

Virhekortin tarkoituksena on jakaa informaatiota toteutuneesta ja virheeksi tulkitusta ongelmatilanteesta, sen taustoista ja ennaltaehkäisemisestä. Virhekortista ei tule tehdä yleistyksiä kaikkia vastaavia tapauksia koskien, koska ongelmatilanteeseen ovat vaikuttaneet useat eri osasyt. Edellytyksenä virhekortin soveltamiselle on riittävä ammattitaito ja perehtyneisyys kyseessä olevaan erityisalaan, sen taustateorioihin, määräyksiin ja ohjeisiin. Virhekortit ohjaavat oikeisiin ratkaisuihin perustuen kortin laatimisasajankohdan määräyksiin, ohjeisiin ja alan käsikirjoihin. Virheeksi tulkittua ongelmatilannetta ei tule pitää rakennusvirheenä oikeudellisessa mielessä.

BETONILATTIARAKENTEEN PÄÄLLYSTETTÄVYYDEN ARVIOINNISSA TEHDYT VIRHEET JA NIISTÄ JOHTUVAT ONGELMAT

Pätevyslautakunta: Rakennusfysiikan suunnittelija

5.5.2020

1 Virhe

Uuden palvelurakennuksen maata vasten valetussa, alapuolelta solumuovivilevyillä lämmöneristetyssä 180 mm paksussa, kantavassa alapohjalaatassa havaittiin muovimattopäällysteisiin liittyviä ongelmia noin kahden vuoden käytön jälkeen:

- Muovimatot kupruilivat paikoin alueilla, joilla mekaaninen rasitus oli suurinta. Päällysteet olivat huonosti kiinni laajemminkin.
- Lattiapäällysteen alla oli kauttaaltaan silmännähtäviä muutoksia ja hyvin voimakas vaurioon viittaava haju.
- Lattiat olivat hyvin suuripäästöisiä FLEC-tekniikalla ehjän päällysteen päältä mitattuna ja päällysteen alta bulk-tekniikalla mitattiin yleisiin viitearvoihin nähden jopa monikymmenkertaisia VOC-potentiaaleja (ks. YM Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus -opas 2016).
- Sisäilmasta mitatut VOC-päästöt pysyivät korkeina, vaikka ilmanvaihtoa käytettiin jatkuvasti 24 h / 7 vrk.

Virheet havaittiin noin kahden vuoden kuluttua rakennuksen valmistumisen jälkeen ja tällöin sisäilman laatuun liittyviä käyttäjien havaintoja ei vielä ollut.



Kuvat 1 ja 2. Kupruja käytävällä ja silmännähtäviä vaurioihin viittaavia muutoksia maton alla. Tasoite on lähtenyt paikoin maton mukana, koska sementtiliimaa ei ollut poistettu kunnolla.

Merkittävimpanä syynä ongelmiin oli se, että rakentamisvaiheessa rakenteen riittävää kuivumista ennen päällystämistä ei varmistettu riittävällä laajuudella ja tarkkuudella. Kosteusmittausten perusteella lattiarakenteen oletettiin olevan riittävän kuiva, vaikka se todellisuudessa oli ollut pääosin aivan liian kostea. Lattioiden päällystettävyyden arvioinnissa tehtiin seuraavia virheitä:

- Rakennushankkeeseen ryhtyvä ei edellyttänyt erityistä tarkkaavaisuutta alapohjan kosteusteknisen toimivuuden varmistamisessa.
- Kosteusmittausten laatuun ei panostettu, vaikka paksuhko alapohjalaatta ja muovimattopäällyste tiedetään haasteelliseksi kokonaisuudeksi.
- Mittauskohtia ei valittu kosteustapahtumien (esim. paikallinen kastuminen) perusteella oletettavasti kosteimpiin kohtiin, eikä mittauskohtien edustamaa aluetta arvioitu mitenkään. Kun saatiin muutamasta kohdasta riittävän alhainen mittaustulos, koko alapohjan oletettiin olevan riittävän kuiva.
- Kosteusmittausten tarkkuutta ei huomioitu tulosten tulkinnassa. Mittausta ei tehty kaikilta osin RT-ohjekortin 14-10984 mukaisesti, joten juuri ja juuri riittävän kuivaksi tulkitut tulokset johtivat virhearvioon riittävästä kuivuudesta kauttaaltaan.
- Suurin osa mittauksista tehtiin ennen tasoittamista. Tasoitteen paksuus oli monin paikoin useita millimetrejä, mikä aiheutti alapuolisen betonin pintaosan kastumista. Pintaosien riittävää kuivumista tasoittamisen jälkeen ei varmistettu kosteusmittauksin ja muovimatto asennettiin ennen kuin tasoite ja betonin pintaosa ehtivät kuivua riittävästi.
- Laattaan asennettua lattialämmitystä ei käytetty ennen päällystystä tehostamaan kuivumista.
- Virheen syntymistä on saattanut edesauttaa lattialämmityksen käyttäminen tarpeettoman kovalla teholla rakennuksen käytön aikana.

2 Virheistä aiheutuvat ongelmat

Kaikissa maton avauskohdissa vauriot olivat selvästi nähtävissä (ks. kuva 2). Lisäksi muovimattojen vaurioitumiseen viittaavat 2-etyyli-1-heksanoli (2EH) emissiotuotot lattiapinnasta FLEC-tekniikalla mitattuna olivat useimmissa kohdissa korkeat (n. 1000 µg/m²h). Myös sisäilmapitoisuudet nousivat tehostetusta ilmanvaihdosta huolimatta tasolle 60 – 100 µg/m³, joka ylittää Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan (10 µg/m³) moninkertaisesti. Rakenteeseen kertynyt VOC-potentiaali näkyi mattopaloista määritetyissä bulk-VOC-pitoisuuksissa, jotka olivat mittauskohdissa vähintään 2000 µg/m³g ja monin paikoin tasolla 10000 µg/m³g. VOC-yhdisteitä oli myös absorboitunut betonirakenteeseen runsaasti. Lattialämmitys on tehostanut VOC-yhdisteiden lisääntymistä.

Muovimattojen paikoittaiseen irtoamiseen oli osasyynä huolimaton sementtiliimakerroksen poisto. Betonin kuivumiskutistuma aiheuttaa jännityksiä pintarakenteelle. Heikoin kohta on usein sementtiliiman alapinta, mikäli liiman pito ei ole merkittävästi heikentynyt liiallisessa kosteudessa.

3 Virheen korjaaminen

Korjaustarpeen arviointi

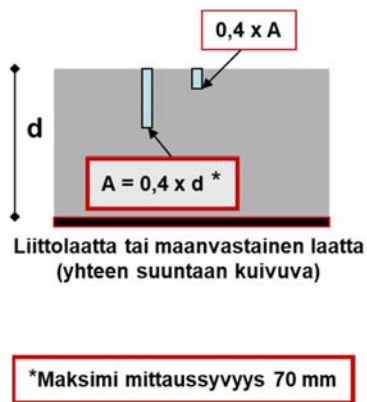
Ennen virheen korjaamista tulee tehdä kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Tutkimusraportissa esitetään korjauksen laajuus ja vaihtoehtoiset korjausmenetelmät. Korjaustyö, sen laadunvarmistus ja dokumentointi suunnitellaan ja toteutetaan huolellisesti.

Päällystyshetkellä betonin kosteusjakauma oli sellainen, että kosteuspitoisuus kaikilla päällystettävyyden määrittelyn syvyyksillä oli ohjeistuksia korkeampi, ks. kuvat 3 ja 4. Tällöin melko tiiviin homogeenisen muovimaton alapuolinen kosteuspitoisuus mattoliimassa nousi yli kriittisenä pidetyn 85 % RH rajan. Liiman ja maton kemiallinen vaurioituminen pääsi alkamaan

ja tämän seurauksena rakenteeseen muodostui VOC-yhdisteitä. Muutaman vuoden jälkeen yhdisteet alkoivat erittyä huoneilmaan muovimattojen läpi.

