

# TUTKIMUSSELOSTUS

## HIEKKAHARJUN KOULU MAANVARAISTEN LATTIOIDEN KOSTEUSTUTKIMUKSET

1.4.2010



1.4.2010

## Sisällys

1	Yleistiedot.....	3
1.1	Tutkimuskohde.....	3
1.2	Tutkimuksen tilaaja .....	3
1.3	Tutkimuksen tavoite .....	3
1.4	Tutkimusajankohdat.....	3
1.5	Tutkimuksen tekijät .....	4
1.6	Tutkimuskohteen kuvaus .....	5
1.7	Lähtötiedot.....	7
2	Tutkimusvälineet ja –menetelmät.....	9
3	Alapohjarakenteen havainnot, tehdyt tutkimukset ja mittaustulokset.....	10
3.1	Havainnot .....	10
3.2	Kosteusmittaukset .....	15
3.2.1	Pintakosteuskartoitukset .....	15
3.2.2	Kumimaton alta tehdyt suhteellisen kosteuden mittaukset (viiltomittaukset) .....	16
3.2.3	Alapohjarakenteen suhteellisen kosteuden mittaukset (porareikämittaukset) .....	22
3.3	Rakennetarkastelukohdat .....	25
3.4	Emissio- ja voc –mittaukset.....	29
3.4.1	Tutkitut tilat ja tehdyt mittaukset.....	29
3.4.2	Emissio – ja VOC –mittausten johtopäätökset.....	30
3.4.3	Kellarikerroksen teknisen työn tilat .....	30
4	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	31
4.1	Mittaustarkkuustarkastelu.....	31
4.2	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	32
5	Toimenpide-ehdotukset.....	33
6	Korjauslaajuusehdotus .....	34



1.4.2010

# 1 Yleistiedot

## 1.1 Tutkimuskohde

Hiekkaharjun koulu  
Talkootie 37  
01350 Vantaa

## 1.2 Tutkimuksen tilaaja

Vantaan kaupunki  
Tilakeskus  
Rakennuttajapäällikkö  
Juha Vuorenmaa  
Kielotie 13  
01300 Vantaa

## 1.3 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on ollut kartoittaa koulun ensimmäisen kerroksen maanvaraisen alapohjarakenteen kosteustilanne kuvassa 1 esitetyltä alueelta ainetta rikkomatomin sekä rakenteisiin ulottuvin tutkimuksin. Tutkimuksen tavoitteena on myös ollut selvittää lattian pintamateriaalissa, kumimatossa, esiintyneiden kupruilujen syy, vaurioiden merkitys ja korjausperiaatteet.

Lisäksi kellarikerroksen teknisen työn luokan maanvastainen seinärakenne tarkastettiin aistinvaraisesti ja pistokoeluonteisesti tehdyin pintakosteusmittauksin.

## 1.4 Tutkimusajankohdat

### I –vaihe 7.12.2009 – 21.1.2010:

7.12.2009 kohdekäynti

- tutustuminen kohteeseen

29.12.2009 kenttätyöt kohteessa

- pääkäytävän aistinvaraiset tarkastelut, pintakosteuskartoitus, viiltomittaukset, rakennetarkastelut, porareikien poraukset, putkitukset, puhdistukset ja mittapäiden asennukset

4.1.2010 kenttätyöt kohteessa

- lukemien otto, mittausjärjestelyjen purku ja mittauskohtien paikkaukset

8.1.2010 I-vaiheen tutkimusten tilannekatsaus sähköpostitse



1.4.2010

**II –vaihe 7.12.2009 – 21.1.2010:**

22.2.2010 kenttätyöt kohteessa

- aistinvaraiset tarkastelut, pintakosteuskartoitukset, viiltomittaukset, rakennetarkastelut, porareikien poraukset, putkitukset, puhdistukset ja mittapäiden asennukset

23.2.2010 kenttätyöt kohteessa

- aistinvaraiset tarkastelut, pintakosteuskartoitukset, viiltomittaukset, rakennetarkastelut, porareikien poraukset, putkitukset, puhdistukset ja mittapäiden asennukset
- emissiomittaukset (FLEC –mittaukset) ja sisäilman VOC –mittaukset

26.2.2010 kenttätyöt kohteessa

- mittapäiden asennus, lukemien otto, mittausjärjestelyjen purku ja mitauskohtien paikkaukset sekä ilmapvirtaustarkastelut
- kellarikerroksen teknisen työn luokan maanvastaisen seinärakenteen aistinvaraiset tarkastelut ja pintakosteuskartoitus

19.3.2010 tutkimusten alustava yhteenveto

**1.5 Tutkimuksen tekijät**

Vahanen Oy  
Halsuantie 4  
00420 HELSINKI

Kosteustutkimukset  
Eero Salo, p. 050 588 7028  
Marko Leskinen, p. 050 400 2062

Emissio- ja voc -mittaukset  
Hanna Keinänen, p. 040 826 6756  
Jarno Komulainen

Projektit KOS 1668 /1/ kosteustutkimukset  
KOS 1668 /2/ emissiomittaukset



1.4.2010

## 1.6 Tutkimuskohteen kuvaus

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

Kohteen viemärit on kuvattu vuodenvaihteessa 2009 ... 2010. Viemärikuvauksissa ei saadun tiedon mukaan ole havaittu vuotokohtia.

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 viemäriinjoilla (kuva 2), muutoin alapohjarakenteena on vanha maanvastainen alapohjarakenne.

Vanha alapohjarakenne (rakennepaksuudet tarkastettu mittaus – ja rakennetarkastelukohtissa):

- lattian pintamateriaali
- pintabetonilaatta (paksuus tarkastelukohdissa 70 ... 100 mm)
- muovikalvo, **ei kaikissa tarkastelukohdissa (useimmissa kyllä)**
- kevytsorabetoni (paksuus tarkastelukohdissa 40 ... 150 mm)
- täyttöainees (hienoaineista)

Uusi suunnitelmien mukainen alapohjarakenne uusilla viemäriinjoilla (kuva 3):

- lattian pintamateriaali
- pintabetonilaatta
- suodatinkangas
- lämmöneriste, EPS 100
- täyttö

**Edellä kuvattu rakenne todettiin ulkoseinän läheisyydessä olevassa viemäriinjoissa luokkatilassa 1506.**

Uusi alapohjarakenne uusilla viemäriinjoilla pääsääntöisesti poikkeaa edellä kuvatusta ollen:

