

TUTKIMUSRAPORTTI

HIEKKAHARJUN KOULU ENSIMMÄISEN KERROKSEN KORJAUSALUEIDEN LATTIARAKENTEIDEN KOSTEUSMITTAUSSEURANTA

18.3.2013



18.3.2013

Sisällys

1	Yleistiedot.....	3
1.1	Tutkimuskohde.....	3
1.2	Tutkimuksen tilaaja	3
1.3	Tutkimuksen tavoite	3
1.4	Tutkimusajankohta.....	3
1.5	Tutkimuksen tekijä ja projekti	4
1.6	Tutkimuskohteen/ -alueen kuvaus ja käytössä olleet lähtötiedot	4
2	Tutkimusvälineet ja – menetelmät.....	6
3	Havainnot ja mittaustulokset	7
3.1	Aistinvaraiset havainnot	7
3.2	Rakennetarkastelut ja niiden havainnot	9
3.3	Mittaustulokset	9
3.3.1	Pintakosteuskartoitus.....	9
3.3.2	Rakennekosteusmittaukset	9
4	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	15
4.1	Mittaustarkkuustarkastelut	15
4.2	Tulosten tarkastelu.....	15
4.3	Johtopäätökset.....	16
4.4	Muut havainnot	17
5	Toimenpide-ehdotukset.....	17



18.3.2013

1 Yleistiedot

1.1 Tutkimuskohde

Hiekkaharjun koulu
Talkootie 37
01350 Vantaa

1.2 Tutkimuksen tilaaja

Vantaan kaupunki
Tilakeskus
Ulla Lignell
Kielotie 13
01300 Vantaa

1.3 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa koulun ensimmäisen kerroksen maanvaraisen alapohjarakenteen kosteustilannetta kuvassa 1 esitetyltä alueelta ainetta rikkomattomin sekä rakenteisiin ulottuvin tutkimuksin. Tutkimuksissa keskityttiin 2005...2006 tehdyssä peruskorjauksessa uusittujen viemäriinjojen kohdille. Kyseisiin uusittuihin viemäriinlinjoihin on vuonna 2010 kohdistettu korjauksia maaperän kosteuden kapillaarisen nousun mahdollistaneen rakenteen vuoksi syntyneiden laajojen kumimattokupruilujen vuoksi.

1.4 Tutkimusajankohta

- 7.2.2013 Kenttätyöt kohteessa
- aistinvaraiset tarkastelut
 - lattiarakenteen pintakosteuskartoitus
 - lattiapäällysteen alapuoleiset suhteellisen kosteuden mittaukset (viilto-
mittaukset)
 - alapohjarakenteen rakennekosteusmittaukset (näytepalamittaukset,
porareikämittausten porareikien poraukset, putkitukset, puhdistuk-
set ja tiivistykset)
- 8.2.2013 Lukemien otto näytepaloista



18.3.2013

- 11.2.2013 Kenttätyöt kohteessa:
- lattiarakenteen pintakosteuskartoitus
 - lattiapäällysteen alapuoleiset suhteellisen kosteuden mittaukset (viilto-
mittaukset)
 - mittapäiden asennukset porareikämittausten 7.2.2103 asennettuihin
mittausputkiin
 - lukemien otto porareikämittauksista
 - mittausjärjestelyjen purku ja tilapäispaikkaukset

1.5 Tutkimuksen tekijä ja projekti

Vahanen Oy
Linnoitustie 5
02600 Espoo

Eero Salo,
Vanhempi asiantuntija, Rkm
puh. 050-5887028

KOS 2795/ 1

1.6 Tutkimuskohteen/ -alueen kuvaus ja käytössä olleet lähtötiedot

Tutkimuksen kohteena oli 1973 valmistuneen koulurakennuksen ensimmäisen kerroksen kuvaan 1 rajatun alueen alapohjarakenteet. Koulurakennus on peruskorjattu vuosina 2005 ... 2006. Peruskorjauksen jälkeen lattioihin asennetut kumimatot ovat irronneet paikallisesti alustastaan aiheuttaen laajoja mattokupruja. Pääkäytävän kumimatot on uusittu kertaalleen peruskorjauksen jälkeen. Uusitutkin kumimatot irtoivat paikallisesti alustastaan.

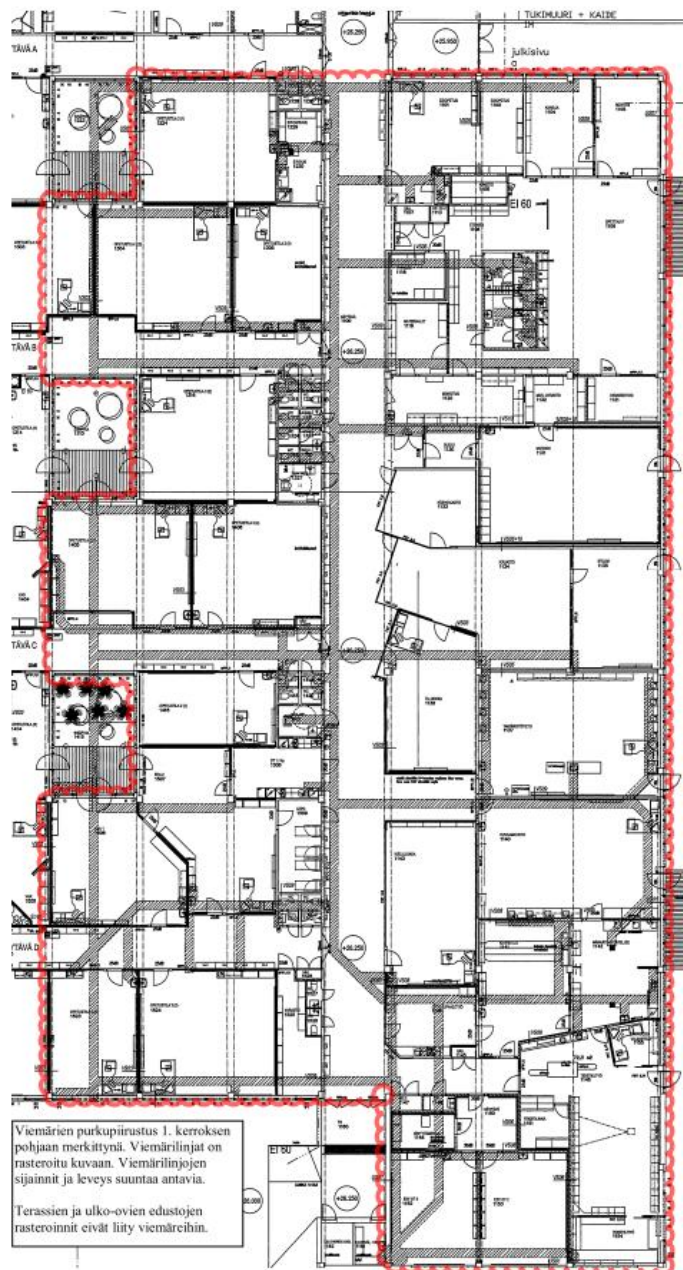
Rakennus on perustettu maanvaraisille anturoille. Rakennuksen kantavana runkona on pilari – palkkijärjestelmä. Peruskorjauksessa on mm. tehty tilamuutoksia ja viemärit on uusittu. Vanha alapohjarakenne on korvattu uudella uusituilla viemäri-
linjoilla, muutoin alapohjarakenteena on vanha maanvastainen alapohjarakenne (lattian pintamateriaali – pintabetonilaatta, 70 ... 120 mm – muovikalvo, osassa tarkastelukohdista – kevytsorabetoni, 40 ... 150 mm – täyttöhiekkä). Peruskorjauksessa uusituilla viemäri-
linjoilla alapohjarakenteena on pääosin hienoaineisen täytön päälle asennetun suodatinkankaan päälle valettu betonilaatta (paksuus vaihtelee).