Edellä kuvatut seikat pystyttiin helposti päättelemään 2 – 3 vuoden kuluttua lattioiden päällystämisen jälkeen tehdyissä tutkimuksissa. Betonin kosteus oli tutkimuksissa päällystyshetkellä käytetyillä oikeilla mittaussyvyyksillä vasta likimain päällystyskelpoisuutta osoittavassa kosteuspitoisuudessa. Lattiapäällysteen alla oli kaikkialla selvä maton vesihöyrynläpäisevyyden ja siten päällystämisen jälkeen tapahtuneen kuivumisen osoittava kosteusjakauma 20 asteen lämpötilassa mitattuna:

- Mattoliiman kosteus ongelman selvitysmittauksissa alitti kauttaaltaan 76 %RH
- syvyydellä 0,4 x arvostelusyvyys (A) kosteuspitoisuus alitti 82 %RH
- syvyydellä A (40 % betonilaatan paksuudesta) kosteuspitoisuus alitti 87 %RH.



Päällystemateriaali	Betonin RH (%) arviointisyvyydellä A	Betonin ja/tai tasoitteen RH (%) pinnassa ja 1–3 cm:n syvyydellä
Muovimatot	85	75
Linoleumi	85	
Kumimatot	85	
Tekstiilimatot, tiivis alusta (pvc, kumi, kumilateksively) tai luonnonmateriaalista tehty	85	
Täyssynteettiset tekstiilimatot ilman alusrakennetta	90	
Muovi-, kumi-, linoleumilaatat	90	

Kuvat 3 ja 4. Mittaussyvyysien valinta maanvaraisessa alapohjassa ja tavoitekosteudet päällystämiseksi, lähde: Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet 2007.

Korjaaminen

Pahoin vaurioituneiden muovimattojen tapauksessa muovimatto ja sen alapuoliset tasoitteet tulee poistaa lujaan betonipintaan saakka ennen uusien pintarakenteiden asentamista. Korjaustavan valintaan vaikuttaa vaurioiden vakavuuden lisäksi se, miten nopeasti korjaus tulee tehdä ja mitä päällystettä jatkossa käytetään. Joskus korjauksissa halutaan vaihtaa päällyste toiseksi.

Lievempien vaurioiden tapauksessa ei aina ole pakko poistaa tasoitteita kokonaan ja joskus voidaan jäädä vain seuraamaan tilanteen kehittymistä esim. määräajoin tehtävillä sisäilman VOC-mittauksilla.

Alustaan absorboituneiden VOC-yhdisteiden pitoisuuden tulee alentua riittävästi ennen uudelleenpäällystystä. Se, kuinka pieneksi jäännöspitoisuudet tulee saada, riippuu tulevien päällysteiden tiivyydestä. Betoniin VOC-yhdisteet tunkeutuvat yleensä varsin huonosti, jolloin tyypillisesti enimmäkseen syntyneet yhdisteet poistuvat maton, liiman ja tasoitteen poistamisen yhteydessä. Yleensä jäännös-VOC-yhdisteet haihtuvat riittävästi kahden viikon tuuletuksella, ja haihtumista on mahdollista tehostaa nostamalla betonin lämpötilaa. Betonipinnan voimakas jyrskintä tehostaa myös VOC-yhdisteiden haihtumista, koska se tekee betonipintaan pientä halkeilua mahdollistaen hieman syvemmälle imeytyneiden yhdisteiden pääsyn nopeammin pintaan. Hionta ei tee em. halkeilua alustaan ja saattaa jopa tiivistää pintaa, jolloin yhdisteiden haihtuminen voi olla merkittävästi hitaampaa kuin jyrskitystä pinnasta. Haihtumisen riittävyttä voidaan tarkastella pinnasta paikan päällä tehtävillä FLEC-mittauksilla tai betonista irrotetuista paloista laboratoriossa bulk-tekniikalla.