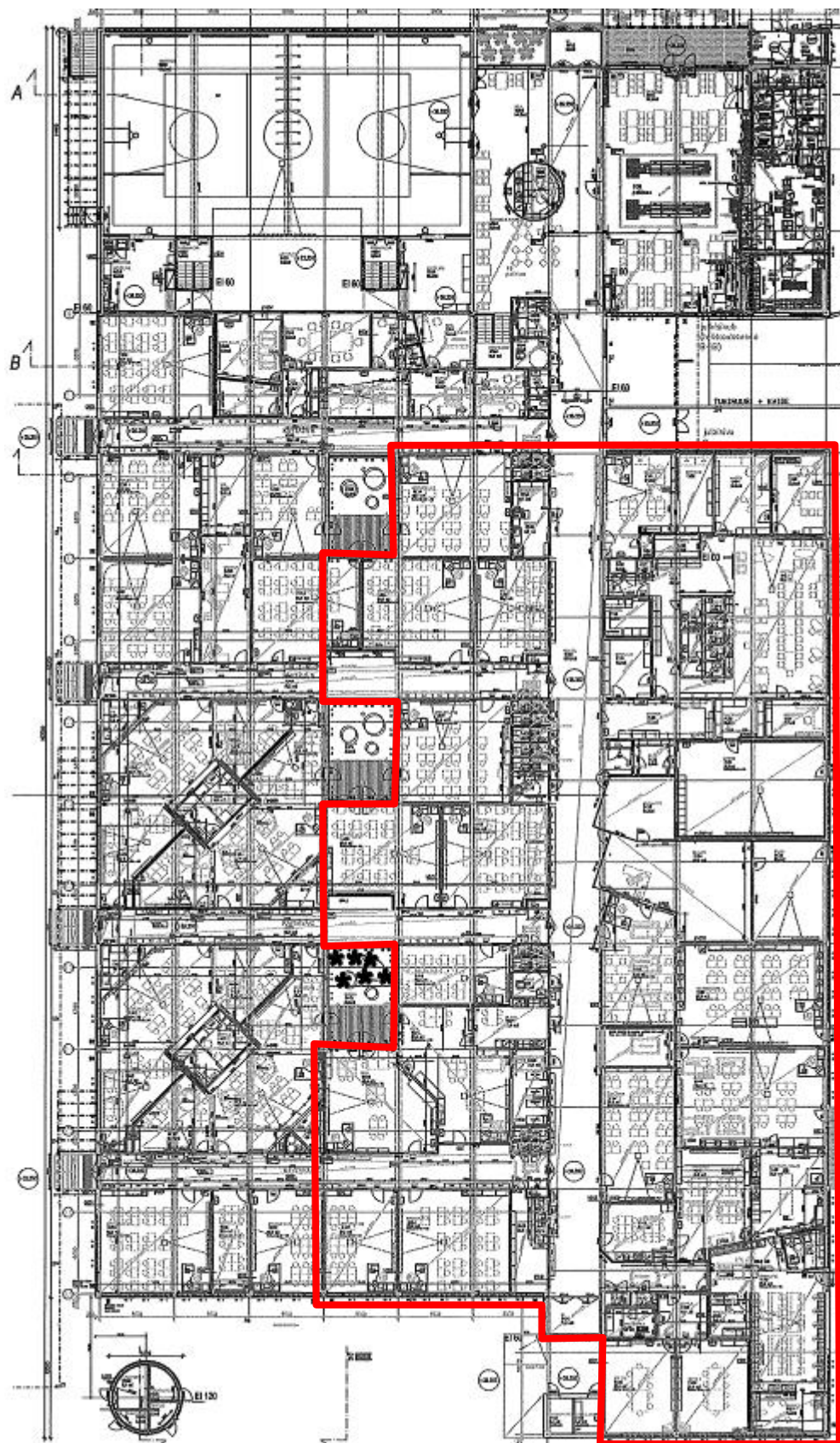
- lattian pintamateriaali
- pintabetonilaatta
- suodatinkangas
- täyttö (sisältää hienoainesta)

**Edellä kuvattu rakenne todettiin kaikissa muissa viemäriinjoilta tehdyissä tarkastelu- ja mittauskohdissa (12 eri tarkastelu-/mittauskohdassa).**





1.4.2010



*Kuva 1. Hiekkaharjun koulun 1. kerroksen alapohjarakenteiden kosteustutkimus-  
alue on rajattu kuvaan punaisella viivalla.*

1.4.2010

## 1.7 Lähtötiedot

Kohteesta oli käytössä seuraavat lähtötiedot:

- Kosteusmittauspöytäkirja, Cramo, 24.8.2009
- Alapohjan pintakosteusmittaukset, ASB-yhtiöt 25.9.2009 (pintakosteuskemat on esitetty 1. kerroksen vesijohto- ja viemäripiirustuksessa)
- Kellarin katon purkupiirustus, jossa on esitetty uuden viemäriroilotuksen rakenne (kuvat 2 ja 3)
- Alapohjan rakennetyypit
- 1. kerroksen vanha pohjapiirustus
- 1. kerroksen uusi pohjapiirustus
- Käytävien ja aulatilojen mattojako, 1. kerros
  
- Suullinen tieto vuodenvaihteessa 2009 – 2010 tehtyjen viemärikuvausten havainnoista







1.4.2010

## 2 Tutkimusvälineet ja –menetelmät

Kenttätutkimuksissa käytettiin aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä pintakosteusilmaisinta Gann Hydromette LB70 – mittapää ja UNI 1 -lukulaiteyhdistelmää (asteikko: 0-180) ja osittain Humitest MC-100S pintakosteudenilmaisinta (materiaalikohtaiset asetukset ja arvot teoreettisia painoprosentteja). Pintakosteudenilmaisimien kohdistettiin suoraan mitattavaan rakenteen pintaan. Gann laitteistolla mitatut arvot luettiin mittapähän kytketyn lukulaitteen näytöstä. Humitest MC-100S pintakosteudenilmaisimella mitatut arvot luettiin ilmaisimen 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. suolakkerrostumat, teräkset, eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintaosien vaihtelut. Pintakosteusilmaisimilla tarkastettiin lähes kaikkien tilojen lattiatipinat.

Kohteesta tehtiin rakenteisiin ulottuvia rakennekosteusmittauksia, joissa mitattiin rakenteen suhteellista kosteutta ja lämpötilaa. Samassa yhteydessä mitattiin sisäilman olosuhteet. Mittapisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.

Rakennekosteusmittauksissa ja sisäilman olosuhteiden mittauksissa käytettiin Vaisala Oyj:n valmistamaa HM44 rakennekosteusmittauslaitteistoa. Mittauslaitteisto koostui HMP42 ja/tai -44 lämpötila-kosteusantureista ja HMI41-näyttölaitteesta. Mittauksissa käytetyt Vaisala Oyj:n valmistamat HMP42 ja -44 kosteus- ja lämpötilamittapäät on kalibroitu liitteen 2 mukaisella Vahanen Oy:n mittapäiden kalibroitijärjestelmällä vähintään kaksi kuukautta ennen mittauksia. Lisäksi osa I-vaiheen mittauksissa käytetyistä mittapäistä tarkistuskalibroitiin mittausten jälkeen mittapäiden kalibrointitason ja riittävän mittaustarkkuuden varmistamiseksi.

Lattiapäällysteen alapuoleisia suhteellisia kosteuksia ja lämpötiloja mitattiin viiltomittausmenetelmällä (liite 3). Mittausta varten lattiapäällysteeseen tehtiin viilto. Viiltoon asennettiin Vaisala Oyj:n valmistama HMP42 kosteus- ja lämpötilamittapää. Mittapään annettiin tasaantua päällysteen alla vallinneeseen kosteuspiitoisuuteen 15 minuutin ajan ennen lukemien ottoa Vaisala Oyj:n valmistamalla HMI41 lukulaitteella.

Alapohjarakenteen rakennekosteusmittaukset tehtiin liitteen 4 mukaisella porareikämittausmenetelmällä. Porauksen jälkeen reiät puhdistettiin, putkitettiin, tiivistettiin, osittain asennettiin HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapäät ja jätettiin tasaantumaan 3 – 6 vuorokaudeksi. Osaan mittausräistä kosteusmittausanturit asennettiin ja anturin johto tiivistettiin asennusputkeen 3 vrk mittareikien poraamisen jälkeen. Näiden anturien annettiin tasaantua vähintään 60 minuuttia porareissä ennen lukemien kirjaimista. Mittalaitteen tarkkuus suhteellisen kosteuden osalta on esitetty kalibrointiliitteessä.



