

VIILTOMITTAUKSET KUNTOTUTKIMUKSISSA

Simo Kinnunen
RTA5-opinnäytetyö

VAAHANEN



ESITYKSEN SISÄLTÖ

- Johdanto
- Tutkimuksen tavoite
- Aineisto ja menetelmät
- Tulosten käsittely ja tulkinta
- Johtopäätökset
- Yhteenveto
- Kiitokset
- Aikaa keskustelulle

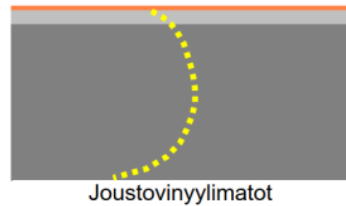
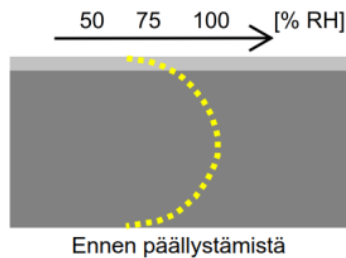
JOHDANTO

- Viiltomittauksessa mitta-anturi asennetaan joustavan lattiapäällysteen alle lattiapäällysteeseen tehtävän viillon kautta.
- Yksi tutkimusmenetelmä lattiapäällysteiden kunnon arvioinnissa.
- Tärkeä osa lattiapäällysteen kunnon arviointia, sillä vain pintarakenteeseen kontaktissa olevan rakenteen pinnan kosteudella on merkitystä pintarakenteiden mahdolliseen vaurioitumiseen.
- Tehty Suomessa yli 20 vuoden ajan.
- Mittaustekniikkaa on kuitenkin tutkittu todella vähän siihen nähden, kuinka yleisesti käytettävä mittaussmenetelmä se nykyisin on.
- Viiltomittausten luotettavuutta on joskus kritisoitu (epäilty, että saadaan todellista korkeampia mittaustuloksia).

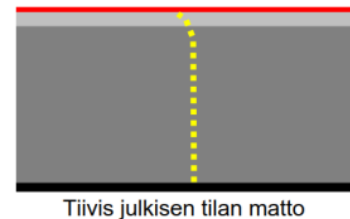
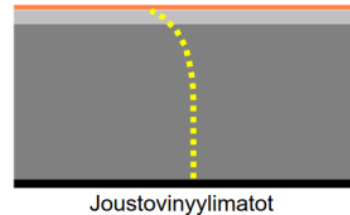
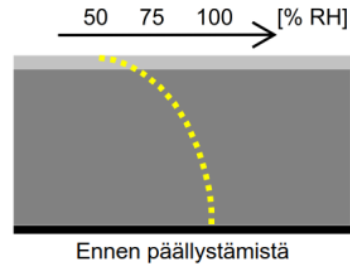
JOHDANTO