Mikäli jäännös-VOC-yhdisteiden haihtuttamiselle ei ole riittävästi aikaa, voidaan usein uuden päällysteen alle asentaa hyvin tiivis yhdisteitä pidättävä ns. emissiosulkukerros. Käytettävän

aineen (tyypillisimmin epoksi) tulee olla testattu mattovaurioissa syntyville VOC-yhdisteille. Lujan, tasoitetun ja puhdistetun betonipinnan emissiosulkukerroksena voi joskus toimia myös uusi muovimatto, mikäli se on tiivis/ VOC-yhdisteitä hyvin pidättävä. Kapselointikerrosten ja muutenkin tiiviiden ainekerrosten kanssa tulee aina varmistua siitä, että alustan kosteus ei aiheuta uusia ongelmia. Tämä on tarkimmin huomioitava alapohjissa, joissa maaperän kosteus saattaa päästä betoniin.

Yhtenä mahdollisena erikoisratkaisuna voidaan käyttää VOC-yhdisteitä itseensä varastoivia välikerroksia jopa poistamatta alkuperäistä muovimattoa. Tällöin emissiosulku ja uusi kelluva lattiapäällyste asennetaan muovimaton päälle. Tämä voi olla erityisen tehokasta esimerkiksi, kun halutaan muovimattojen tilalle vaikkapa laminaatit absorptiokerroksen toimiessa laminaatin alusmateriaalina. Haasteeksi voi muodostua, että uudet pintarakenteet ovat paksumpia kuin vanhat, jolloin esimerkiksi ovet eivät mahdu aukeamaan.

Ennen lattioiden uudelleenpäällystyksiä tulee alustan kosteuspitoisuus tarkistaa riittävän monesta kohdasta ja syvyydeltä rakennekosteusmittauksin. Mittauskohtien valinnassa tulee huomioida lähtötilannekosteudet sekä mahdollisten tehokuivaustoimien kohdistukset.

Mikäli korjauksissa poistetaan tasoitteita ja/tai betonin pintakerrosta, tulee pölynhallintaan panostaa todella hyvin. Pölyttömäksi siivoaminen korjausten jälkeen tulee aina tehdä huolella, jotta ei aiheuteta uutta sisäilmahaittaa. On myös hyvä tiedostaa, että lattioista purkutöissä vapautuvat yhdisteet absorboituvat kaikille pinnoille ja pölyyn, joten pian korjausten jälkeen yhdistetuotot sisäilmaan saattavat jopa kasvaa. Samaan suuntaan vaikuttaa myös uusien materiaalien normaalit päästöt, joten siksikin tulee aina tarkoin selvittää, mitkä toimenpiteet todella ovat tarpeellisia.

4 Hyvän rakentamistavan mukainen ratkaisu

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakenteet suunnitellaan ja toteutetaan siten, että ne toimivat kosteusteknisesti oikein sekä ovat terveellisiä ja turvallisia.

Kosteudenhallinnan ennakkosuunnittelua edellytetään vuonna 2017 annetussa ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. Ennakkosuunnittelu lähtee kohteen rakentamisaikataulusta ja huomiota tulee kiinnittää suunnittelussa ja toteutuksessa betonilaadun valintaan, betonivalun jälkeiseen betonin jälkihoitoon, rakenteiden suojaamiseen/kastumisen estämiseen, hyvien kuivumisolosuhteiden luomiseen ja seuraamiseen, kosteustapahtumien dokumentointiin sekä kaikki em. seikat huomioiden edustavista kohdista tehtäviin riittävän tarkkoihin kosteusmittauksiin. Niiden tuloksia on tulkittava ottaen huomioon mittaustarkkuus, tasoitteen betonin pintaosiin tuoma lisäkosteus sekä päällysteiden vesihöyrynläpäisyominaisuudet.