1.4.2010

Sisäilman VOC- mittausten kenttätutkimuksissa ATK-luokasta sekä luokasta 1523 kerättiin sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) pumpulla Tenax-adsorbentilla täytettyyn putkimaiseen ATD-keräimeen (ATD = automatic thermal desorption). Ilmanäytteet analysoitiin Työterveyslaitoksella kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta. Lisäksi VOC-mittauksiin liittyen tilojen välisten ilmvirtausten suuntia tarkasteltiin Regin -merkkisavun avulla.

Lattiapinnoitteiden pintatuotot mitattiin FLEC-menetelmällä ATK- ja musiikkiluokista sekä luokista 1224 ja 1523. Näytteenotto suoritettiin Työterveyslaitoksen ohjeiden mukaisesti (liite 5). Näytteet kerättiin Tenax-adsorbentilla täytettyyn putkimaiseen ATD-keräimeen ja analysoitiin Työterveyslaitoksella kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta.

Työterveyslaitoksen analyysivastaukset on esitetty liitteessä 6.

## 3 Alapohjarakenteen havainnot, tehdyt tutkimukset ja mittaukset

### 3.1 Havainnot

- Kumimatossa havaitut irtoamiset alustastaan ovat paikoitellen erittäin laajoja (kuvat 4 ja 5) ja irtoamisia alustastaan on myös kertaalleen uusitun pääkäytävän osalla.
- Pääkäytävän osalla on havaittavissa mattoliiman kemialliseen vaurioitumiseen viittaavaa hajua.
- Kumimattojen saumat on toteutettu ns. puskusaumaliitoksina (kuva 6), jolloin saumojen tiiviys ei ole esim. hitsatun sauman tiiveyden luokkaa. Mattojen alle on päässyt pääkäytävällä vettä ja likaa auenneiden saumojen kohdilta (kuva 7).
- Pääkäytävän osalla uusi viemäriinjan lattiaroilo on todennäköisesti merkittävästi suunniteltua roilotusta leveämpi. Tähän viittaa pääkäytävän mattoirtoilualueiden leveys, rakennetarkasteluissa tehdyt havainnot sekä käytävän mattoavauksen yhteydessä tehdyt havainnot (kuvat 7 ja 8).
- Kumimaton alta tehtyjen suhteellisen kosteuden mittausten (viiltomittausten) yhteydessä havaittiin, että kumimatto irtosi erittäin helposti kaikissa uusien viemäriroilotusten kohdissa lukuun ottamatta luokkatilan 1506 lattiaa, jossa viemäriroilotuksessa todettiin pintalaatan alla lämmöneriste ulkoseinän vierustalla.



1.4.2010

- Alapohjan kosteustutkimusten yhteydessä todettiin mm. pääkäytävällä sekä opettajainhuoneessa kohdat/ alueet, joissa vanhassa alapohjarakenteessa ei havaittu pintalaatan ja kevytsorabetonin välissä muovikalvoa.
- Aiemmin sähköpääkeskuksena olleen tilan ja nykyisin kieliluokkana toimivan tilan 1143 lattiassa todettiin ASB:n tekemässä ja nyt tehdystä pintakosteuskartoituksessa kohonneiden pintakosteuslukemien alue (kuva 9), vaikka kyseisellä kohdalla ei ole uutta viemäriinjaa. Kyseiseltä kohdalta kumimaton alta ja kumimaton taustasta alapohjarakenteen porareikämittausten teon yhteydessä todettiin erittäin voimakas mikrobiperäinen haju. Kyseisessä kohdassa todettiin myös olevan yhtenäinen yli 44 cm paksu betonilaatta. Viereisessä porareikässä todettiin vastaavasti olevan pintalaatan alla lämmöneriste (EPS). Kyseisellä kohdalla on todennäköisesti paikattu vanhoja sähköpääkeskuksessa olleita läpivientikohtia.
- Tekstiilityönluokan 1146 lattian rakennetarkastelukohta tehtiin vanhalle puretulle seinälinjalle. Kyseisessä kohdassa todettiin betonivalua olevan noin 47 cm, josta betonien rajapinta oli noin 31 cm:n syvyydellä. Kyseisellä kohdalla on mahdollisesti laattavahvennos tai anturarakenne.
- Maanvaraisten lattioiden tutkimusten yhteydessä havaittiin muutamien luokkatilojen pienten sisäpihojen ulkoseinien alaosissa todennäköisesti kosteuden aiheuttamia maali- ja tasoitepintavaurioita (kuvat 10 ja 11).



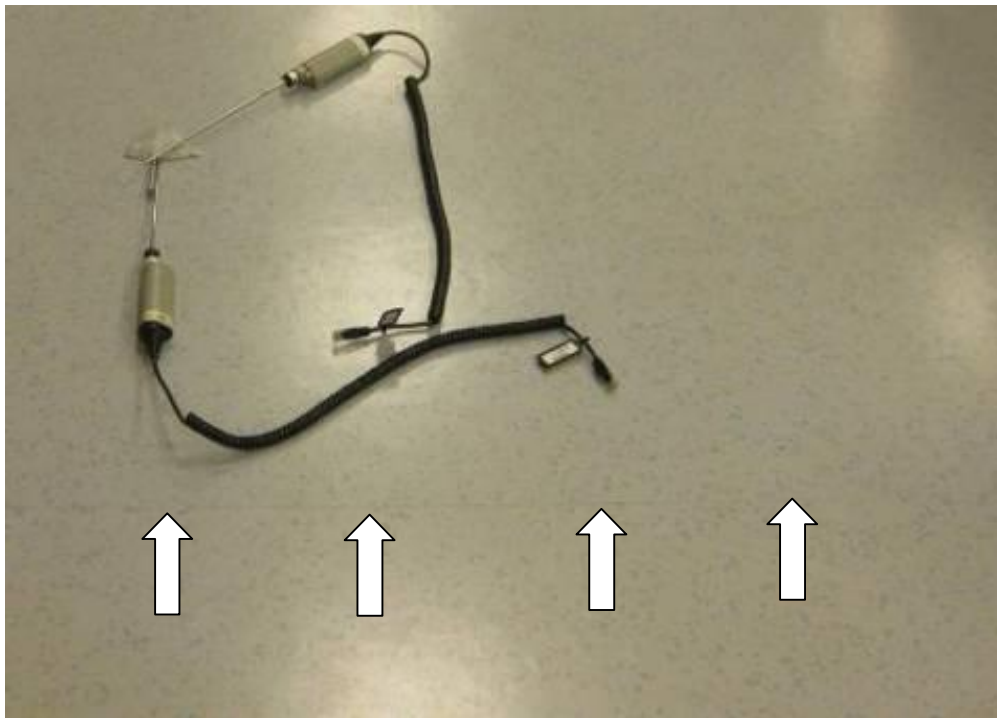
**Kuva 4.** Hiekkaharjun koulun pääkäytävän peruskorjauksen jälkeen jo kertaalleen uusitun kumimaton kupruja.



1.4.2010



**Kuva 5.** Hiekkaharjun koulun sivukäytävän C mattokupruja (peruskorjauksessa asennettu kumimatto).



**Kuva 6.** Hiekkaharjun koulun kumimattojen saumat on toteutettu ns. puskusaumoina (osoitettu kuvaan nuolilla). Kuvassa kumimaton alapuoleisen suhteellisen kosteuden mittaukset käynnissä mittapisteessä V23 (kirjasto).