Oletettu kosteusprofiili

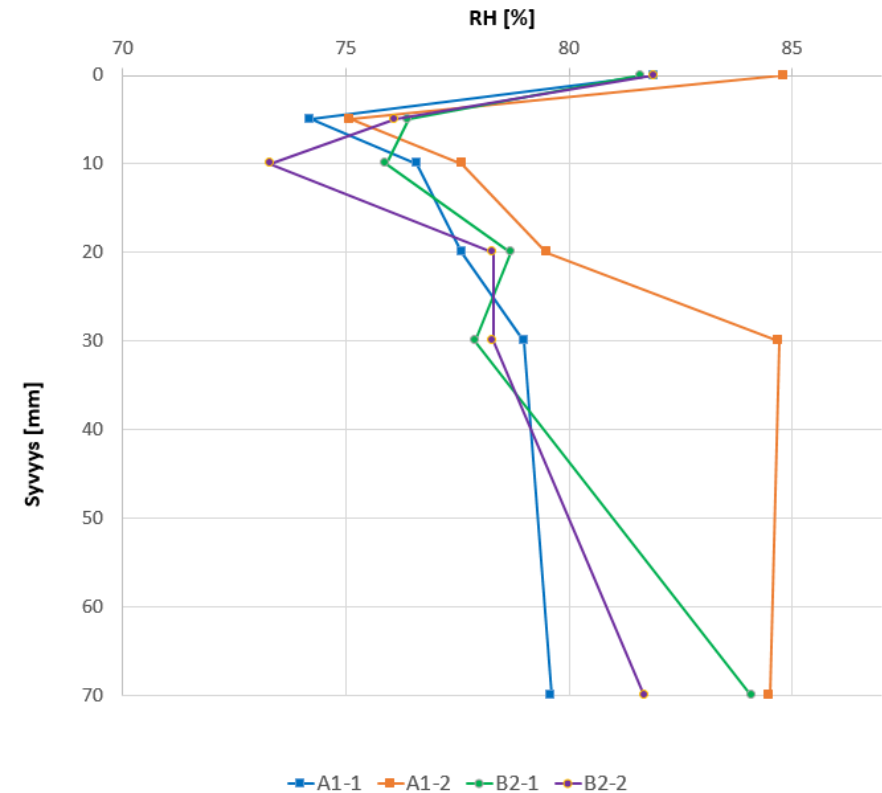
KAHTEET SUUNTAAN KUIVUVAT RAKENTEET



YHTEEN SUUNTAAN KUIVUVAT RAKENTEET



Epälooginen kosteusprofiili



TAVOITE

- Käsitellä viiltomittauksiin liittyvää teoriaa laajasti.
- Selvittää viiltomittaustuloksiin vaikuttavia tekijöitä.
- Arvioida viiltomittausten soveltuvuutta lattiapäällysteen kunnon arviointiin.
- Antaa riittävä ohjeistus viiltomittausten oikeaoppiseen suorittamiseen.
- Lisäksi yli 20 vuoden käytön ja yleisen tunnettuuden takia yhtenä ”tavoitteena” oli, että nyt voitaisiin vihdoinkin luopua *ns.* –etuliitteen käytöstä viiltomittauksista puhuttaessa.

AINEISTO JA MENETELMÄT

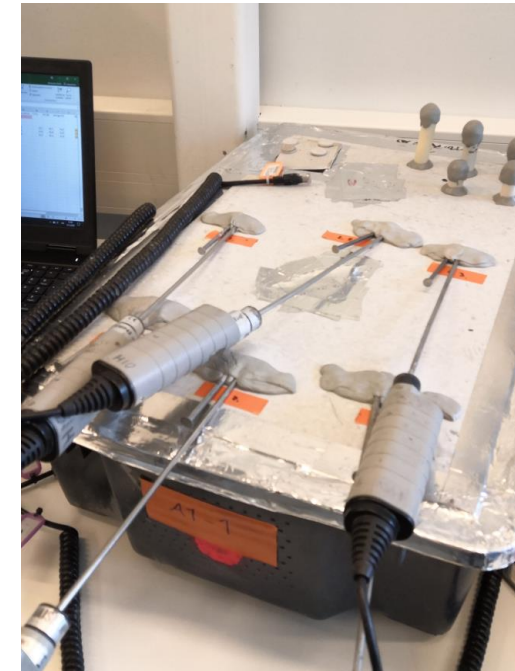
AINEISTO JA MENETELMÄT: LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI

- Viiltomittausten luotettavuutta arvioitiin:

1. Kuntotutkimusraporttien pohjalta

2. Laboratoriossa suoritetuin mittauksin

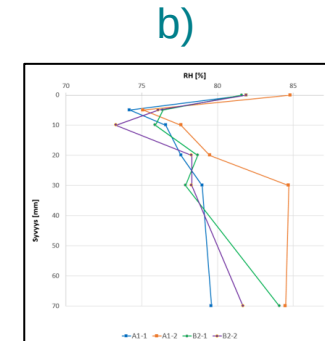
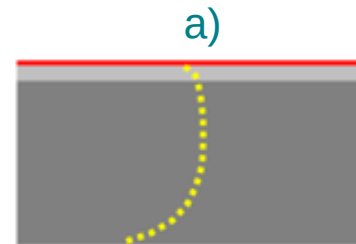
Kohde	Määrä [kg]	KH [%]	Enn. la. [%>3]	Menetelmä	Kat.	Rak.	Materiaalit ja muut huomiot
A	1/5	70...85	15	PR	✓	AP (M/V)	Muovimatto, ikä noin 30 vuotta. Tarkemmat materiaalit eivät ole tiedossa.
B	19/22	80...90	14	PR/NP	✓	AP ja VP (OL)	Tiivis julkisen tilan muovimatto, ikä noin viisi vuotta. Akryyripohjainen dispersiolima. Rakennekosteusmittauksia näytelä- ja porareikämittauksin. Ensimmaisessä kerroksessa lattialämmitys.
C	0/2	50...65	-	PR	✓	VP (OL)	Tiivis pohjaisen tehotilipohjainen muovimatto, ikä noin yhden vuoden. Liima akryyripohjainen dispersiolima.
D	0/1	95	-	PR	✓	VSS-katto	Kumimatto, ikä arviolta > 10 vuotta.
E	21/25	70...95	6	PR/NP	✓	VP (OL)	Tiivis julkisen tilan muovimatto, ikä noin kuusi vuotta. Dispersiolima. Pintaa (5 mm) on mitattu neljällä kolmalla näytelämittauksella, muuten mittaukset porareikämittauksilla.
F	3/3	85...100	5	PR	✓	AP (M/V)	Muovimatto, ikä arviolta noin 30 vuotta.
G	6/6	80...95	5	PR/NP	✓	AP ja VP (OL)	Tiivis julkisen tilan muovimatto, ikä noin kahdeksan vuotta. Liimatyypistä ei tiedossa, liimaa verrattain runsaasti. Pintaa (5 mm) on mitattu kaikissa kuudessa mittauspaikassa näytelämittauksella, muuten mittaukset porareikämittauksin.
H	0/2	55...60	-	NP	✓	VP (OL)	Akelläänieristetty tiivis julkisen tilan muovimatto, ikä noin 4 vuotta.
I	1/9	65...80	11	PR	*	VP (OL)	FUR-pinnoitettu julkisen tilan muovimatto, ikä noin yhdeksän vuotta. "Kallibroimista ei ole mainintaa raportissa.
J	8/9	85...95	9	PR	✓	AP ja VP (OL)	Tiivis julkisen tilan muovimatto, ikä noin yhden vuoden. Maton alla ei ollut havaittavissa mitään tavanomaisesta poikkeavaa.
K	0/5	80...90	-	PR	✓	AP (M/V), maaperä	FUR-pinnoitettu julkisen tilan muovimatto, ikä noin viisi vuotta. Dispersiolima.
L	10/25	80...95	5	PR/NP	✓	AP (M/V), VP (KL)	Tiivis julkisen tilan muovimatto, ikä noin kaksi vuotta.