Vuoden 2009 lopulla ja 2010 alussa tehtyjen tutkimusten (Vahanen Oy, Hiekkaharjun koulun maanvaraisten lattioiden kosteustutkimukset 1.4.2010 ja Hiekkaharjun koulun lisätarkastelut ja pintamateriaalisuosituksset 18.5.2010) perusteella todettiin alapohjarakenteen olevan peruskorjauksessa uusittujen viemäri-
linjojen kohdilla suunnitelmista poikkeava ja mahdollistaen maaperän kosteuden kapillaarisen nousun täyttökerroksesta suoraan uusittuun pintabetonilaattaan. Korjausvaihtoehdoista päädyttiin käytä-



18.3.2013

vien osalta vaihtamaan lattian pintamateriaali kosteutta kestävään ja saumoistaan kosteutta läpäisevään keraamiseen laatoitukseen. WC-tilojen osalta lattiapäällysteet vaihdettiin klinkkerilaatoitukseen. Luokkatilojen osalta viemäriinjojen kohdilta tapahtuvaa maaperän kosteuden siirtymistä/ nousua lattiapäällysteen alle estetään kapselointimenetelmällä käyttäen Ardex EP2000 höyrynsulkuepoksia. Kapseloinnissa estetään kosteuden siirtymistä myös uusittujen viemäriinjojen kohdilla sivuttain vanhan alapohjarakenteen pintabetonilaatan pystysuuntaisella timanttisahausralla, joka on epoksoitu.



Kuva 1. Hiekkaharjun koulu, helmikuun 2013 tutkimusten tutkimusalue on rajattu kuvaan punaisella aaltoviivalla.

18.3.2013

2 Tutkimusvälineet ja – menetelmät

Kenttätutkimuksissa käytettiin aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä pintakosteusilmaisinta Gann Hydromette LB70 – mittapää ja UNI 1 -lukulaiteyhdistelmää (arvot ns. vertailuarvoja ja käytetyn ilmaisimen asteikko: 0-170) sekä Humitest MC-100S pintakosteudenilmaisinta (materiaalikohtaiset asetukset ja arvot ovat teoreettisia painoprosentteja). Pintakosteudenilmaisinta suoraan mitattavan rakenteen pintaan. Gann laitteistolla mitatut arvot luettiin mittapähän kytketyn lukulaitteen näytöstä. Humitest MC-100S pintakosteudenilmaisimen arvot luetaan pintakosteudenilmaisimen näytöstä.

Pintakosteustutkimukset ovat ainetta rikkomattomia vertailututkimuksia, missä samasta rakenteesta eri kohdista mitattuja arvoja verrataan keskenään. Näin saadaan kartoitettua alueet, joissa on mahdollisesti muusta alueesta poikkeavia lukemia. Pintakosteudenilmaisimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat tekijät, mm. suolakerrostumat, teräkset, eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintaosien vaihtelut.

Lattiapäällysteen alapuoleisia suhteellisia kosteuksia ja lämpötiloja mitattiin viiltomittausmenetelmällä (liite 1) varovasti epokointia vaurioittamatta. Mittausta varten lattiapäällysteeseen tehtiin viilto. Viiltoon asennettiin Vaisala Oyj:n valmistama HMP42 kosteus- ja lämpötilamittapää. Mittapään annettiin tasaantua päällysteen alla vallinneeseen kosteuspitoisuuteen vähintään 15 minuutin ajan ennen lukemien ottoa Vaisala Oyj:n valmistamalla HMI41 lukulaitteella.

Maanvastaisen alapohjarakenteen rakennekosteusmittaukset tehtiin liitteen 2 mukaisella porareikämittausmenetelmällä. Porauksen jälkeen reiät puhdistettiin, putkitettiin, tiivistettiin, HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapäät asennettiin 4 vuorokautta tasaantuneisiin putkitettuihin porareikiin ja niiden annettiin tasaantua vähintään tunnin ajan ennen lukemien kirjaamista.

Luokan 1224 lattian porareikä- ja viiltomittapisteen kohdalta mitattiin myös betonipinnan suhteellinen kosteuspitoisuus liitteen 3 mukaisella näytepalamittausmenetelmällä. Betonipinnan näytepalat piikattiin koneellisesti ja betonimuruset laitettiin lasiseen koeputkeen yhdessä Vaisala Oyj:n valmistaman HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapään kanssa. Koeputki suljettiin tiiviiksi ja annettiin tasaantua vakiolämpötilassa noin 14 tunnin ajan ennen lukemien kirjaamista.

Sisäilman olosuhteet rakenteen suhteellisen kosteuden mittaushetkillä on mitattu joko Vaisala Oyj:n valmistamalla HMP42 tai HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapäillä mitauskohdista lattianrajasta.

Rakennekosteusmittauksissa ja sisäilman olosuhteiden mittauksissa käytettiin Vaisala Oyj:n valmistamaa HM44 rakennekosteusmittauslaitteistoa. Mittauslaitteisto koostui HMP42 ja -44 lämpötila-kosteusantureista ja HMI41-näyttölaitteesta. Mittauksissa käytetyt Vaisala Oyj:n valmistamat HMP42 ja -44 kosteus- ja lämpötilamittapäät on



18.3.2013

kalibroitu liitteen 4 mukaisella Vahanen Oy:n mittapäiden kalibrointijärjestelmällä tammikuussa 2013.

3 Havainnot ja mittaustulokset

3.1 Aistinvaraiset havainnot

Luokassa 1224 todettiin lattiapäällysteen olevan kuprulla pieneltä alueelta oven edustalta (kuva 2). Luokan opettajan kanssa käydyissä keskusteluissa tuli esille se, että lattiapäällystettä on uusittu useampaan otteeseen kyseisestä luokasta epoksikorjauksen jälkeen, A käytävän puoleisen seinän vierustalta (luokkatilassa, seinän vierustalla sijaitsee peruskorjauksessa uusittu viemäriinija).



Kuva 2. Hiekkaharjun koulu, luokan 1224 lattiapäällysteen kupruilukohta on ympyröity kuvaan.

Laatoitettujen tilojen osalta lattian laatoitukset ovat siistikuntoiset (kuva 3) eikä laatoituksissa havaittu mitään vaurioon viittaavia tekijöitä, kuten halkeamia tai laattojen irttoamisia alustastaan.



18.3.2013



Kuva 3. Hiekkaharjun koulu, kiviaineisella laattalla laatoitettujen tilojen lattiapäällysteet ovat siistikuntoiset.

Useissa luokkatiloissa havaittiin aistinvaraisissa tarkasteluissa linoleumiin viittaavaa hajua. Hajun lähteenä todettiin olevan luokkien ja tilojen linoleum –ilmoitustaulut (kuva 4).



Kuva 4. Hiekkaharjun koulu, opetus- ja muissa tiloissa havaittiin linoleumiin viittaavaa hajua, joka todettiin olevan peräisin ilmoitustauluista.

18.3.2013

3.2 Rakennetarkastelut ja niiden havainnot

Luokka 1224

Rakennetarkasteluja tehtiin luokan 1224 pintarakenteen osalta kahdesta kohdasta ja lisäksi koko rakenteen osalta yhdestä kohdasta. Rakennetarkastelut tehtiin peruskorjauksessa uusitun viemärilinjan kohdalle.

Luokan 1224 pintarakenteen tarkastelussa tasoitetta piikattiin pois betonipintaan asti. Tarkastelukohdissa ei ollut aistinvaraisissa tarkasteluissa havaittavissa korjaustapa- ja materiaalisuosituksissa (Vahanen Oy, Lisätarkastelut ja materiaalisuositukset 18.5.2010) esitettyä epoksointia tai epoksointikerros on kyseisillä kohdin hyvin ohut. Peruskorjauksessa tehdyn viemärilinjan kohdalla alapohjarakenteena on pintabetonilaatta (betonilaatan ja lattiatasoitteen yhteispaksuus on noin 12 cm), suodatinkangas ja hienoaineinen täyttökerros.