1.4.2010



**Kuva 7.** Hiekkaharjun koulun pääkäytävän avatun kumimattovuodan kohta. Mattojen saumakohta on ollut auki. Vettä ja likaa on päässyt mattojen saumakohdasta mattojen alle (rajattu kuvaan punaisella viivalla). Kuvassa tummana näkyvä suorareunainen betonilattiaosuus on kohdasta tehtyjen läpiporausten perusteella uutta viemäriinjan yläpuolista lattiarakennetta, jossa betonilaatta on valettu suoraan täyttöaineksen päälle (suodatinkangas välissä). Tummunut alue vaaleni maton aukioloaikana, joka osoittaa maton alapuoleisen kosteuden olleen hyvin korkea.



**Kuva 8.** Hiekkaharjun koulun pääkäytävän avatun mattovuodan alta näkyvä tumma betonilattian osuus on uutta viemäriinjan yläpuolista lattiarakennetta, jossa betonilaatta on valettu suoraan täyttöaineksen päälle (suodatinkangas välissä).



1.4.2010



**Kuva 9.** Kuva on otettu Hiekkaharjun koulun 1. kerroksen maanvaraisesta lattiasta ASB yhtiöiden toimesta tehdyn pintakosteuskartoituksen dokumentoinnista. Kuvassa punaisella rajatulla alueella on aiemmin, ennen peruskorjausta ollut sähköpääkeskus. Kyseisessä kohdassa on todennäköisesti entisiä alapohjan läpivientejä paikattu betoni-valulla, sillä rakennetarkastelussa havaittiin yli 44 cm paksu betonivalu, jonka kautta kosteutta pääsee nousemaan/ siirtymään maaperästä suoraan kumimaton alle vaurioit-taen sitä.



**Kuva 10.** Hiekkaharjun koulun luokan 1405 sisäpihan ulkoseinän alaosassa oli merkkejä kosteuden aiheuttamasta maalipinta- ja tasoitevauriosta. Vaurio ulottuu lämmityspatterin taakse. Lämmityspatterin ja seinän edustalla sijaitsee uusi viemäri linja. On mahdollista, että seinän alaosan vaurion aiheuttaja on peruskorjausvaiheessa seinära-kenteeseen kohdistunut kosteusrasitus (esim. uuden viemäri linjan timanttisauhuksesta aiheutunut kosteusrasitus) ja/tai tiiviin pintamateriaalin vuoksi viemäri linjan uudesta lattiarakenteesta seinän alaosaan siirtyvä kosteus.



1.4.2010



*Kuva 11. Hiekkaharjun koulun luokan 1304 sisäpihan ulkoseinän alaosaan oli merkkejä kosteuden aiheuttamasta maalipinta- ja tasoitevauriosta. Vaurio ulottuu lämmityspatterin taakse. Lämmityspatterin ja seinän edustalla sijaitsee uusi viemäriputki. On mahdollista, että seinän alaosaan vaurion aiheuttaja on peruskorjausvaiheessa seinärakenteeseen kohdistunut kosteusrasitus (esim. uuden viemäriputken timanttisauhuksesta aiheutunut kosteusrasitus) ja/tai tiiviin pintamateriaalin vuoksi viemäriputken uudesta lattiarakenteesta seinän alaosaan siirtyvä kosteus.*

## 3.2 Kosteusmittaukset

### 3.2.1 Pintakosteuskartoitukset

Tutkimusalueelle on 25.9.2009 tehty ASB Yhtiöiden toimesta pintakosteuskartoitus. Kartoituksen tuloksia käytettiin hyväksi tässä tutkimuksessa. Osittain tutkimusalueen lattiarakennetta kartoitettiin uudelleen tässä tutkimuksessa rakennekosteusmittauskohtien tarkkojen kohtien määrittämiseksi. Pintakosteushavainnot olivat yhtenevät ASB Yhtiöiden tekemän kartoituksen havaintojen kanssa, joten pintakosteuskartoituksen havaintoja ei esitetä tässä yhteydessä erikseen.

Pintakosteuskartoituksissa havaittiin korkeimpien pintakosteuslukemien esiintyvän hyvin systemaattisesti uusien viemäriputkien kohdilla, vanhan sähköpääkeskuksen kohdalla, osittain vanhojen seinälinjojen kohdilla sekä alueilla, joissa vanhassa rakenteessa ei rakennekosteusmittausten teon ja rakennetarkastelua varten porattujen reikien kohdilla havaittu pintalaatan ja kevytsorabetonin välissä muovikalvoa (pääkäytävä ja opettajainhuone).

