concrete floor structures has been under development in Finland since the 1990s. Further development is needed to improve the productivity of construction and this guidebook brings together the existing knowledge, incorporating also the latest trends, practices and developments.

The publication contains basic information on the moisture behaviour of concrete and the factors affecting it before and after coating. Structures and surface structures are discussed

in detail to enable the use of the correct moisture measurements for assessing coverability in the most appropriate way. Also included are damages, condition studies and life cycle and circular economy aspects.

The guidebook is only published in electronic format at this stage, as the Concrete Association is running a partly EU-funded development project (Low Carbon Well-Performing Concrete Floors), the results of which are aimed at developing an even closer assessment of the covering

performance taking into account the actual moisture transfer properties of concrete. The project ends this year, so more is on the way.

The guidebook is intended for all those involved in the construction of concrete floors and moisture management which is often intrinsically linked to it. It provides practical and concrete examples and clear guidance for designers, contractors, and project promoters alike.