Käytävä 1100

Käytävän laatoitetun alueen rakenne on jo aiemmissa tutkimuksissa selvitetty ja peruskorjauksessa tehdyn viemärilinjan kohdalla rakenteena on noin 10 cm:n paksuinen pintavalu, suodatinkangas ja hienoaineinen täyttö.

Vanhan rakenteen puolella pintavalun paksuus oli mittaus- ja rakennetarkastelukohdassa noin 12 cm ja pintavalun sekä kevytsorabetonin välissä on kyseisessä kohdassa muovikalvo.

3.3 Mittaustulokset

3.3.1 Pintakosteuskartoitus

Pintakosteuskartoituksessa todettiin laatoitetuilla käytävän alueilla peruskorjauksessa uusittujen viemärilinjojen kohdilla korkeammat pintakosteuslukemat verrattuna ns. vanhan rakenteen laatoitettuihin alueisiin, mutta pintakosteuslukemat olivat kuitenkin kauttaaltaan normaalit.

Kumimattoalueilla pintakosteuslukemissa todettiin suuria vaihteluita. Uusittujen viemärilinjojen kohdilla sekä viemärilinjojen uuden ja vanhan rakenteen rajakohtien pintakosteuslukemissa todettiin normaaleja pintakosteuslukemia sekä normaalia korkeampia pintakosteuslukemia.

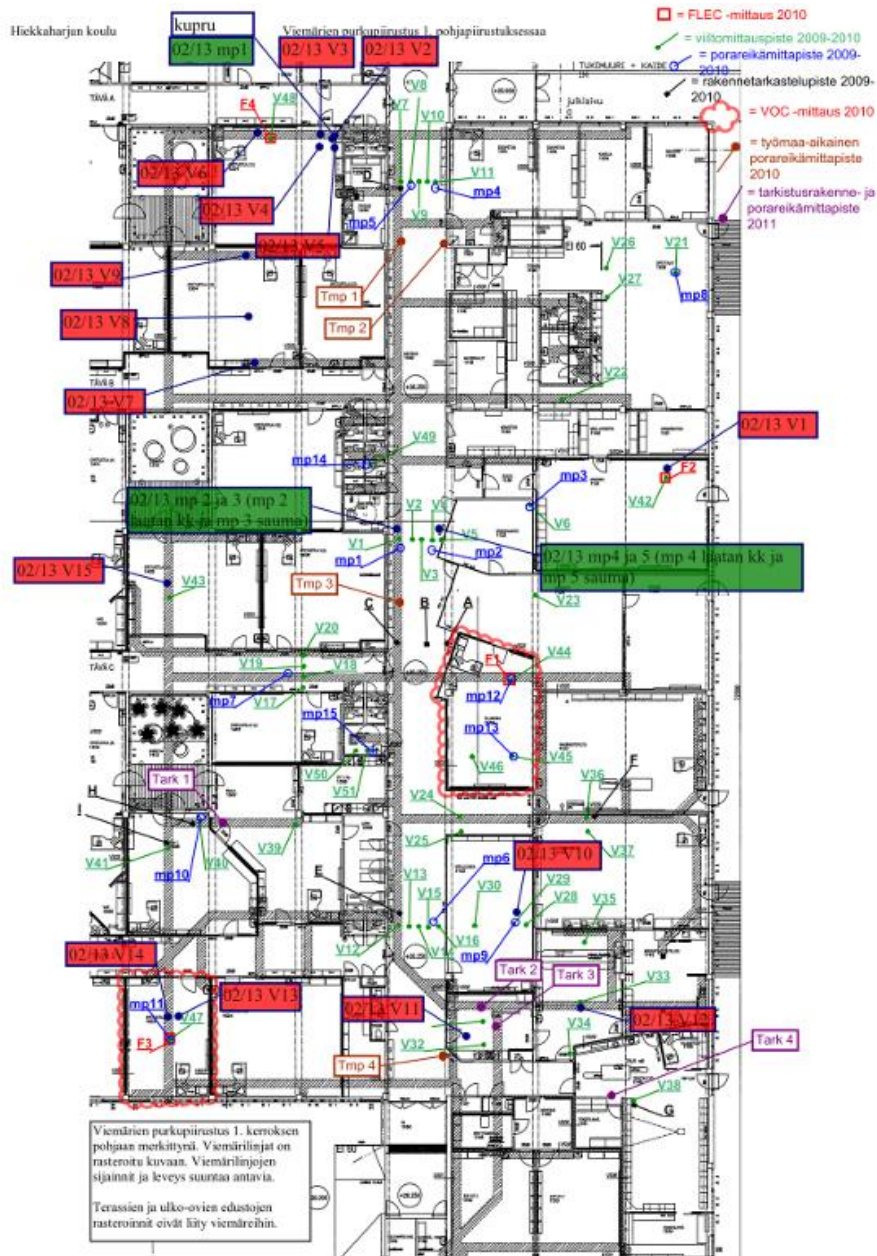
3.3.2 Rakennekosteusmittaukset

Lattiapäällysteen alapuoleiset suhteelliset kosteudet mitattiin kumimattoalueilta yhteensä 15 eri kohdasta. Alapohjarakenteen suhteelliset kosteudet eri syvyyksiltä mitattiin yhteensä viidestä eri kohdasta. Kiviaineisilla laatoilla laatoitetulta alueelta selvitetiin rakenteen kuivumisen mahdollistavan laatoituksen vaikutus rakenteen kosteuspiitoisuuden kiviaineisen laatan keskikohdalta sekä laattojen saumakohdalta.



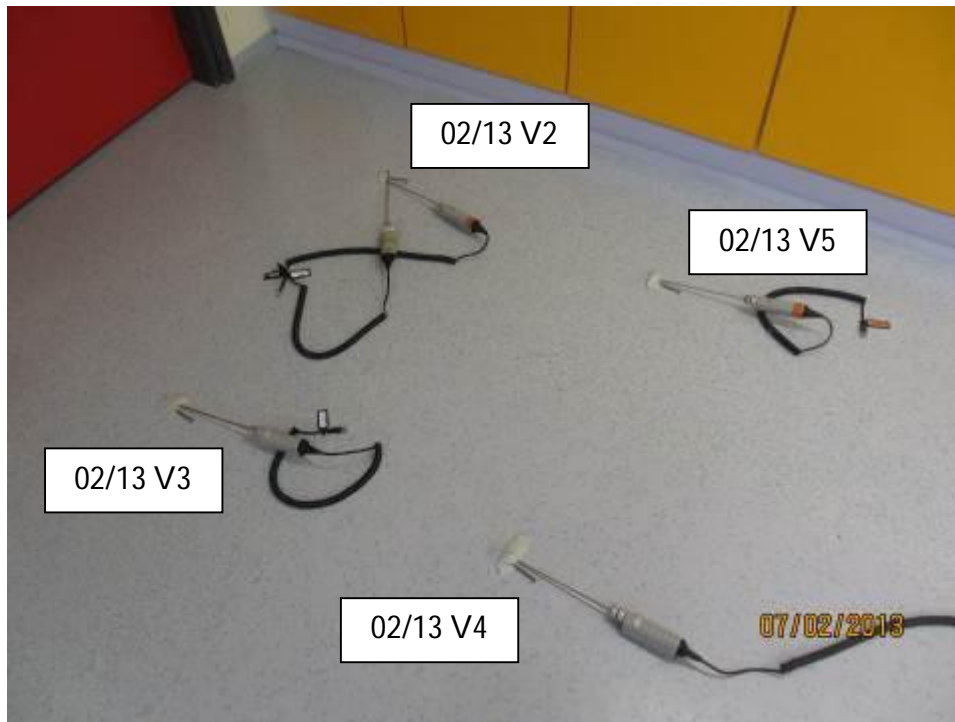
18.3.2013

Rakennekosteusmittauksen mittapisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 5 ja erikseen liitteessä 5. Esimerkkikuvat viilto- sekä porareikämittauksista on esitetty kuvissa 6 ja 7. Lattiapäällysteen alapuoleisten suhteellisten kosteuksien mittaustulokset on esitetty taulukoissa 1 ja 2. Alapohjarakenteen näytepala- ja porareikämittauksen tulokset on esitetty taulukossa 3.



