

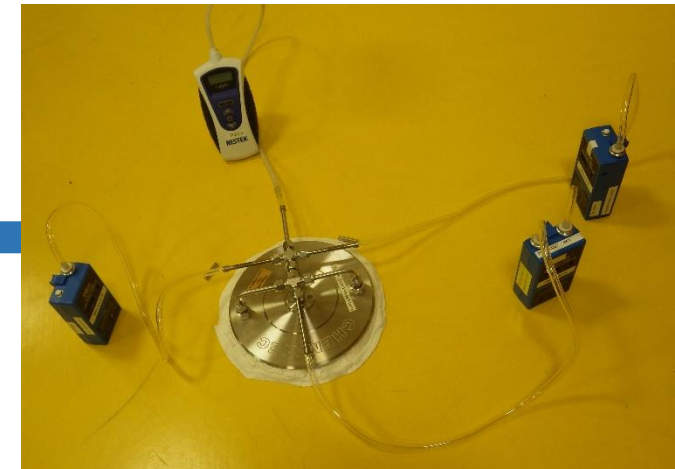
Muovipäälysteisten lattiarakenteiden kosteusvaurioiden tutkimusmenetelmän kehitys ja vertailu

Elina Manelius

5.6.2019

Lattiapinnoitteiden kosteusvauriotutkimusmenetelmät

- Hyvät tutkimustavat betonirakenteisten lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointiin (Keinänen 2013):
 1. Tutkimussuunnitelma ja tutkimushypoteesin muodostaminen
 2. Rakenne- ja kosteustekniset tutkimukset
 - Pintakosteusmittaukset, viiltomittaukset ja porareikämittaukset
 3. Sisäilman- ja materiaalien VOC-analyysit mikäli rakenne- ja kosteustekniset selvitykset antavat niille aiheutta
 - VOC-ilmanäytteet, FLEC-näytteet ja VOC-materiaalinäytteet
 - Aistinvaraiset havainnot



Lattiapinnoitevaurioiden tutkimisen käytännön haasteet

- VOC-ilmanäytteiden pitoisuudet jäävät tehokkaan ilmanvaihdon vuoksi pieniksi
- FLEC-näytteiden VOC-pitoisuudet jäävät pieniksi vaurioista huolimatta. Tiivis PUR-pinnoite ehkäisee päästöjen kulkeutumista.
- FLEC-mittausten pitoisuuksille ei ole saatavilla selkeitä viitearvoja
- FLEC-mittausten otto on kallista ja aikaa vievää, jolloin pyritään minimoimaan näytemäärä ja edustavuus voi kärsiä
- Muovimattotyyppien kirjavuus ja niiden ominaispäästöt aiheuttavat haasteita vaurioiden todentamiselle ja tulosten tulkinnalle
- Tutkimuksissa on saatu viitteitä siitä, että kosteusvaurioindikoivat yhdisteet 2-etyyli-1-heksanoli, 1-butanoli ja C9-alkoholit eivät välttämättä ole niitä, joille ihmiset oireilevat

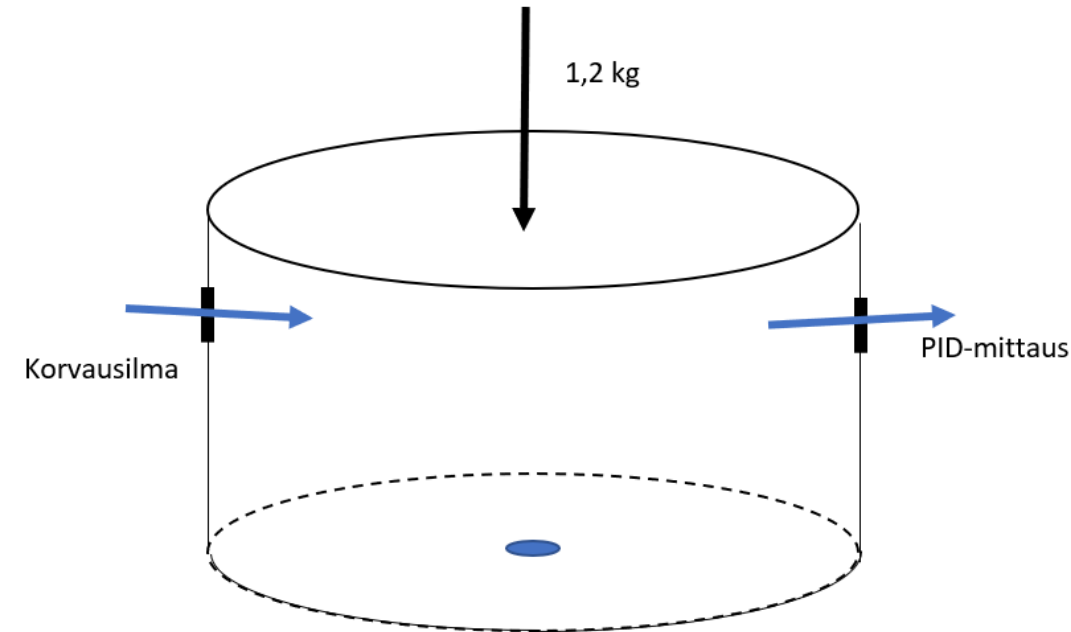
PID-mittarin hyödyntäminen lattiapinnoitevauriotutkimuksissa