AINEISTO JA MENETELMÄT:

1. KUNTOTUTKIMUSRAPORTIT

- Vahasen sekä muutaman muun toimijan mittausraportteja vuosilta 2009-2019 tarkasteltiin yhteensä **15 kohteen** osalta.
- Tarkasteltuja **mittapistejä** saatiin koottua yhteensä **137 kpl.**
- Yhdellä mittapisteellä tarkoitetaan kohtaa, josta on mitattu viiltomittauksen lisäksi vähintään yhdeltä syvyydeltä alustarakenteen rakennekosteutta porareikä- tai näytepalamittauksella.
- Tarkasteltavien raporttien joukossa oli:
 - a) Raportteja, joiden mittaustulokset olivat lähtöolettan perusteella keskenään linjassaan.
 - b) Raportteja, joiden viiltomittauksen ja pintaosan rakennekosteusmittauksen välillä oli havaittu epäloogisuutta kosteusjakaumassa.



AINEISTO JA MENETELMÄT:

2. LABORATORIOKOEET

- Kokeessa tehtiin viiltomittauksia yhteensä kahdeksalla eri variaatiolla.
 - Mittausvariaatiota testattiin kolmella rinnakkaisella mittauksella mittausjärjestelyistä johtuvien mittavirheiden minimoimiseksi.

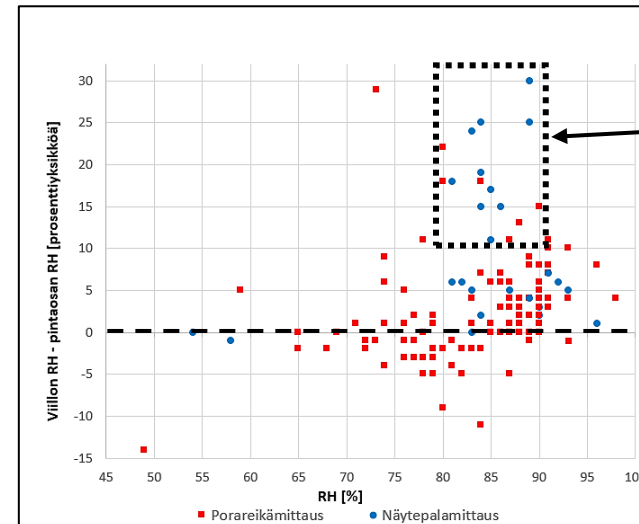
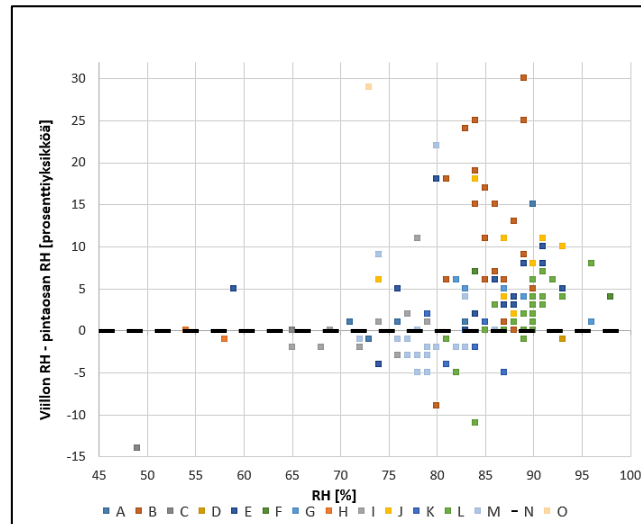
Nro	Mittaus	Tavoite/mittauksen syy
1	nykyohjeistuksen mukaisesti sekä pitkät mittausajat (15 min...48 h)	kemiallisten yhdisteiden vaikutus kapasitiivisiin antureihin
2	mahdollisimman pienen ilmatilan teko mittapäälle	maton ja alustan välisen ilmatilan koon vaikutus
3	tasoitekerroksen ja liiman pinnan rikkominen	liimasta mahdollisesti vapautuvan kosteuden vaikutus mittaustuloksiin
4	tavallista suuremman avauksen teko mittapään asentamiseksi	liiman kuivuminen avatun mattopalan kohdalta mittapäättä asennettaessa
5	suurehkon ilmatilan teko mittapäälle	maton ja alustan välisen ilmatilan koon vaikutus
6	mittapään asennus ilmatilan perälle kiinni muovimattoon	mittapään asemoinnin vaikutus
7	viillon tiivistys vain mittalaitteen päältä	kittauksen vesihöyrynläpäisevyyden merkitys
8	viivästetty mittaus (tehdyn viillon tiivistys ja mittapään asennus myöhemmin 1h, 4h ja 24 h)	ilmatilan työstössä vapautuvan materiaalikosteuden huomioon ottaminen kuten pora-reikämittauksissa (tasaantumisaika)