Kuva 5. Hiekkaharjun koulu, lattiapäällysteen alapuoleisten suhteellisten kosteuksien mittapisteet on esitetty kuvassa punaisella pohjalla olevin laatikoin ja alapohjarakenteen suhteellisen kosteuden mittapisteet vihreällä pohjalla olevin laatikoin. Kuvassa on nähtävissä myös aiemmin Vahanen Oy:n toimesta tehtyjen mittausten mittapisteiden sijainnit, joiden selitteet on esitetty kuvan oikeassa yläreunassa.

18.3.2013



Kuva 6. Hiekkaharjun koulu, luokan 1224 lattiapäällysteen alapuoleisten suhteellisten kosteuksien mittaukset käynnissä mittapisteissä 02/13 V2, V3, V4 ja V5.



Kuva 7. Hiekkaharjun koulu, käytävän 1100 alapohjarakenteen suhteellisten kosteuksien mittaukset käynnissä mittapisteissä 02/13 mp 2, mp 3, mp 4 ja mp 5.



18.3.2013

Taulukko 1. Hiekkaharjun koulu, lattiapäällysteen alapuoleisen suhteellisen kosteuden mittaustulokset 7.2.2013. Tulostaulukossa on esitetty myös lämpötilan (t) ja suhteellisen kosteuden (RH) mittaustulosten perusteella lasketut ilman kosteussisällöt (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu viiltomittapisteen kohdalta, lattianrajasta. Mittapäiden taantumisajat maton alla olivat vähintään 15 min. Tulostaulukossa on esitetty myös aiempien mittausten tulokset, mikäli kyseiseltä kohdalta tai sen läheisyydestä on aiemmissa mittauksissa tehty viiltomittaus.

Mittapiste/ tila	mittauskohta/ – syvyys	mitta- päänro	t (°C)	RH (%)	abs (g/m ³)
02/13 V1, tila 1131 musiikkiluokka, vanha rakenne (vertailumittauskohta)	sisäilma maton alus maton alus 23.2.2010	H21	21,0	19,9	3,6
		H23	20,9	76,8	14,0
		H14	20,5	79,1	14,0
02/13 V2, tila 1224 opetustila, viemäriinija, mattokuprun kohta	sisäilma maton alus	H10 H9	21,0 21,2	21,2 96,7	3,9 17,9
02/13 V3, tila 1224 opetustila, viemäriinija, mattokuprun vierusta	sisäilma maton alus	H10 H23	21,0 21,3	21,2 96,5	3,9 18,0
02/13 V4, tila 1224 opetustila, viemäriinijan vierusta	sisäilma maton alus	H10 H21	21,0 21,3	21,2 90,4	3,9 16,9
02/13 V5, tila 1224 opetustila, viemäriinijan vierusta	sisäilma maton alus	H10 H0	21,0 21,2	21,2 78,5	3,9 14,5
02/13 V6, tila 1224 opetustila, viemäriinija, paikatun maton vierusta	sisäilma maton alus maton alus 23.2.2010	H11 H12	21,1 21,0	21,2 97,3	3,9 (17,9)
		H14	22,0	98,3	(19,1)
02/13 V7, tila 1304 opetustila, viemäriinija	sisäilma maton alus	H12 H11	20,9 21,0	20,6 95,6	3,7 17,5
		H23	21,5	85,2	16,1
02/13 V8, tila 1304 opetustila, keskilattia	maton alus	H23	21,5	85,2	16,1
02/13 V9, tila 1304 opetustila, viemäriinija	sisäilma maton alus	H12 H21	20,9 21,2	20,3 93,8	3,7 17,3

Tulostaulukoissa lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaustulosten perusteella laskettu ilman kosteussisältö (g/m³) on esitetty suluissa, mikäli suhteellinen kosteus on kapillaarialueella (RH > 97 %). Kaikki kosteus ei kapillaarialueella olevassa suhteellisen kosteuden arvossa näy ja siksi ilman kosteussisältö on epätarkkaa.

18.3.2013

Taulukko 2. Hiekkaharjun koulu, lattiapäällysteen alapuoleisen suhteellisen kosteuden mittaustulokset 11.2.2013. Tulostaulukossa on esitetty myös lämpötilan (t) ja suhteellisen kosteuden (RH) mittaustulosten perusteella lasketut ilman kosteussisällöt (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu viiltomittapisteen kohdalta, lattianrajasta. Mittapäiden tasaantumisaikat maton alla olivat vähintään 15 min. Tulostaulukossa on esitetty myös aiempien mittausten tulokset, mikäli kyseiseltä kohdalta tai sen läheisyydestä on aiemmissa mittauksissa tehty viiltomittaus.

Mittapiste/ tila	mittauskohta/ – syvyys	mitta- päänro	t (°C)	RH (%)	abs (g/m ³)
02/13 V10, tila 1143 kieliluokka, keskilattia, entisen sähköpääkeskuksen kohta	sisäilma maton alus	H3	21,3	22,8	4,2
		H4	22,0	83,0	16,1
	maton alus 23.2.2010	H3	20,8	95,8	17,4
02/13 V11, tila 1144 tupakeittiö, keskilattia	sisäilma maton alus	316	21,3	25,9	4,8
		H3	21,3	95,6	17,9
	maton alus 17.6.2011	H7	21,8	95,3	18,2
02/13 V12, tila 1141 kerhotila, viemäriinija	sisäilma maton alus	317	21,5	25,5	4,8
		H4	21,4	96,5	18,1
	maton alus 23.2.2010	H3	20,0	97,7	(16,9)
02/13 V13, tila 1523 opetustila, viemäriinija	sisäilma maton alus	317	20,5	28,8	5,1
		H14	20,1	92,5	16,1
	maton alus 23.2.2010	H3	19,9	94,0	16,1
02/13 V14, tila 1523 opetustila, viemäriinijan vierusta	sisäilma maton alus	316	20,2	29,0	3,9
		H3	20,6	84,9	15,2
02/13 V15, tila 1405 opetustila, viemäriinija	sisäilma maton alus	H4	22,2	25,3	4,9
		H3	22,0	95,2	18,5
	maton alus 23.2.2010	H3	19,8	97,2	(16,6)

Tulostaulukoissa lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaustulosten perusteella laskettu ilman kosteussisältö (g/m³) on esitetty suluissa, mikäli suhteellinen kosteus on kapillaarialueella (RH > 97 %). Kaikki kosteus ei kapillaarialueella olevassa suhteellisen kosteuden arvossa näy ja siksi ilman kosteussisältö on epätarkkaa.

18.3.2013

Taulukko 3. Hiekkaharjun koulu, alapohjarakenteen suhteellisen kosteuden mittaustulokset 8.2. ja 11.2.2013. Tulostaulukossa on esitetty myös lämpötilan (t) ja suhteellisen kosteuden (RH) mittaustulosten perusteella lasketut ilman kosteussisällöt (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lukemien oton yhteydessä lattianrajasta.