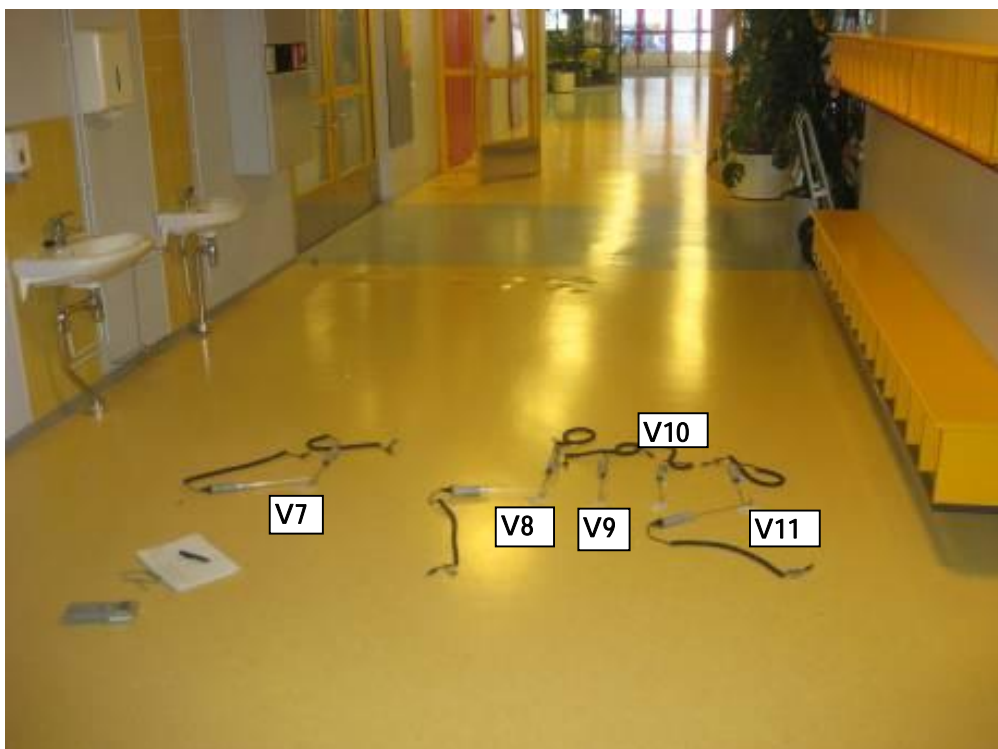


1.4.2010

### 3.2.2 Kumimaton alta tehdyt suhteellisen kosteuden mittaukset (viiltomittaukset)

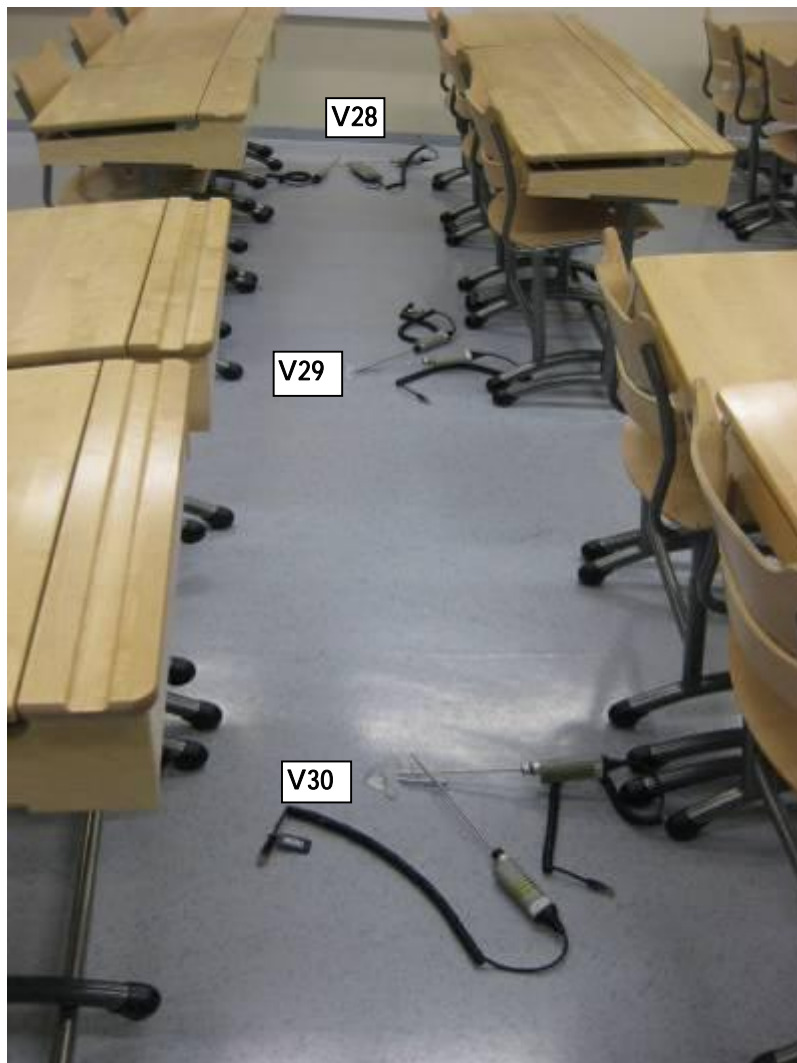
Tutkitulta alueelta tehtiin yhteensä 48 kpl viiltomittauksia 29.12.2009 sekä 22.2. ja 23.2.2010, joilla määritettiin kumimaton alapuoleiset suhteelliset kosteudet. Mittaukset tehtiin pääsääntöisesti kohtiin, joissa mahdollisesti päältä päin tulleen kosteuden vaikutus (mattosaumakohdat) on poissuljettu. Esimerkit viiltomittauksista on esitetty kuvissa 12 ja 13. Mittapisteen sijainnit on esitetty kuvassa 14 sekä liitteessä 1. Mittaustulokset on esitetty taulukoissa 1 – 4 ja suhteellisen kosteuden arvot myös liitteessä 1. Yli 90 RH % suhteellisen kosteuden arvot on esitetty tulostaulukoissa tummennettuna. Tulostaulukoissa lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaustulosten perusteella laskettu ilman kosteussisältö ( $\text{g}/\text{m}^3$ ) on esitetty suluissa, mikäli suhteellinen kosteus on kapillaarialueella ( $\text{RH} > 97\%$ ). Kaikki kosteus ei kapillaarialueella olevassa suhteellisen kosteuden arvossa näy ja siksi ilman kosteussisältö on epätarkkaa.

Tulostaulukoissa on esitetty mittaustulosten lisäksi havainnot maton kiinnitysasteesta sekä maininta lattian rakenteesta (uusi vai vanha), mikäli se on tarkastettu läpiporauksella. Maininnat tod. uusi = lattiarakenne on todennäköisesti uusi ja tod. vanha = lattiarakenne on todennäköisesti vanha. Matto irti = maton havaittiin viiltomittauksessa olevan irti alustastaan (vaikka aistinvaraisesti matto saattoi näyttää olevan kiinni) ja matto kiinni = maton todettiin olevan osittain kiinni, hyvin kiinni tai erittäin hyvin kiinni alustassaan.



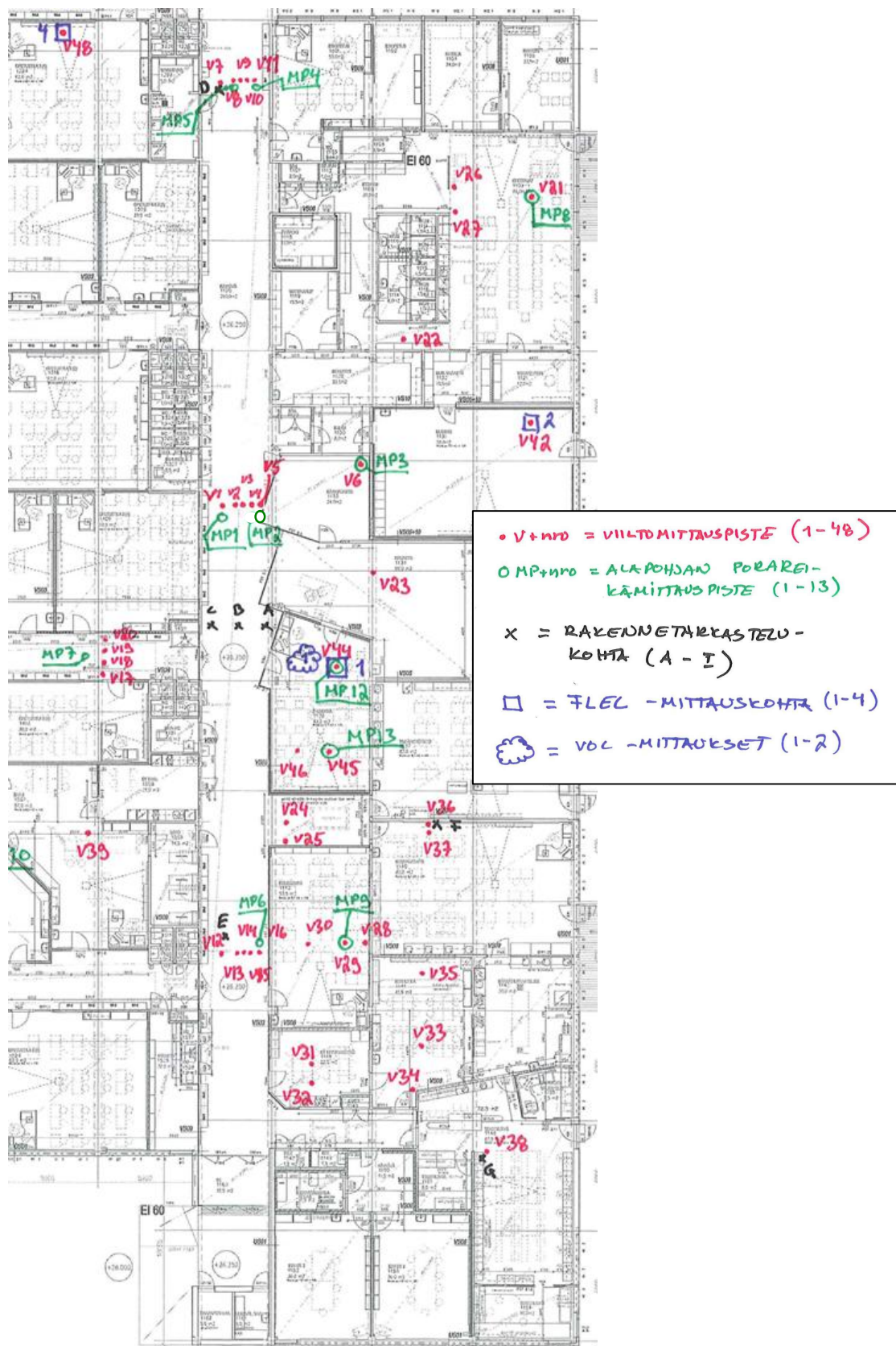
**Kuva 12.** Hiekkaharjun koulu, pääkäytävän viiltomittaukset käynnissä mittapisteissä V7 – V11 29.12.2009.