TULOSTEN KÄSITTELY JA TULKINTA

TULOSTEN KÄSITTELY:

1. KUNTOTUTKIMUSRAPORTIT

- Viiltomittausten ja pintaosan porareikä- ja näytepalamittausten välinen ero vaikuttaisi painottuvan nollatason yläpuolelle.
- Hieman alle puolet sijoittui nollatasolle ± 3 % RH tarkkuudella.
- Hieman alle $\frac{3}{4}$ sijoittui nollatasolle ± 6 % RH tarkkuudella.
- Kosteuspoikkeamat ovat selvästi suurimpia 80...90 % RH viiltomittaustulosten välillä.



11/16 samasta
kohteesta

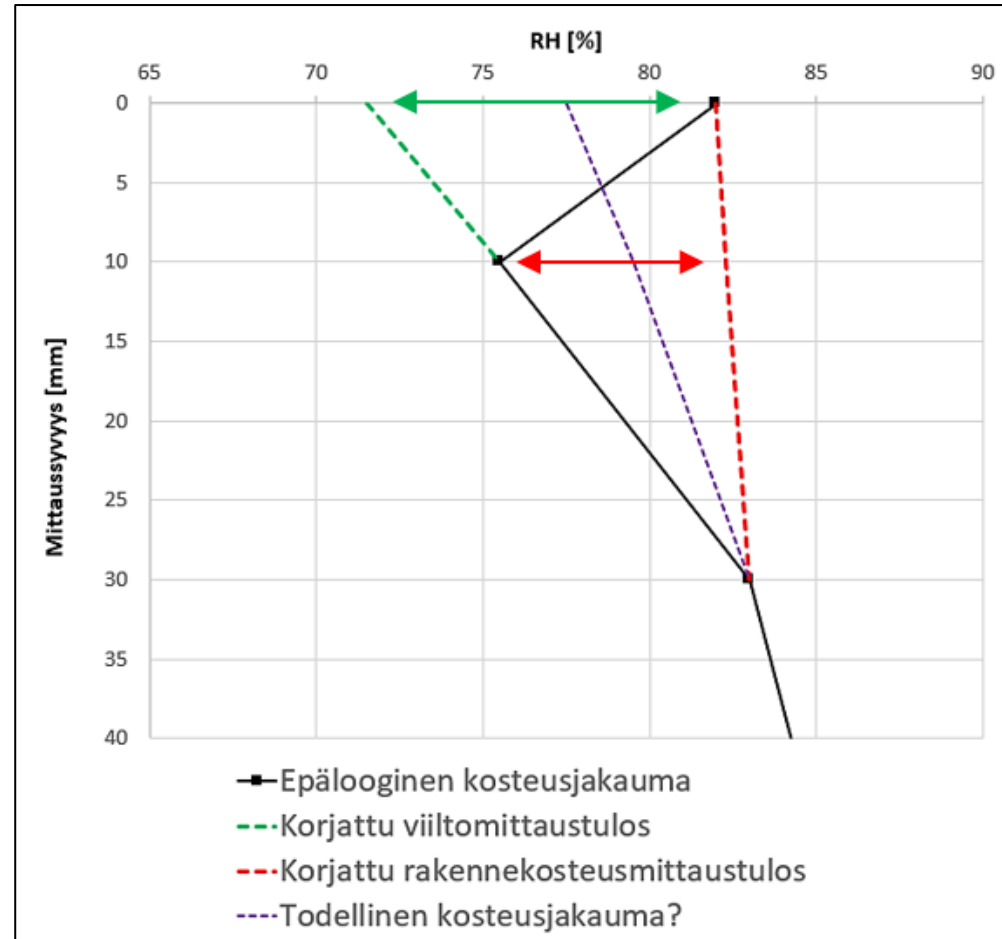
TULOSTEN TULKINTA:

1. KUNTOTUTKIMUSRAPORTIT

1. Todennäköisesti epäloogiset kosteuspoikkeamat korostuvat viiltomittauksien tulosten 80...90 % RH välillä, sillä kosteusmittaukset painottuvat määrällisesti lattiapäällysteiden vaurioselvityksissä tapauksiin, joissa ollaan lähellä kriittistä kosteuspitoisuutta (tutkimusaineiston viiltomittauksista noin $\frac{3}{4}$ välillä 75...90 % RH).
2. Pienikin lämpötilaero voi aiheuttaa merkittävän mittavirheen.
 - 1 °C lämpötilaero sisäilman ja rakenteessa olevan mitta-anturin lämpötilanäyttämän välillä voi aiheuttaa ± 5 % RH –yksikön suuruisen mittavirheen.
3. Kemialliset yhdisteet vaikuttavat kosteusmittauksissa käytettäviin mittapäihin nykytietämyksen mukaan kosteuskorkeuksia laskevasti.
 - Tämän laskevan vaikutuksen takia olisi jopa loogisempaa epäillä, että pintaosan epälooginen kosteuskorkeus johtuu viiltomittauksien sijasta porareikä- ja näytepalamittauksien todellista matalammista mittauksista.

TULOSTEN TULKINTA:

1. KUNTOTUTKIMUSRAPORTIT

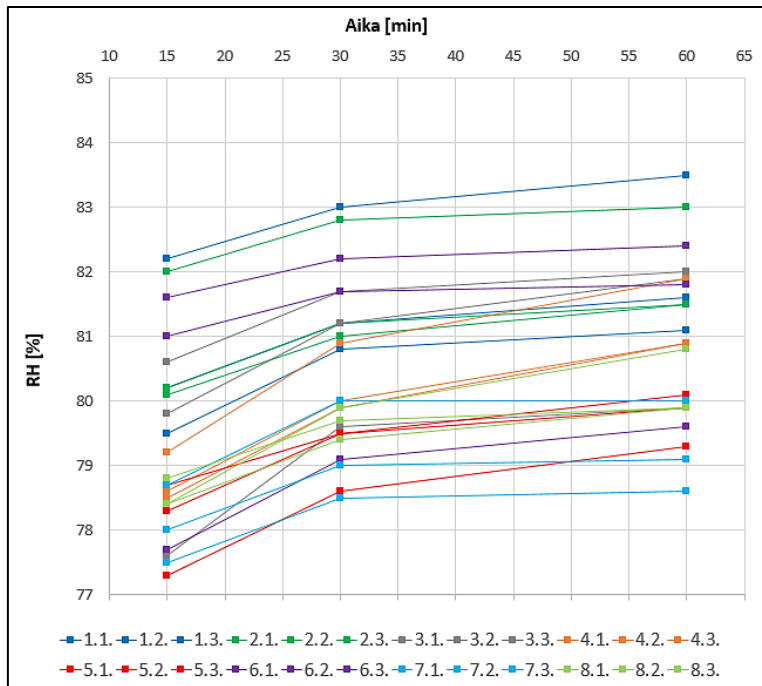


TULOSTEN KÄSITTELY:

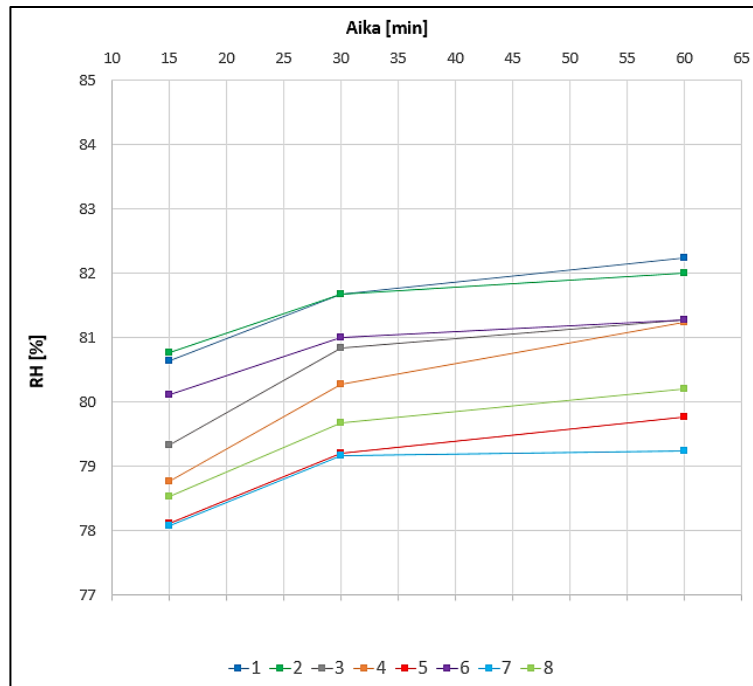
2. LABORATORIOKOEET

- Laboratoriokokeiden mittaustuloksia kuvaajissa esitettynä:

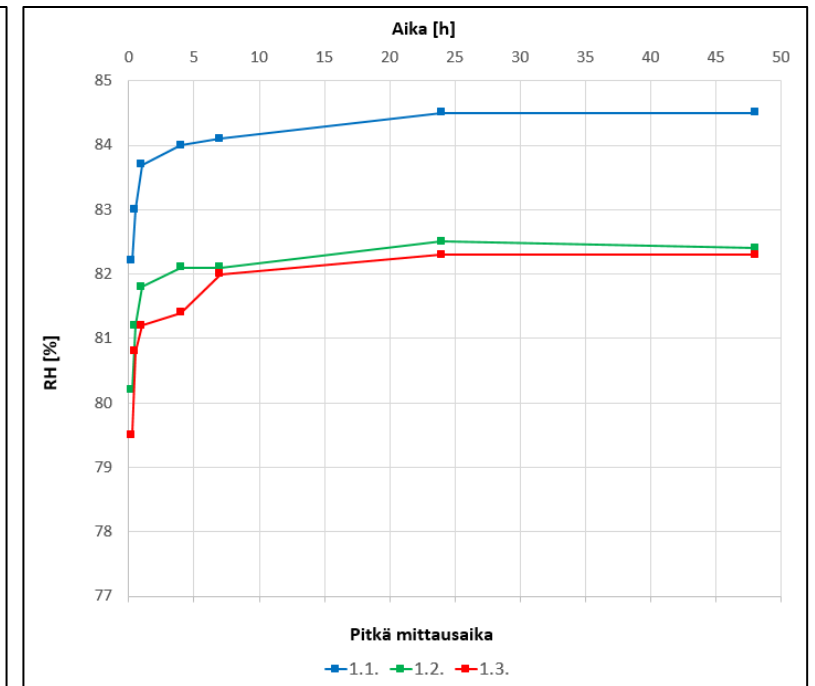
Kaikki viiltomittaukset:



Variaatiokohtainen keskiarvo:



48 tunnin mittausajat:



TULOSTEN TULKINTA:

2. LABORATORIOKOKKEET

1. Eri mittausvariaatioilla saatiin hyvin samansuuntaisia mittaustuloksia ja tulokset olivat varsin loogisia.
2. Eri kosteuspitoisuuksissa mitta-anturien tasaantumisnopeuksissa ei ollut havaittavissa eroja.
 - Todennäköisesti suhteellisen kosteuden pitoisuuserot olivat niin pieniä, ettei eroa voitu havaita.
3. Mikäli tutkimuksessa suoritettujen 48 tunnin mittauksia voidaan pitää ”absoluuttisen tarkkana” liimakerroksen kosteuspitoisuutena, tutkimustulosten perusteella noin 80 % RH kosteudessa saadaan:
 - 15 minuutin mittausajalla noin 2,0...2,5 % RH –yksikköä todellista matalampia kosteuspitoisuuksia.
 - 30 minuutin mittausajalla noin 1,0...1,5 % RH –yksikköä todellista matalampia kosteuspitoisuuksia.
4. Edes 48 tuntia kestäneessä mittauksessa ei havaittu kemiallisten yhdisteiden mittaustuloksia laskevaa vaikutusta.
 - Todennäköisesti koekappaleissa kemiallisten yhdisteiden pitoisuudet olivat niin pieniä, ettei niillä ollut vaikutusta mitta-anturien toimintaan.

JOHTOPÄÄTÖKSET

JOHTOPÄÄTÖKSET

1. LUOTETTAVA MITTAUSMENETELMÄ

- Laboratoriokokeiden perusteella viiltomittausten tarkkuutta voidaan pitää varsin **hyvänä** tekotavasta riippumatta, mikäli rakenteen ja mitta-anturin välillä **ei ole** juurikaan **lämpötilaeroa**.
- Kenttätutkimuskäytössä viiltomittaukset ovat **nopea**, kohtalaisen luotettava ja hyvä ”**skriinausmenetelmä**” ongelmakohtien tunnistamiseen.

2. NYKYOHJEISTUS HYVÄ

- Tämän tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että nykyohjeistuksen mukainen mittaussmenetelmä on **kenttätöihin** varsin **hyvin soveltuva**.
- Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan saatu selvitettyä tarkkaa syytä viiltomittausten ja pintaosan porareikä- tai näytepalamittausten väliselle epäloogisuudelle.
 - Todennäköisesti **epäloogisuutta selittävät tekijät** ovat **kemialliset yhdisteet, matalien porareikien epäluotettavuus** sekä mittaushetkiset **lämpötilaerot**.
 - Aihe vaatisi tarkempaa tutkimista näiden tekijöiden osalta.