Mittapiste/ tila	mittauskohta/ – syvyys	mitta- päänro	t (°C)	RH (%)	abs (g/m ³)
02/13 mp 1 opetustila 1224, mattokuprun kohta	<i>sisäilma</i>	317	20,8	25,7	4,7
	betonin pinta, näytepala 8.2.13	95	-*	96,4	-
	betonin pinta, näytepala 8.2.13	16	-*	97,2	-
	2 cm	307	20,6	96,1	17,2
	5 cm	318	20,6	96,2	17,2
	7 cm	316	20,4	96,0	17,0
	15 cm (täyttöhiekkä)	303	20,7	95,1	17,1
02/13 mp 2 käytävä 1100, viemäriinija, kiviaineisen laatan keskeltä	<i>sisäilma</i>	180	20,6	26,0	4,7
	1,5 cm	28	20,7	95,1	17,1
	5 cm	27	20,9	96,6	17,6
	7 cm	31	20,9	95,6	17,4
	13 cm (täyttöhiekkä)	36	20,9	99,3	(18,1)
02/13 mp 3 käytävä 1100, viemäriinija, kiviaineisten laattojen saumakohta	<i>sisäilma</i>	180	20,6	26,0	4,7
	1,5 cm	13	20,9	92,2	16,8
	5 cm	26	20,9	96,1	17,5
	7 cm	22	20,8	94,8	17,2
02/13 mp 4 käytävä 1100, vanha ap rak, kiviaineisen laatan keskeltä	<i>sisäilma</i>	179	20,7	26,4	4,8
	1,5 cm	34	20,7	76,7	13,8
	5 cm	46	20,8	78,3	14,2
	7 cm	32	20,7	88,3	15,9
	14 cm (kevytsorabetoni)	4	20,7	96,2	17,3
02/13 mp 5 käytävä 1100, vanha ap rak, kiviaineisten laattojen saumakohta	<i>sisäilma</i>	179	20,7	26,4	4,8
	1,5 cm	33	20,8	69,1	12,5
	5 cm	30	20,6	78,1	14,0
	7 cm	1	20,6	80,9	14,5

* näytepalojen lukemienottolämpötila 8.2.2013 oli + 20,4 °C.

Tulostaulukoissa lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaustulosten perusteella laskettu ilman kosteussisältö (g/m³) on esitetty suluissa, mikäli suhteellinen kosteus on kapillaarialueella (RH > 97 %). Kaikki kosteus ei kapillaarialueella olevassa suhteellisen kosteuden arvossa näy ja siksi ilman kosteussisältö on epätarkkaa.

18.3.2013

4 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

4.1 Mittaustarkkuustarkastelut

Lattiapäällysteen alapuoleisten suhteellisten kosteuksien (viiltomittausten) mittauksissa mittapäiden tasaantumisaajat olivat mittausmenetelmän edellyttämien tasaantumisaikojen mukaiset (Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet, 2007). Lattiarakenteen porareikämittaukset ja opetustilan 1224 betonilaatan pinnan näytepalamittaukset tehtiin RT – kortin 14-10984 mukaisesti.

Lattiapäällysteen alapuoleisten suhteellisten kosteuksien mittauksiin (viiltomittauksiin), eikä alapohjarakenteen porareikä- tai näytepalamittauksiin kohdistunut mittavirhettä aiheuttaneita tekijöitä, kuten esimerkiksi merkittävää sisäilman ja rakenteen välistä lämpötilaeroa.

4.2 Tulosten tarkastelu

Lattiapäällysteen alapuoleiset suhteelliset kosteudet

Lattiapäällysteen alapuoleiset suhteelliset kosteudet ovat vanhan rakenteen alueella, musiikkiluokan 1131 lattiassa (vertailumittauskohdassa), hieman alentuneet edellisestä, noin 3 vuotta aiemmin mitatusta.

Opetustilan 1224 lattiapäällysteen alapuoleiset suhteelliset kosteudet ovat peruskorjauksessa uusitun viemäriinjan kohdalla, mittapisteissä 02/13 V2, V3 ja V6 korkeat. Mittapisteessä 02/13 V6 nyt lattiapäällysteen alta mitattu suhteellinen kosteus on lähes samalla tasolla, kuin aiemmin, noin 3 vuotta sitten mitattu. Mittapisteen 02/13 V4 kohdalla suhteellinen kosteus on selvästi em. mittapisteitä alhaisempi ja mittapisteessä 02/13 V5 merkittävästi alhaisempi ollen lähellä musiikkiluokan 1131 vertailumittapisteen suhteellista kosteuspitoisuutta. Mittapiste 02/13 V5 sijaitsee todennäköisesti ns. vanhan rakenteen puolella.

Opetustilan 1304 lattiapäällysteen alapuoleiset suhteelliset kosteudet ovat viemäriinjojen kohdilla korkeat ja opetustilan keskilattialla, vertailumittauskohdassa selvästi alhaisempi.

Kieliluokan 1143 keskilattialta, vanhan sähköpääkeskuksen kohdalta mitattu suhteellinen kosteus on merkittävästi alentunut verrattuna noin 3 vuotta aiemmin mitattuun.

Tupakeittiön 1144 keskilattialta lattiapäällysteen alta mitattu suhteellinen kosteus oli korkea ja samalla tasolla kuin kesäkuussa 2011 tehdyissä tarkastusmittauksessa mitatut.

Muistakin tiloista (1141, 1405 ja 1523) peruskorjauksessa uusitun viemäriinjan kohdalla lattiapäällysteen alta mitatut suhteelliset kosteudet olivat koholla/ korkeat. Tilan 1523 viemäriinjan vierestä lattiapäällysteen alta mitattu suhteellista kosteuspitoisuutta voidaan pitää rakenne huomioiden normaalina.



18.3.2013

Alapohjarakenteen suhteelliset kosteudet

Alapohjarakenteen suhteelliset kosteudet opetustilan 1224 lattiassa esiintyneen mattokuprun kohdalla ovat korkeat ja korkea kosteuspitoisuus on aiheuttanut maton irtoamisen alustastaan. Mittauskohta sijaitsee peruskorjauksessa uusitun viemärilinjan kohdalla.

Käytävän 1100 peruskorjauksessa uusitun viemärilinjan kohdalla, alapohjarakenteen suhteelliset kosteudet ovat jonkin verran alentuneet erityisesti rakenteen pintaosista. Vanhan rakenteen osalta rakenteen kosteuspitoisuus on merkittävästi alentunut.

4.3 Johtopäätökset

Mattoalueet

Peruskorjauksessa uusittujen viemärilinjojen kohdilla, maton alapuoleiset suhteelliset kosteudet ovat nyt tehdyissä mittauskohdissa pääosin korkeat.

Opetustilan 1224 lattian mattokuprun kohdalta tehdyn rakenteen pintaosan piikkauksen ja tehtyjen aistinvaraisten tarkastelujen perusteella vaikuttaa siltä, että kyseisellä tarkastelukohdalla ei olisi korjaustapasuosituksessa (Vahanen Oy, 18.5.2010) esitettyä epoksointia, vaikka epoksointi on esitetty tehtäväksi kyseiselle alueelle 18.5.2010 päivätyssä korjaustapasuosituksessa (Hiekkaharjun koulu, lisätarkastelut ja pintamateriaalisuositukset, Vahanen Oy).

Laatoitetut alueet

Laatoitettujen alueiden osalta voidaan todeta, että peruskorjauksessa uusittujen viemärilinjojen kohdilla lattian päällystäminen kiviaineisilla laatoilla on mahdollistanut rakenteen hitaan kuivumisen erityisesti rakenteen pintaosasta.

Ns. lähtötilanteessa, peruskorjauksessa uusittujen viemärilinjojen kohdilla, maanvaraisen betonilaatan kosteudet olivat kaikilla syvyyksillä kapillaarialueella. Nyt mitatut suhteelliset kosteudet osoittavat kosteuspitoisuuksien alentuneen jonkin verran ja erityisesti rakenteen pintaosan kosteudet ovat merkittävästi alhaisemmat osoittaen pinta-rakenteen kosteudenläpäisykyvyn olevan maakosteustuottoa suurempi. Käytetyn rakenteen vuoksi, syvemmällä rakenteessa olevat kosteudet pysyvät todennäköisesti nyt mitatulla tasolla jatkossakin. Rakenteen pintaosassa, laatoituksen saumakohdalla, pintaosan kosteudet ovat luonnollisesti kiviaineisen laatan keskikohtaa hieman alhaisempi osoittaen pintaosan kuivumisen kiviaineisen laatoituksen saumakohdilta.