1.4.2010



*Kuva 13. Hiekkaharjun koulu, kieliluokan 1143 viiltomittaukset käynnissä mittapisteissä V28 – V30 23.2.2010.*

1.4.2010



**Kuva 14.** Hiekkaharjun koulu, viiltomittauspisteet (V1 – V48), alapohjan porareikämittauspisteet (MP1 – MP13), kumimaton FLEC-mittauspisteet (1 – 4) ja sisäilman VOC-mittausilat (1 – 2). Mittapistekuva on esitetty myös liitteessä 4.



1.4.2010

**Taulukko 1.** Hiekkaharjun koulun 1. kerroksen maanvaraisen lattian kumimattojen alapuoleisten suhteellisten kosteuksien (RH) ja lämpötilojen (t) mittaustulokset 29.12.2009. Tulostaulukossa on esitetty myös em. mittaustulosten perusteella lasketut kosteussisällöt (abs).

VIILTOMITTAUSTULOKSET		29.12.2009				
Mittapiste	kohta	anturinro.	t (°C)	RH (%)	abs. (g/m) <sup>3</sup>	huom!
<b>Pääkäytävä 1100</b>	<i>sisäilma</i>	<i>h3</i>	19,3	26,2	4,3	
	V1 (uusi lattia)	<i>h12</i>	19,8	<b>96,0</b>	16,4	matto irti
	<i>sisäilma</i>	<i>h3</i>	19,5	25,0	4,2	
	V2 (uusi lattia)	<i>h2</i>	19,8	<b>95,3</b>	16,3	matto irti
	V3 (rajakohta)	<i>h4</i>	19,9	<b>95,9</b>	16,5	matto irti
	V4 (vanha lattia)	<i>h14</i>	19,9	<b>92,8</b>	15,9	matto irti
	V5 (vanha lattia)	<i>h6</i>	19,7	76,9	13,1	matto kiinni
<b>Käskirjasto 1133</b>	<i>sisäilma</i>	<i>h11</i>	20,2	25,2	4,4	
	V6 (vanha lattia)	<i>h13</i>	20,4	76,8	13,6	matto kiinni
<b>Pääkäytävä 1100</b>	<i>sisäilma</i>	<i>h11</i>	18,6	30,9	4,9	
	V7 (uusi lattia)	<i>h13</i>	19,4	<b>93,9</b>	15,7	matto irti
	<i>sisäilma</i>	<i>h4</i>	18,9	27,2	4,4	
	V8 (uusi lattia)	<i>h12</i>	19,5	<b>96,0</b>	16,1	matto irti
	V9 (rajakohta)	<i>h14</i>	19,5	<b>96,0</b>	16,1	matto irti
	V10(vanha lattia)	<i>h6</i>	19,4	89,1	14,9	matto kiinni
	<i>sisäilma</i>	<i>h3</i>	18,8	27,6	4,4	
V11(vanha lattia)	<i>h2</i>	19,6	88,4	14,9	matto kiinni	
<b>Pääkäytävä 1100</b>	<i>sisäilma</i>	<i>h0</i>	17,5	27,1	4,0	
	V12 (tod. uusi)	<i>h7</i>	18,9	87,9	14,2	matto irti
	V13 (tod. vanha)	<i>h5</i>	18,7	85,4	13,7	matto kiinni
	V14 (tod. vanha)	<i>h10</i>	18,7	79,5	12,7	matto kiinni
	V15 (tod. vanha)	<i>h9</i>	18,8	83,5	13,5	matto kiinni
	V16 (tod. vanha)	<i>h8</i>	18,8	86,5	13,9	matto kiinni
<b>C-käytävä</b>	<i>sisäilma</i>	<i>h7</i>	18,3	25,8	4,0	
	V17 (tod. uusi)	<i>h0</i>	18,3	<b>93,8</b>	14,7	matto irti
	V18 (tod. uusi)	<i>h11</i>	18,1	<b>97,6</b>	(15,1)	matto irti
	<i>sisäilma</i>	<i>h5</i>	18,0	25,4	3,9	
	V19 (tod. uusi)	<i>h9</i>	18,2	<b>96,3</b>	15,0	matto irti
V20 (tod. uusi)	<i>h8</i>	18,3	<b>96,2</b>	15,1	matto irti	

1.4.2010

**Taulukko 2.** Hiekkaharjun koulun 1. kerroksen maanvaraisen lattian kumimattojen alapuoleisten suhteellisten kosteuksien (RH) ja lämpötilojen (t) mittaustulokset 22.2.2010. Tulostaulukossa on esitetty myös em. mittaustulosten perusteella lasketut kosteussisällöt (abs).

VIILTOMITTAUSTULOKSET		22.2.2010				
Mittapiste	kohta	anturinro.	t (°C)	RH (%)	abs. (g/m) <sup>3</sup>	huom!
<b>Opett.huone 1109</b>	sisäilma	h11	20,8	12,2	2,8	
	V21(vanha lattia)	h14	21,1	<b>97,8</b>	(18,0)	matto irti
	sisäilma	h10	20,2	12,0	2,1	
	V22 (uusi lattia)	h8	20,2	<b>98,5</b>	(17,3)	matto irti
	V26 (tod. vanha)	h11	20,9	<b>94,5</b>	17,2	matto irti
	V27 (tod. vanha)	h10	21,1	68,6	12,6	matto irti
<b>Kirjasto 1134</b>	sisäilma	h9	20,1	11,2	1,9	
	V23 (tod. vanha)	h12	19,9	<b>99,2</b>	(17,1)	matto irti
<b>Pääkäytävä 1100</b>	sisäilma	h8	19,3	13,4	2,2	
	V24 (tod. uusi)	h5	19,2	<b>97,5</b>	(16,1)	matto irti
	V25 (tod. vanha)	h6	19,5	86,5	14,6	matto kiinni

**Taulukko 3.** Hiekkaharjun koulun 1. kerroksen maanvaraisen lattian kumimattojen alapuoleisten suhteellisten kosteuksien (RH) ja lämpötilojen (t) mittaustulokset 23.2.2010. Tulostaulukossa on esitetty myös em. mittaustulosten perusteella lasketut kosteussisällöt (abs).

VIILTOMITTAUSTULOKSET		23.2.2010				
Mittapiste	kohta	anturinro.	t (°C)	RH (%)	abs. (g/m) <sup>3</sup>	huom!
<b>Kieliluokka 1143</b>	sisäilma	h13	20,6	6,4	1,2	
	V28 (tod. vanha)	h4	21,1	<b>94,0</b>	17,3	matto irti
	sisäilma	h12	20,6	9,6	1,7	
	V29 (vanha/ uusi)	h3	20,8	<b>95,8</b>	17,4	matto irti
	sisäilma	h10	20,4	10,8	1,8	
	V30 (tod. vanha)	h6	21,1	83,9	15,4	matto kiinni
<b>Tupakeittiö 1144</b>	sisäilma	h9	18,4	9,1	1,4	
	V31 (tod. uusi)	h11	21,0	<b>95,9</b>	17,6	matto irti
	V32 (tod. uusi)	h5	21,0	<b>96,2</b>	17,6	matto irti



1.4.2010

**Taulukko 4.** Hiekkaharjun koulun 1. kerroksen maanvaraisen lattian kumimattojen alapuoleisten suhteellisten kosteuksien (RH) ja lämpötilojen (t) mittaustulokset 23.2.2010. Tulostaulukossa on esitetty myös em. mittaustulosten perusteella lasketut kosteussisällöt (abs).