JOHTOPÄÄTÖKSET

3. MITTAUSAJAN PIDENTÄMINEN

- Viiltomittauksia on tehty yli 20 vuoden ajan, minkä vuoksi tulosten tulkinta on vakiintunut noin 15 minuutin tasaantumisajan perusteella.
- Lähellä kriittistä kosteuspitoisuutta (85 % RH) **mittausajan pidentäminen** 15...20 minuutista noin 30 minuuttiin on tietyiltä osin perusteltua **mittaustarkkuuden parantamiseksi** ainakin tutkimuksissa, joiden perusteella tehdään päätöksiä suurista korjauslaajuuksista.
- Jos tutkimuksissa käytetään aiempaa pidempiä mittausaikoja, tullaan mittaustuloksiksi saamaan hieman **aiempaa korkeampia** suhteellisen kosteuden arvoja ja tämä on **otettava huomioon** tuloksia tulkittaessa.
 - On tärkeää ymmärtää, että aiempaa korkeammista mitatuista kosteuspitoisuuksista huolimatta todellinen kosteuspitoisuus maton alla on sama mittausajasta riippumatta.

JOHTOPÄÄTÖKSET

4. KOSTEUSPROFIILIN MÄÄRITYS

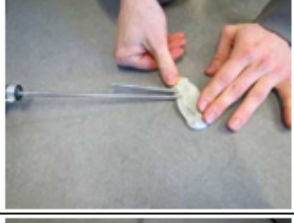
- Viiltomittausten yhteydessä olisi **suositeltavaa selvittää** rakenteen **kosteusprofiili** rakennekosteusmittauksin virhelähteiden havaitsemiseksi, luotettavuuden parantamiseksi ja kokonaiskuvan muodostamisen helpottamiseksi ainakin niissä tapauksissa, joissa liimakerroksen kosteuspitoisuus on lähellä kriittistä kosteuspitoisuutta, eli käytännössä 75...95 % RH.