Vanhan rakenteen osalta kiviaineinen laatoitus on mahdollistanut rakenteen merkittävän kuivumisen. Ns. lähtötilanteeseen verrattuna, vanhan rakenteen muovikalvon yläpuoleisen rakenteen kosteuspitoisuudet ovat nyt noin 8 – 10 RH %-yksikköä alhaisemmat kiviaineisen laatan keskikohdalla ja kiviaineisen laatoituksen saumakohdilla



18.3.2013

rakenteen pintaosa on vielä noin 7 RH %-yksikköä kiviaineisen laatan keskikohtaa alhaisempi.

4.4 Muut havainnot

Luokkatiloissa/ tiloissa havaittu linoleumiin viittaavaa hajua todettiin olevan peräisin tilojen linoleumilmoitustauluista.

5 Toimenpide-ehdotukset

Koska opetustilan 1224 lattian osalta on viitteitä epoksoinnin puuttumisesta, suositellaan mattoalueiden osalta, peruskorjauksessa uusituilta viemäriinjoilta, korjaustapasuosituksessa (Vahanan Oy, 18.5.2010) esitetyiltä alueilta epoksoinnin olemassaolon ja kerrosvahvuuden varmistamista rakenteesta riittävän kattavasti otettavilla poraliierionäytteillä ja tekemällä niistä tarkoituksenmukaiset selvitykset kuten esimerkiksi pintahienäytteet.

Vaihtoehtoisesti opetustiloissa, joissa lattian pintamateriaali on jo uusittu useampaan kertaan, voidaan lattian pintamateriaali vaihtaa koko luokan osalta kiviaineiseen laatoitukseen, joka mahdollistaa rakenteen hitaan kuivumisen pintamateriaalia vaurioittamatta.

Espoossa 18.3.2013

Vahanan Oy



Eero Salo

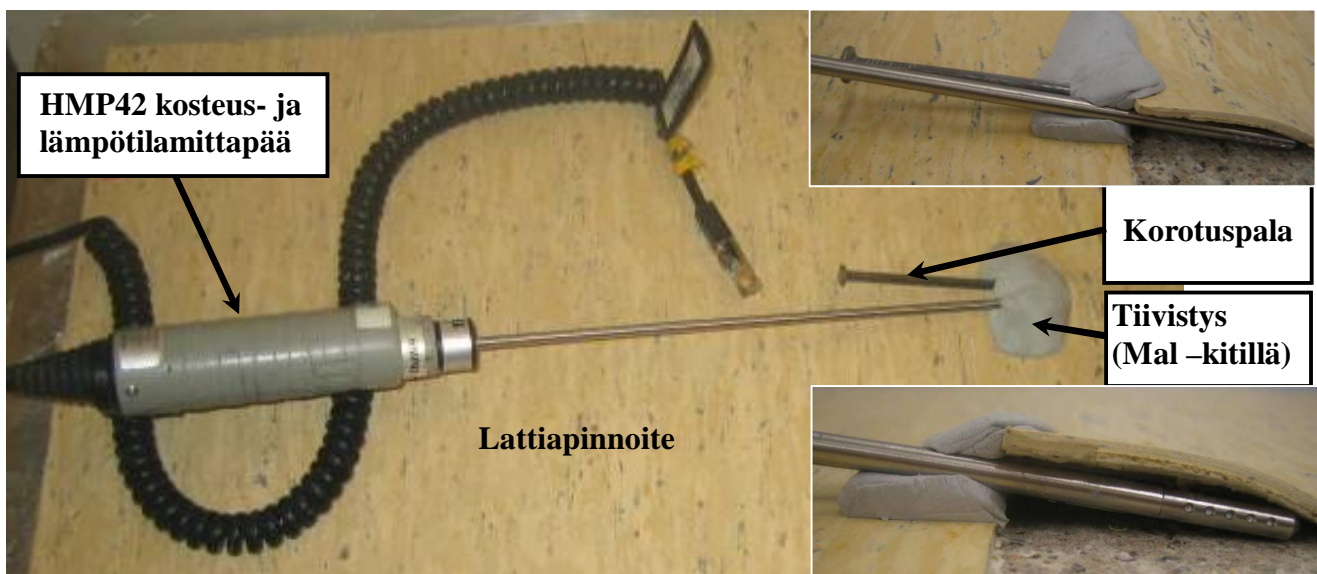
Vanhempi asiantuntija, Rkm

- Liitteet
- Liite 1: Suhteellisen kosteuden (RH) mittaus lattiapinnoitteen alta ns. viiltomittausmenetelmällä
 - Liite 2: Betonin suhteellisen kosteuden (RH) mittaus porareikämenetelmällä
 - Liite 3: Betonin suhteellisen kosteuden (RH) mittaus näytepalamenetelmällä
 - Liite 4: Vahanan Oy:n mittapäiden kalibrointijärjestelmä
 - Liite 5: Mittapisteiden sijainnit



SUHTEELLISEN KOSTEUDEN (RH) MITTAUS LATTIAPINNOITTEEN ALTA NS. VIILTOMITTAUKSELLA

1. Lattiapinnoitteeseen tehdään viilto halutulle kohdalle.
2. Lattiapinnoite irrotetaan mittapään vaatimalta matkalta alustastaan.
3. Lattiapinnoitetta kohotetaan asentamalla viiltoon korkeudeltaan 5 – 15 mm korotuspalat (esimerkiksi kumitulppa tai naula).
4. Viiltoon asennetaan joko Vaisala Oy:n valmistama \varnothing 4 mm HMP42 tai \varnothing 12 mm HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapää.
5. Tehty viilto sekä viillon ja mittapään rajapinta tiivistetään Mal-kitillä siten, että tehty viilto on täysin vesihöyryntiivis.
6. Mittapään annetaan tasaantua päällysteen alla vallitseviin olosuhteisiin vähintään 15 minuuttia.
7. RH ja lämpötila (T) luetaan HMI41 näyttölaitteella ja arvot kirjataan ylös mittapäännumeroineen.
8. Mikäli käytetään HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapäitä kirjatut RH arvot korjataan kunkin anturin yksilöllisillä kalibroitikorjauskertoimilla. HMP42 mittapäät säädetään kalibroinnin yhteydessä kohdalleen, joten luettuihin arvoihin ei tule kalibroitikorjauksia.



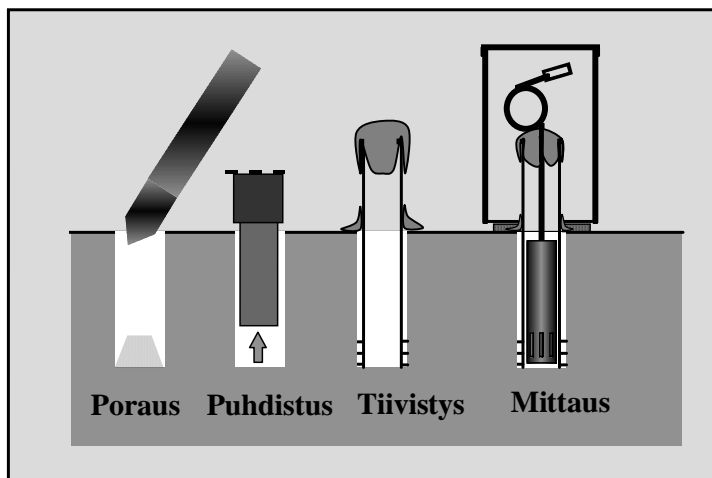
Kaikki Vahanen Oy:n mittapäät kalibroidaan vähintään 2 kk välein Vaisala Oy:n valmistamalla HMK13B kalibrointilaitteella. Laitteen suolaliuoskammioiden referenssikosteuspitoisuudet mitataan Vaisala Oy:n valmistamalla Vaisala Oy:n mittanormaalilaboratoriossa kuhunkin kosteuspitoisuuteen säädetyllä (75 %RH ja 97 %RH) HMP233 lämpötila- kosteuslähettimellä. Referenssilähettimeiden oikeellisuutta seurataan Vaisala Oy:n valmistamalla HMK15 kosteuskalibraattorilla, jossa tarkistuskosteuspitoisuudet aikaansaadaan Finas akreditoitujen suolaliuosten avulla.