VIILTOMITTAUSTULOKSET		23.2.2010				
Mittapiste	kohta	anturinro.	t (°C)	RH (%)	abs. (g/m) <sup>3</sup>	huom!
<b>Kerhotila 1141</b>	<i>sisäilma</i>	<i>h3</i>	19,7	12,2	2,0	
	V33 (tod. uusi)	<i>h14</i>	20,0	<b>97,7</b>	(16,9)	matto irti
	<i>sisäilma</i>	<i>h10</i>	19,8	9,7	1,7	
	V34 (tod. vanha)	<i>h8</i>	20,0	<b>94,3</b>	16,3	matto irti
	<i>sisäilma</i>	<i>h4</i>	20,6	9,6	1,7	
	V35 (tod. vanha)	<i>h13</i>	20,2	85,9	15,0	matto irti
<b>Kuvaamataito 1140</b>	<i>sisäilma</i>	<i>h8</i>	20,1	9,0	1,5	
	V36 (uusi lattia)	<i>h13</i>	20,0	<b>91,2</b>	15,8	matto irti
	V37 (tod. vanha)	<i>h6</i>	19,9	87,0	15,0	matto kiinni
<b>Tekstiilityö 1146</b>	<i>sisäilma</i>	<i>h11</i>	18,5	10,5	1,7	
	V38(vanha lattia)	<i>h14</i>	18,9	<b>94,8</b>	15,3	matto irti
<b>Luokkatila 1507</b>	<i>sisäilma</i>	<i>h3</i>	20,5	11,0	1,9	
	V39 (tod. uusi)	<i>h9</i>	21,0	<b>99,6</b>	(18,2)	matto irti
<b>Luokkatila 1506</b>	<i>sisäilma</i>	<i>h10</i>	20,2	9,0	1,6	matto irti
	V40 (uusi lattia)	<i>h14</i>	20,5	84,4	15,0	matto kiinni
	<i>sisäilma</i>	<i>h12</i>	19,3	10,5	1,7	
	V41 (uusi lattia)	<i>h5</i>	20,0	<b>99,2</b>	(17,1)	matto irti
<b>Musiikkiluokka 1131</b>	<i>sisäilma</i>	<i>h9</i>	20,0	10,0	1,7	
	V42 (tod. vanha)	<i>h14</i>	20,5	79,1	14,0	matto kiinni
<b>Luokkatila 1405</b>	<i>sisäilma</i>	<i>h12</i>	19,7	10,2	1,7	
	V43 (tod. uusi)	<i>h3</i>	19,8	<b>97,2</b>	(16,6)	matto irti
<b>ATK 1136</b>	<i>sisäilma</i>	<i>h11</i>	21,6	10,0	1,9	
	V44 (uusi lattia)	<i>h14</i>	21,6	<b>97,8</b>	(18,6)	matto irti
	<i>sisäilma</i>	<i>h11</i>	21,5	11,0	2,0	
	V45(vanha lattia)	<i>h3</i>	21,1	<b>95,8</b>	17,7	matto irti
	V46 (tod. vanha)	<i>h12</i>	21,7	89,5	17,0	matto kiinni
<b>Luokkatila 1523</b>	<i>sisäilma</i>	<i>h12</i>	20,3	11,4	2,0	
	V47 (uusi lattia)	<i>h3</i>	19,9	<b>94,0</b>	16,1	matto irti
<b>Luokkatila 1224</b>	<i>sisäilma</i>	<i>h11</i>	21,8	12,6	2,3	
	V48 (tod. uusi)	<i>h14</i>	22,0	<b>98,3</b>	(19,1)	matto irti



1.4.2010

### 3.2.3 Alapohjarakenteen suhteellisen kosteuden mittaukset (porareikämittaukset)

Tutkitulta alueelta tehtiin yhteensä 13 kpl alapohjarakenteen suhteellisen kosteuden mittauksia. Esimerkit porareikämittauksista on esitetty kuvissa 15 ja 16. Mittapisteiden sijainnit on esitetty aiemmin kuvassa 14 sekä liitteessä 1. Mittaustulokset on esitetty taulukoissa 5 – 8. Tulostaulukoissa lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaustulosten perusteella laskettu ilman kosteussisältö (g/m<sup>3</sup>) 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.

**Taulukko 5.** Hiekkaharjun koulun 1. kerroksen maanvaraisen alapohjan suhteellisten kosteuksien (RH) ja lämpötilojen (t) mittaustulokset 4.1.2010. Tulostaulukossa on esitetty myös em. mittaustulosten perusteella lasketut kosteussisällöt (abs). Tulostaulukossa on esitetty myös kyseiseltä kohdalta tutkimuksissa tehtyjen viiltomittausten tulokset.

PORAREIKÄMITTAUSTULOKSET LATTIA						4.1.2010	
Mittapiste	Mittaus- syvyys	Mittausreikä			Abs. g/m <sup>3</sup>		
		anturinro.	t (°C)	RH (%)			
<b>MP1</b> <b>pääkäytävä 1100,</b> <b>uusi lattia</b> - pintav. ~ 10 cm - suodatinkangas - täyttö	<i>sisäilma 29.12.</i>	<i>h3</i>	19,3	26,2	4,3		
	<i>sisäilma 4.1.</i>	178	18,0	14,5	2,2		
	maton alus (V1)	h12	19,8	<b>96,0</b>	16,4		
	1,5 cm	136	mittapää vioittunut	-	-		
	5 cm	134	18,5	<b>99,2</b>	(15,7)		
15 cm (täyttö)	143	18,0	<b>99,9</b>	(15,4)			
<b>MP2</b> <b>pääkäytävä 1100,</b> <b>vanha lattia</b> - pintav. ~ 10 cm - muovikalvo - kevytsorabetoni - täyttö	<i>sisäilma 29.12.</i>	<i>h3</i>	19,5	25,0	4,2		
	<i>sisäilma 4.1.</i>	178	18,0	14,5	2,2		
	maton alus (V5)	h6	19,7	<b>76,9</b>	13,1		
	1,5 cm	133	18,2	<b>84,6</b>	13,2		
	5 cm	141	18,5	<b>88,2</b>	14,0		
11 cm (kevyts.b.)	126	18,3	<b>99,9</b>	(15,6)			
17 cm (täyttö)	303	18,6	<b>99,9</b>	(15,9)			
<b>MP3</b> <b>käsi kirjasto 1133,</b> <b>vanha lattia</b> - pintav. ~ 9 cm - muovikalvo - kevytsorabetoni - täyttö	<i>sisäilma 29.12.</i>	<i>h11</i>	20,2	25,2	4,4		
	<i>sisäilma 4.1.</i>	171	19,2	14,2	2,3		
	maton alus (V6)	h13	20,4	<b>76,8</b>	13,6		
	1,5 cm	102	19,8	<b>85,9</b>	14,7		
	5 cm	119	19,3	<b>85,4</b>	14,2		
10 cm (kevyts.b.)	168	19,7	<b>99,9</b>	(17,0)			
17 cm (täyttö)	304	19,7	<b>99,9</b>	(17,0)			

1.4.2010

**Taulukko 6.** Hiekkaharjun koulun 1. kerroksen maanvaraisen alapohjan suhteellisten kosteuksien (RH) ja lämpötilojen (t) mittaustulokset 4.1.2010. Tulostaulukossa on esitetty myös em. mittaustulosten perusteella lasketut kosteussisällöt (abs). Tulostaulukossa on esitetty myös kyseiseltä kohdalta tutkimuksissa tehtyjen viiltomittausten tulokset.