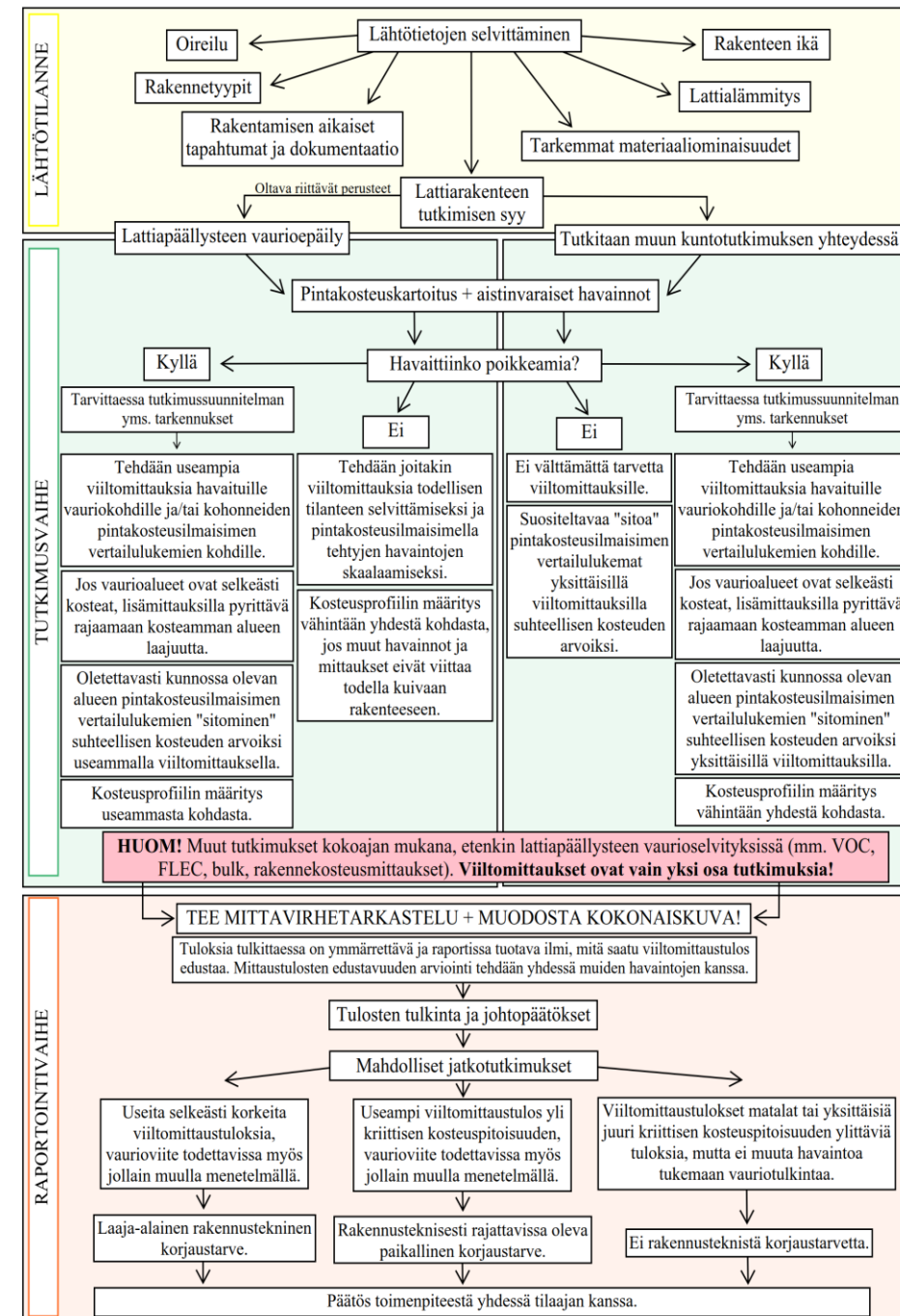
5. VIILTOMITTAUKSET OSA KOKONAISUUTTA

- Lattiapäällysteiden korjaustarpeen arvioinnissa viiltomittausten **absoluuttista tarkkuutta tärkeämpää** on kuitenkin tehdä kunnollinen ja pohtiva **mittavirhetarkastelu**.
- Korjaustarvetta selvitetessä viiltomittausten ohella tulee käyttää muita tutkimusmenetelmiä ja arvio lattiapäällysteiden kunnosta on tehtävä **kokonaisuutta** arvioiden, ei yksittäiseen mittaustulokseen perustuen.

YHTEENVETO

- Viiltomittaukset ovat varsin hyvin kenttätutkimuksiin soveltuva, nopea ja kohtalaisen luotettava ”skriinausmenetelmä” ongelmakohtien tunnistamiseen.
- Lämpöolosuhteilla on merkittävä vaikutus kosteusmittaustuloksiin.
- Kemialliset yhdisteet voivat suurissa pitoisuuksissa vaikuttaa kosteusmittauksissa käytettäviin mittapäihin nykytietämyksen mukaan kosteuslukemia laskevasti.
- Lattiapäällysteiden vaurioitumista on arvioitava kokonaisuutena ja mittaustuloksille on tehtävä mittavirhetarkastelu.
 - Viiltomittaukset ovat yksi apuväline kokonaiskuvan muodostamisessa!

	1. Tee viilto lattiapäälysteeseen mattoveitsellä. Sopiva viillon pituus on noin 7...8 cm.
	2. Irrota päälyste varovasti alustasta viillon kautta esimerkiksi puukolla. Arvioi mattoa irrottaessa lattiapäälysteen tartuntaa alustansa. Vältä alustan eli tasoitteen (tai betonipinnan) naarmuttamista. Tee avauksen kautta nopeasti aistinvaraisia havaintoja liiman koostumuksesta ja väristä sekä alapuolisista hajuista suuntaa antavan kosteuspi-toisuuden arvioimiseksi.
	3. Asenna kosteusmittapää kiilaa (esimerkiksi naulaa tai kumitulppaa) apuna käyttäen viillon kautta maton alle. Kiilakappale toimii mekaanisena tukena ettei mitta-anturi vaurioitu maton puristuksesta.
	4. Tiivistä viiltokohta huolellisesti kittaamalla. Asenna kittiä myös huolellisesti kiilan ja mittapään alle. Tiivistyksen ja tiivistykseen käytetyn kitin tulee olla vesihöyrytiivis. Aseta toinen mittapää lähelle viiltokohtaa sisäilman mittaolosuhteiden selvitystä varten. Kirjaa mittauksen aloitusaika mittauspöytäkirjaan.
	5. Anna mittapään tasaantua viillossa noin 15...30 minuuttia. Kirjaa lukulaitteen ilmoittama suhteellinen kosteus, lämpötila ja absoluuttinen kosteus maton alapuolelle asetetusta sekä sisäilman olosuhteita mittaavasta mittapäästä lukulaitteella. Kirjaa myös lukemien ottoaika mittauspöytäkirjaan.
	6. Poista mittapää ja naula viillosta. Avaa mattoa hiukan enemmän ja tee tarkemmat aistinvaraiset havainnot tasoitteen kunnosta, liiman koostumuksesta, väristä, määrästä, mahdollisista kampausrakenteista sekä maton alapuolisista hajuista. Ummista viiltokohta väliaikaisesti teippaamalla esimerkiksi ennen viiltokohdan lopullista korjausta.



KIITOKSET

- Kiitokset kuulijoille!
- Kiitokset myös opinnäytetyön ohjausryhmälle:

Heikkinen Yhtiöt Oy

Helsingin kaupunki

Kiilto Oy

Kährs Oy

Lattian- ja seinäpäällysteliitto

Ramboll Finland Oy

Skanska Oy

Vahnen Rakennusfysiikka Oy

Vaisala Oy

Jarmo Heikkinen

Anna Saarinen

Petri Heljo

Tomi Tehomaa

Jari Lahtinen

Timo Turunen

Tero Niemelä

Katariina Laine, Sami Niemi

Lars Stormbom



KYSYMYKSIÄ?