- PID-mittari = fotoionisaatiodektori
- Mittarilla voidaan mitata ilman sisältämien VOC-yhdisteiden kokonaismäärää. Mittayksikkönä on ppm/ppb.
- Mittaria on perinteisesti käytetty pilaantuneiden maaperien ja vesistöjen tutkimiseen.
- Muutamissa opinnäytetöissä on mittaria pidetty potentiaalisena työkaluna lattiapinnoitteiden vauriotutkimuksissa (Wennström 2014, Lähdesmäki 2015)
 - Kyseisissä töissä mittaukset tehty viiltomittaustyypisellä (lattiapinnoitteeseen on tehty viilto ja pid-mittarilla on mitattu maton alapinnan VOC-pitoisuuksia)



PID-mittausmenetelmän kehitys

- Viiltomittauksena tehty PID-mittaus voi sisältää epätarkkuutta:
 - Näytteenottopinta-ala ei ole vakio ja ilmatilavuus vaihtelee
- Tampereen Yliopistossa ideoitiin mittaustekniikka, jota edelleen kehitettiin tässä opinnäytetyössä esitettyjen mittausten aikana
 - Muovimattoon tehdään reikä ja reiän päälle asetetaan 2,5 dl teräskuppi väärin päin. Kupin päälle asetetaan paino kupin tiivistämiseksi ja liikkeen estämiseksi. Kupin vastakkaisilla puolilla on kaksi saman suuruista reikää, joissa on helposti poistettavat tulpat. Toisesta reiästä suoritetaan pid-mittaus ja toinen toimii korvausilmareittinä.
 - Menetelmä pitää näytteenottopinta-alan ja ilmatilavuuden vakiona.



Mittausmenetelmän ajatusmaailma

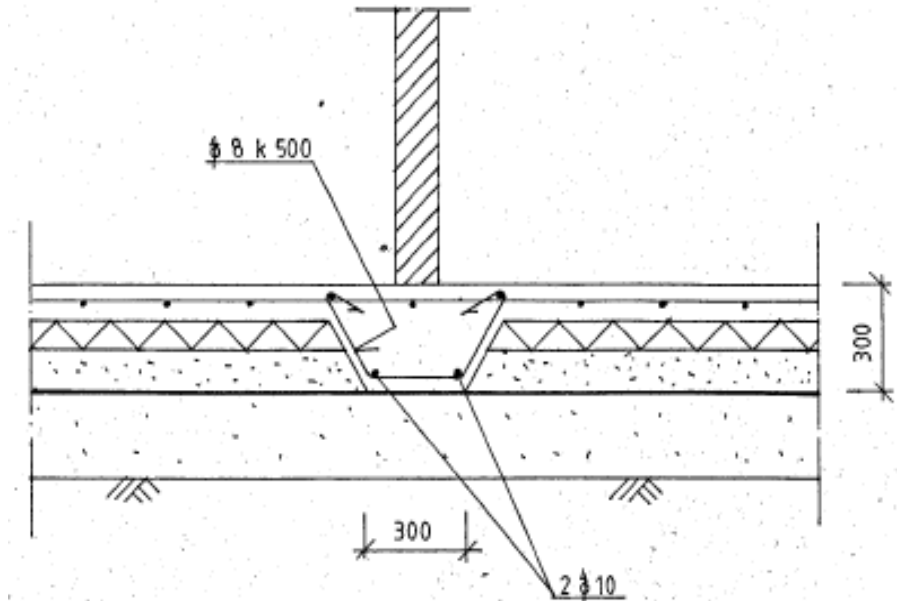
- Alkuperäisenä ideana oli
 - mallintaa paremmin mattojen todellisia päästöjä, kun muovimattoon tehdään vain pieni $\varnothing 8\text{mm}$ reikä, joita todellisuudessaakin voi matoissa esiintyä.
 - pitää matto mahdollisimman ehjänä ja korjaustarve jälkikäteen mahdollisimman pienenä
- Mittausten yhteydessä todettiin, että pitoisuudet jäävät pienelle tasolle kun mattoon tehdään pieni reikä, eikä vaurioituneiden ja vaurioitumattomien lattiapinnoitteiden välille saatu selviä eroja aikaiseksi
→ Mittauksissa varioitiin lopulta reiän koon vaikutusta $\varnothing 8\text{mm}$, $\varnothing 15\text{mm}$ ja $50 \times 50 \text{ mm}$ rei'illä