Vaativissa mittauksissa ainakin osa mittapäistä tarkistuskalibroidaan mittauksen jälkeen mittapäiden kalibrointitason pysyvyyden varmistamiseksi.

Mittalaitevalmistajan ilmoittama HMP44 ja HMP42 mittapään mittaustarkkuus $+20\text{ °C}$ lämpötilassa on $\pm 2\text{ %RH}$ (0...90 %RH) ja $\pm 3\text{ %RH}$ (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on $\pm 0,5\text{ °C}$. Säännöllisellä kalibroinnilla päästään selvästi parempaan mittaustarkkuuteen.

BETONIN SUHTEELLISEN KOSTEUDEN (RH) MITTAUS PORAREIÄSTÄ

1. Rakenteeseen porataan iskuporakoneella $\varnothing 16$ mm reikä mittaussyvyydelle.
2. Reikä puhdistetaan porauspölystä imuroimalla käyttäen suutinta, joka mahtuu reikään.
3. Reikään asennetaan sivuiltaan tiivis mittaosputki, joka ulottuu reiän pohjaan saakka. ($\varnothing 16$ mm sähköputki tai Vaisalan 19266HM asennusputki)
4. Mittausputken ja betonin rajapinta tiivistetään Mal-kitillä.
5. Mittausputki imuroidaan puhtaaksi.
6. Mittausputken pää tiivistetään Mal-kitillä.
7. Tarvittaessa mittaosputki suojataan Vaisalan 19268HM asennussuojalla tai muulla tavalla.
8. Reiän annetaan tasaantua tiivistettynä vähintään 3 vrk.
9. Mittaus suoritetaan Vaisala Oy:n valmistamalla HM44 kosteusmittauslaitteistolla. Lämpötila-kosteusmittapää HMP44 asennetaan mittaosputken siten, että putken pään tiivistys avataan mittapään putken laittamisen ajaksi. Tämän jälkeen putken pää tiivistetään kitillä mittapään johtoon. Mittapään annetaan tasaantua mittaosputkessa vähintään 1 tunti ennen lukemien ottamista. Vaihtoehtoisesti mittapää asennetaan mittaosputken jo porauksen yhteydessä, jolloin mittapään tasaantumisaika reiässä on vähintään 3 vuorokautta.
10. RH ja lämpötila (T) luetaan HMI41 näyttölaitteella ja arvot kirjataan ylös mittapäännumeroineen.
11. Arvot korjataan kunkin anturin yksilöllisillä kalibrointikorjauskertoimilla.



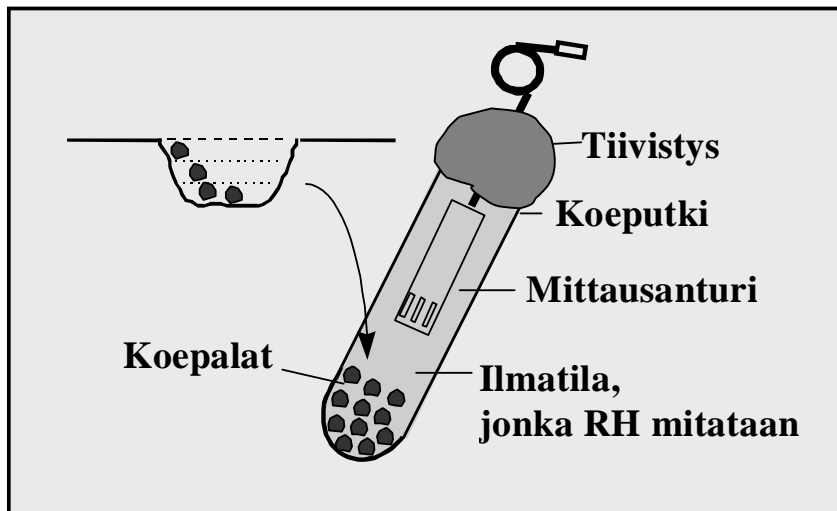
Kaikki Vahanen Oy:n mittapäät kalibroidaan vähintään 2 kk välein Vaisala Oy:n valmistamalla HMK13B kalibrointilaitteella. Laitteen suolaliuoskammioiden referenssikosteuspitoisuudet mitataan Vaisala Oy:n valmistamalla Vaisala Oy:n mittanormaalilaboratoriossa kuhunkin kosteuspitoisuuteen säädetyllä (75 %RH ja 97 %RH) HMP233 lämpötila- kosteuslähettimellä. Referenssilähettimeiden oikeellisuutta seurataan Vaisala Oy:n valmistamalla HMK15 kosteuskalibraattorilla, jossa tarkistuskosteuspitoisuudet aikaansaadaan Finas akreditoitujen suolaliuosten avulla.

Vaativissa mittauksissa ainakin osa mittapäistä tarkistuskalibroidaan mittauksen jälkeen mittapäiden kalibrointitason pysyvyyden varmistamiseksi.

Mittalaittevalmistajan ilmoittama HMP44 mittapään mittaustarkkuus $+20$ °C lämpötilassa on ± 2 %RH (0...90 %RH) ja ± 3 %RH (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on $\pm 0,5$ °C. Säännöllisellä kalibroinnilla päästään selvästi parempaan mittaustarkkuuteen.

BETONIN SUHTEELLISEN KOSTEUDEN (RH) MITTAUS NÄYTEPALA-MENETELMÄLLÄ

1. Rakenteesta piikataan betonimurusia koeputkeen. Muruset otetaan lyöntimeisselillä betonipinnasta, joka on 5 mm mittaussyvyyyttä ylempänä. Näin menetellen muruset koostuvat betonista, joka on mittaussyvyydestä 5 mm ylöspäin. Murusissa syvimällä olleissa betonihuokosissa vallinnut ilmankosteus kehittyy tämän jälkeen koko koeputken ilmatilaan olettaen, että rakenteen kosteuspitoisuus kasvaa syvemmälle mentäessä. Näytteenottopinta työstetään betoniin kuivamenetelmällä piiriin porattujen reikien keskelle jäävän betonikappaleen alta. Mittauspinnan yläpuolinen betoni voidaan poistaa myös kuivaporauskuunun avulla tai kokonaan ilman sähkötyökaluja. Näytemurusia ei oteta 10 mm lähempää näytteenottomontun reunaa. Lattia-pinnasta näytepalat otetaan ilman näytteenottopinnan esivalmistelua.
2. Koeputkeen tiivistetään Vaisala Oy:n valmistama HMP44 lämpötila- kosteusmittapää Mal - kitillä siten, että mittapään johdon ja koeputken suun yhtymäkohta on täysin vesihöyryntiivis.
3. Koeputket ja mittapäät kuljetetaan kohteeseen ja kohteesta +20 °C vakio-olosuhteisiin lämpöeristetyssä kuljetuslaatikossa suurten lämpötilavaihtelujen minimoimiseksi.
4. Putkien annetaan tasaantua vakiolämmössä vähintään 6 tuntia ennen kosteusarvojen lukemista.
5. RH ja lämpötila (T) luetaan HMI41 näyttölaitteella ja arvot kirjataan ylös mittapäännumeroineen.
6. Arvot korjataan kunkin anturin yksilöllisillä kalibrointikorjauskertoimilla.