Koska alapohjassa on lattialämmitys, on riittävän kuivuuden saavuttaminen erityisen kriittistä. Lattialämmitys aiheuttaa kosteuden siirtymistä syvemmältä rakenteesta päällysteen alle, joten on tärkeää käyttää lattialämmitystä mahdollisimman pitkään ennen lattian päällystystä. Liimattavien lattiapäällysteiden yhteydessä on lisäksi suositeltavaa käyttää matala-alkalista tasoitekerrosta.

Tavoitteena on, että päällystyskelpoisuus määritellään niin, että arvioidaan faktoihin perustuen, mitä aluetta kukin mittaustulos edustaa. Tässä arvioinnissa avainasemassa on jatkuva rakentamisaikainen kosteustapahtumien seuraaminen ja dokumentointi.

Riittävän kuivuuden arviointi lähtee siitä, että arvioidaan kuinka korkealle päällysteen alapuolinen kosteuspitoisuus voi korkeintaan nousta asennushetken kosteusjakaumasta (kosteuspitoisuus eri syvyyksillä rakenteessa). Arvioinnissa tulee huomioida tasoitteen kuivuminen, tasoittamisessa kostuvat betonin pintaosat sekä päällysteen kosteudenkesto- ja vesihöyrynläpäisyominaisuudet.

Yleisissä ohjeissa, kuten RT-kortissa RT 14-10984, annetaan perusohjeita eri rakenteiden tavoitekosteuksista ennen pinnoittamista, jotta pintarakennejärjestelmä ei joudu liian kovaan kosteusrasitukseen alapuolisesta kosteudesta. Myös monet muut kosteusjakaumat voivat olla mahdollisia, kunhan alustasta päällysteen alle tasaantuvan kosteuspitoisuuden voidaan osoittaa pysyvän riittävän alhaisena rakennuksen käytön aikana. Paksujen betonilaattojen yhteydessä on tapauskohtaisesti pohdittava, onko betonin kosteus mitattava myös syvemmältä kuin RT-kortissa 14-10984 esitetyltä maksimimitaussyvyydeltä.

5 Muuta

Sisäilmälähtöisen korjaustarpeen selvittämisessä tulee aina selvittää, mikä tekijä on kulloinkin ollut vaikuttamassa ongelmien syntyyn. Hyvät tutkimustavat on esitetty mm. YM Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus 2016 -oppaassa. Vaikka lattiapäällystettä usein epäillään ongelmien aiheuttajaksi, tulee aina selvittää myös muut mahdolliset tekijät, jotta korjaustoimet kohdistuvat oikeisiin asioihin oikealla laajuudella ja perusteellisuuudella, eikä tehdä turhia korjauksia.

Vaikka tämän kortin esimerkkitapauksessa päädyttiin korjaamaan kaikki lattiat, se ei useinkaan ole tarpeellista. Korjattavat alueet pystytään yleensä rajaamaan rakentamisaikaisten tapahtumien ja käytettyjen materiaalien selvittämisellä, pintakosteusilmaisimella ja rakennekosteusmittauksilla kartoittamalla sekä päällysteiden koeaukaisuista tehtävillä aistinvaraisilla tarkasteluilla. Selvitysten tueksi on yleensä tarpeen tehdä myös vähintään sisäilman VOC-mittauksia.

Lähteet

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta (782/2017).

STMa 545/2015 Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa III. Valvira, 2016.

Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. YM, 2016.

Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet. Suomen Betonitieto Oy, 2007.

Betonin suhteellisen kosteuden mittausta RT-ohjekortti 14-10984 Rakennustietosäätiö, 2010.

Avainsanat

Betoni, Betonirakenne, kosteus, lattiapäällyste, kosteusmittaus, muovimatto, VOC.