Kupin tiiviyyden merkitys

- Pohdittiin myös kupin ja lattian rajapinnan tiiviyyden merkitystä. Painosta huolimatta kuppi liikkui helposti lattialla eikä rajapinta vaikuttanut silmämääräisesti tiiviiltä. Todettiin, että rajapinta tulisi olla tiivis, jotta ilmavirtaukset pysyvät vakiona ja kuppi paikallaan.
- Testattiin tiivistystä valkotarralla ja tiivisterenkaalla
 - Päädyttiin tiivisterenkaan käyttöön helpon toistettavuuden ja asennettavuuden vuoksi
- Tiivistyksessä on otettava huomioon, että tiivistemateriaali aiheuttaa VOC-päästöjä, joiden todettiin olevan jopa 50-60 ppb:tä (merkittävä vaikutus, kun PID-tulokset ovat pieniä)
- PID-mittarin muodostaman ilmavirran ja tiivistyksen myötä kuppiin muodostuu merkittävä alipaine ($> 100 \text{ Pa}$) \rightarrow Maton alta imetään ilmaa, joten sitä heikommin mittaus vastaa todellisia olosuhteita

Tehdyt kenttämittaukset

- Tutkimuskohteena 1-tasoisien koulurakennuksen vuonna 1997 rakennettu laajennusosa
- Kohteeseen on tehty sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus vuonna 2014
 - Alapohjarakenteena maanvastainen betonilaatta alapuolisella lämmöneristeellä
 - Tutkimuksissa todettu viitteitä maakosteuden noususta väliseinälinjoilla
 - Väliseinien kohdalla betonilaatta paksumpi ja lämmöneristämätön
 - Muovimattopinnoitteena homogeeninen julkisen tilan muovimatto rakentamisvuodelta (1997)



Mittapisteeet ja mittaukset

- Mittauksilla ja näytteenotoilla vertailtiin ns. vaurioitunutta ja vaurioitumatonta lattiapinnoitetta keskenään.
- Tutkimukset kohdistettiin sekä väliseinien vierustoille että keskelle lattiaa
- Mittauksia tehtiin kolmesta tilasta ja mittapistettä oli kustakin tilasta 2 (yhteensä 6 kpl)
- Tehdyt mittaukset:
 - Pintakosteusmittaukset, viiltomittaukset
 - VOC-materiaalinäytteenotto muovimatosta
 - PID-mittaukset (ø8mm, ø15mm ja 50x50 mm reiällä)
 - Tehtiin VOC-materiaalinäytteenottokohdan ympärille



Kosteusmittaustulokset

- Väliseinien vierustoilla (mittapisteet 1, 3 ja 5) pintakosteudet ja suhteellinen kosteus muovimaton alapinnassa oli lattian keskiosaan verrattuna korkeammalla tasolla
- Väliseinien vierustoilla muovimaton alapinnan kosteusolosuhteet olivat muovimaton vaurioitumisen kannalta kriittisellä tasolla

Mittapiste	Pintakosteusmittaus Gann [-]	Suhteellinen kosteus [RH %]	Lämpötila [°C]	Abs. kosteus [g/m ³]
1	98	90	19,8	15,4
2	88	80	19,9	13,8
3	98	89	22,3	17,5
4	83	78	22,5	15,5
5	97	90	20,6	16,0
6	81	76	20,9	13,8