Kaikki Vahanen Oy:n mittapäät kalibroidaan vähintään 2 kk välein Vaisala Oy:n valmistamalla HMK13B kalibrointilaitteella. Laitteen suolaliuoskammioiden referenssikosteuspitoisuudet mitataan Vaisala Oy:n valmistamalla Vaisala Oy:n mittanormaallilaboratoriossa kuhunkin kosteus-pitoisuuteen säädetyllä (75 % RH ja 97 % RH) HMP233 lämpötila-kosteuslähettimellä. Referenssi-lähettimien oikeellisuutta seurataan Vaisala Oy:n valmistamalla HMK15 kosteuskalibraattorilla, jossa tarkistuskosteuspitoisuudet aikaansaadaan Finas akreditoitujen suolaliuosten avulla.

Vaativissa mittauksissa ainakin osa mittapäistä tarkistuskalibroidaan mittauksen jälkeen mittapäiden kalibrointitason pysyvyyden varmistamiseksi.

Mittalaittevalmistajan ilmoittama HMP44 mittapään mittaustarkkuus +20 °C lämpötilassa on $\pm 2\%$ RH (0...90 % RH) ja $\pm 3\%$ RH (90...100 % RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on $\pm 0,5\text{ °C}$. Säännöllisellä kalibroinnilla päästään selvästi parempaan mittaustarkkuuteen.

VAHANEN OY:N KALIBROINTIJÄRJESTELMÄ



Kaikki Vahanen Oy:n mittapäät kalibroidaan vähintään 2 kk välein Vaisala Oy:n valmistamalla HMK13B kalibrointilaitteella. Laitteen suolaliuoskammioiden referenssikosteuspitoisuudet mitataan Vaisala Oy:n valmistamalla Vaisala Oy:n mittanormaalilaboratoriossa kuhunkin kosteuspitoisuuteen säädetyillä (75 %RH ja 97 %RH) HMP233 lämpötila- kosteuslähettimillä. Referenssilähettimien oikeellisuutta seurataan Vaisala Oy:n valmistamalla HMK15 kosteuskalibraattorilla, jossa tarkistuskosteuspitoisuudet aikaansaadaan sertifioitujen suolaliuosten avulla. Tämänhetkiset sertifikaattien numerot ovat K008-P01834, K008-Q00094 ja K008-P01579.

Vaativissa mittauksissa ainakin osa mittapäistä tarkistuskalibroidaan mittauksen jälkeen mittapäiden kalibrointitason pysyvyyden varmistamiseksi.

Mittalaittevalmistajan ilmoittama HMP44 mittapään mittaustarkkuus +20 °C lämpötilassa on ± 2 %RH (0...90 %RH) ja ± 3 %RH (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on $\pm 0,5$ °C. Säännöllisellä kalibroinnilla päästään selvästi parempaan mittaustarkkuuteen.

Suhteellisen kosteuden ja lämpötilan seurantamittaukseen käytettävät Tinytag ja Tinyview tiedonkeruulaitteet kalibroidaan kahden kuukauden välein. Paine-eron seurantamittaukseen käytettävät Tinytag tiedonkeruulaitteet kalibroidaan vuosittain tarkkuusmanometrin avulla. Hiilidioksidin seurantamittaukseen käytettävät tiedonkeruulaitteiden tuloksia verrataan määräajoin toisiinsa. Mikäli tulokset poikkeavat toisistaan mittalaitteet korjataan tai tarvittaessa poistetaan käytöstä.

kupru
02/13 mp1

02/13 V3 02/13 V2

☐ = FLEC -mittaus 2010

● = viilto- ja vuoto- ja vuoto- ja vuoto-

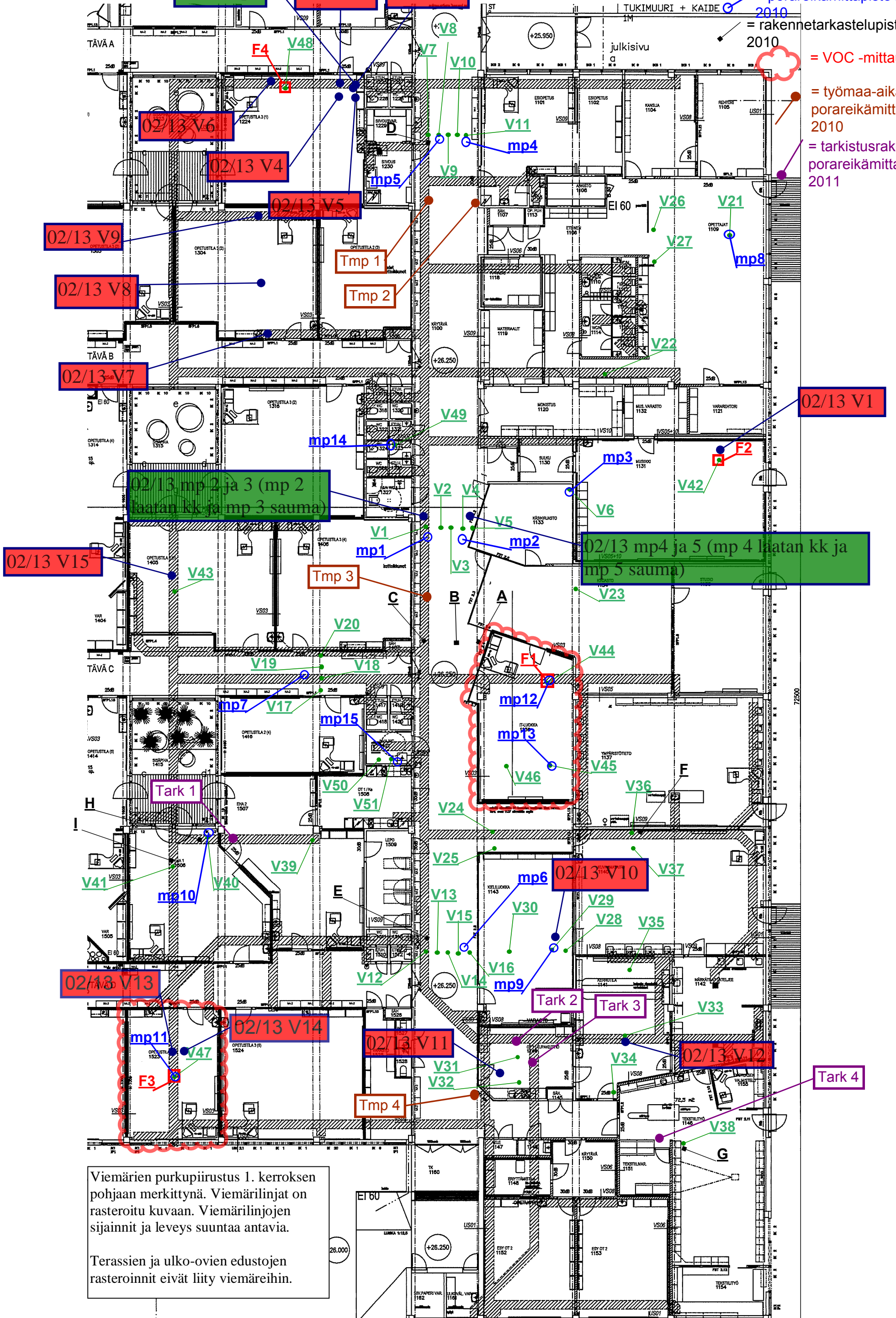
● = porareikämittapiste 2009-

● = rakennetarkastuspiste 2009-

☁ = VOC -mittaus 2010

● = työmaa-aikainen porareikämittapiste 2010

● = tarkistusrakente- ja porareikämittapiste 2011



Viemärien purkupiirustus 1. kerroksen pohjaan merkittynä. Viemäriinjoit on rasteroitu kuvaan. Viemäriinjoit sijainnit ja leveys suuntaa antavia. Terassien ja ulko-ovien edustojen rasteroinnit eivät liity viemäreihin.