Sisäilman olosuhteet: 11 % RH, 21,4 °C, 2,1 g/m³

VOC-materiaalinäytetulokset

- Väliseinien vierustoilla (mittapisteet 1, 3 ja 5) muovimaton VOC-materiaalinäytteiden TVOC- ja 2-etyyli-1-heksanoli-pitoisuudet olivat hyvin korkealla tasolla
- Työterveyslaitoksen raja-arvo DEHP-pehmittimiä sisältävälle muovimatolle ylittyi myös tilan keskialueella
 - Raja-arvo TVOC:lle **200 µg/(m³g)**
 - Raja-arvo 2-etyyli-1-heksanolille **70 µg/(m³g)**
 - Mittauksissa ei pystytty mittaamaan selkeästi vaurioitumattomien lattiapinnoitteiden PID-pitoisuuksia

Mittapiste	TVOC [µg/(m ³ g)]	2-etyyli-1-heksanoli [µg/(m ³ g)]	C9-C10-alkoholit [µg/(m ³ g)]
1	3700	4240	130
2	960	1260	-
3	3100	3700	110
4	760	990	-
5	3900	4460	120
6	390	480	-

PID-mittaustulokset

- PID-mittausten pitoisuudet ovat sitä suurempia mitä suurempi on mattoon tehty reikä
- Ø8mm ja Ø15mm reiällä tehdyissä mittauksissa ei saada selkeitä eroja ns. vaurioituneen (mittapisteeet 1, 3 ja 5) ja vaurioitumattoman (mittapisteeet 2,4 ja 6) maton välille
- 50x 50mm reiällä erot ovat selkeämmät
- Samasta mittapisteeestä tehdyissä mittauksissa esiintyi vaihtelua

Mitta- piste	PID ø 8mm [ppb]			PID ø 15mm [ppb]			PID 50x50mm [ppb]		
	1. tulos	2. tulos	keski- arvo	1. tulos	2. tulos	keski- arvo	1. tulos	2. tulos	keski- arvo
1	111	83	97	326	132	218	1883	2385	2134
2	59	53	56	316	155	262	394	585	490
3	129	101	115	218	262	240	2176	1478	1827
4	55	65	60	176	165	171	421	390	406
5	76	75	76	206	228	217	2207	1519	1863
6	52	48	50	142	102	122	297	244	271

Mittausten korrelaatio

- Eri mittausten välille laskettiin korrelaatiokertoimia
- Korrelaatio on sitä parempi mitä isompi reikä mattoon on tehty
- Myös pienemmällä rei'illä korrelaatio on kuitenkin kohtalaisen hyvä

	Korrelaatio ø8mm	Korrelaatio ø15mm	Korrelaatio 50x 50 mm
TVOC – PID (keskiarvo)	0,78	0,86	0,99
2EH – PID (keskiarvo)	0,80	0,86	0,99
RH – PID (keskiarvo)	0,85	0,87	0,99
Gann - PID (keskiarvo)	0,86	0,85	0,97

Yhteenveto ja pohdintaa

- PID-mittaukset korreloivat hyvin muiden tehtyjen mittausten kanssa
- PID-mittausten pitoisuudet ja korrelaatio muiden mittausten kanssa kasvaa mitä suurempi reikä mattoon tehdään
 - Tämän seurauksena lattiapinnoite rikotaan selkeästi ja tutkimustilanne eroaa todellisesta käyttötilanteesta. Kuppiin muodostuva alipaine kasvattaa pitoisuuksia, mutta sitä huonommin tilanne edelleen vastaa todellisia olosuhteita
- Muihin tutkimusmenetelmiin verrattuna mittaus on nopeampi toteuttaa kuin materiaalinäytteenotto tai FLEC-mittaus. Mittauksia voidaan toteuttaa myös enemmän. Matto voidaan myös paikata tutkimusten jälkeen samalla palalla.
- Laitteen hankintahinta on korkea tutkimustahoille, joille tulee lattiapinnoitevauriokohteita vastaan harvemmin.

Jatkotutkimustarpeet

- Jotta menetelmä olisi käyttökelpoinen todellisissa lattiapinnoitevauriotutkimuksissa ja jotta sillä voitaisiin korvata tai vähentää muita näytteenottoja, tulee PID-mittausten ja muiden tutkimustapojen vertailua jatkaa.
- Jatkotutkimuksissa tulisi selvittää eri lattiatyyppien PID-mittausten tuloksia sekä vaurioituneissa että vaurioitumattomissa kohteissa todellisten viitearvojen muodostamiseksi
- Jatkossa tulisi myös selvittää tarkemmin kupin tiivistyksen merkitystä mittaustuloksiin