PORAREIKÄMITTAUSTULOKSET LATTIA 4.1.2010					
Mittapiste	Mittaus- syvyys	Mittausreikä			Abs. g/m <sup>3</sup>
		anturinro.	t (°C)	RH (%)	
<b>MP4</b> pääkäytävä 1100, <i>vanha lattia</i> - pintav. ~ 10 cm - kevytsorabetoni - täyttö <i>ei muovikalvoa</i>	<i>sisäilma 29.12.</i>	<i>h4</i>	18,9	27,2	4,4
	<i>sisäilma 4.1.</i>	100	16,4	17,5	2,4
	maton alus (V11)	<i>h2</i>	19,6	<b>88,4</b>	16,1
	1,5 cm	<i>43</i>	17,4	<b>92,4</b>	13,7
	5 cm	<i>137</i>	17,5	<b>96,2</b>	14,4
	11 cm (kevyts.b.)	<i>139</i>	17,8	<b>99,1</b>	(15,1)
	20 cm (täyttö)	<i>307</i>	17,6	<b>99,7</b>	(15,0)
<b>MP5</b> pääkäytävä 1100, <i>uusi lattia</i> - pintav. ~ 16 cm - suodatinkangas - täyttö	<i>sisäilma 29.12.</i>	<i>h3</i>	18,8	27,6	4,4
	<i>sisäilma 4.1.</i>	100	16,4	17,5	2,4
	maton alus (V7)	<i>h13</i>	19,4	<b>93,9</b>	15,7
	1,5 cm	<i>175</i>	17,1	<b>99,9</b>	(14,6)
	5 cm	<i>170</i>	17,6	<b>99,1</b>	(14,9)
	20 cm (täyttö)	<i>167</i>	17,6	<b>99,9</b>	(15,0)
<b>MP6</b> pääkäytävä 1100, <i>vanha lattia</i> - pintav. ~ 10 cm - muovikalvo - kevytsorabetoni - täyttö	<i>sisäilma 29.12.</i>	<i>h0</i>	17,5	27,1	4,0
	<i>sisäilma 4.1.</i>	120	15,9	16,5	2,2
	maton alus (V16)	<i>h8</i>	18,8	<b>86,5</b>	13,9
	1,5 cm	<i>98</i>	16,1	<b>87,1</b>	12,0
	5 cm	<i>172</i>	16,6	<b>93,9</b>	13,3
	12 cm (kevyts.b.)	<i>177</i>	16,7	<b>99,9</b>	(14,2)
	20 cm (täyttö)	<i>169</i>	16,7	<b>99,9</b>	(14,2)
<b>MP7</b> C-käytävä, <i>uusi lattia</i> - pintav. ~ 10 cm - suodatinkangas - täyttö	<i>sisäilma 29.12.</i>	<i>h7</i>	18,3	25,8	4,0
	<i>sisäilma 4.1.</i>	173	16,0	16,6	2,3
	maton alus (V18)	<i>h11</i>	18,1	<b>97,6</b>	(15,1)
	1,5 cm	<i>179</i>	16,0	<b>98,1</b>	(13,4)
	5 cm	<i>140</i>	16,2	<b>99,5</b>	(13,7)
	20 cm (täyttö)	<i>132</i>	16,1	<b>99,9</b>	(13,7)

1.4.2010

**Taulukko 7.** Hiekkaharjun koulun 1. kerroksen maanvaraisen alapohjan suhteellisten kosteuksien (RH) ja lämpötilojen (t) mittaustulokset 26.2.2010. Tulostaulukossa on esitetty myös em. mittaustulosten perusteella lasketut kosteussisällöt (abs). Tulostaulukossa on esitetty myös kyseiseltä kohdalta tutkimuksissa tehtyjen viiltomittausten tulokset.

PORAREIKÄMITTAUSTULOKSET LATTIA 26.2.2010					
Mittapiste	Mittaus- syvyys	Mittausreikä			Abs. g/m <sup>3</sup>
		anturinro.	t (°C)	RH (%)	
<b>MP8</b> <b>op.huone 1109,</b> <b>vanha lattia</b> - pintav. ~ 7 cm - kevytsorabetoni - täyttö	<i>sisäilma 22.2.</i>	<i>h11</i>	<i>20,8</i>	<i>12,2</i>	<i>2,8</i>
	<i>sisäilma 26.2.</i>	<i>100</i>	<i>21,1</i>	<i>17,1</i>	<i>3,1</i>
	maton alus (V21)	<i>h14</i>	21,1	<b>97,8</b>	(18,0)
	1,5 cm	<i>11</i>	20,7	<b>99,9</b>	(18,0)
	5 cm	<i>21</i>	20,4	<b>99,9</b>	(17,7)
	11 cm (kevyts.b.)	<i>142</i>	20,0	<b>99,9</b>	(17,3)
18 cm (täyttö)	<i>15</i>	18,9	<b>99,9</b>	(16,2)	
<b>MP9</b> <b>kieliluokka 1143,</b> <b>vanha lattia *</b> - p.v. ~10-44 cm - osittain styrox - täyttö	<i>sisäilma 22.2.</i>	<i>h12</i>	<i>20,6</i>	<i>9,6</i>	<i>1,7</i>
	<i>sisäilma 26.2.</i>	<i>100</i>	<i>20,8</i>	<i>17,7</i>	<i>3,2</i>
	maton alus (V29)	<i>h3</i>	20,8	<b>95,8</b>	17,4
	1,5 cm	<i>29</i>	21,1	<b>96,6</b>	17,8
	5 cm	<i>49</i>	20,9	<b>99,4</b>	(18,1)
	11 (styrox)	<i>23</i>	20,9	<b>99,9</b>	(18,2)
43 cm (betoni)	<i>8</i>	20,3	<b>99,9</b>	(17,6)	
<b>MP10</b> <b>luokka 1506,</b> <b>uusi lattia</b> - pintav. ~ 10 cm - suodatinkangas - styrox (5 cm) - täyttö	<i>sisäilma 22.2.</i>	<i>h10</i>	<i>20,2</i>	<i>9,0</i>	<i>1,6</i>
	<i>sisäilma 26.2.</i>	<i>100</i>	<i>20,3</i>	<i>17,1</i>	<i>3,0</i>
	maton alus (V40)	<i>h14</i>	20,5	84,4	15,0
	1,5 cm	<i>13</i>	20,3	<b>89,4</b>	15,7
	5 cm	<i>75</i>	20,1	<b>95,1</b>	16,5
	11 cm (styrox)	<i>81</i>	20,0	<b>95,0</b>	16,4
18 cm (täyttö)	<i>12</i>	18,1	<b>99,4</b>	(15,4)	
<b>MP11</b> <b>luokka 1523,</b> <b>uusi lattia</b> - pintav. ~ 10 cm - suodatinkangas - täyttö	<i>sisäilma 22.2.</i>	<i>h12</i>	<i>20,3</i>	<i>11,4</i>	<i>2,0</i>
	<i>sisäilma 26.2.</i>	<i>100</i>	<i>19,2</i>	<i>19,0</i>	<i>3,1</i>
	maton alus (V47)	<i>h3</i>	19,9	<b>94,0</b>	16,1
	1,5 cm	<i>102</i>	19,0	<b>96,5</b>	15,7
	5 cm	<i>78</i>	18,9	<b>97,8</b>	(15,9)
	13 cm (täyttö)	<i>9</i>	18,6	<b>98,3</b>	(15,7)

\* = vanha sähköpääkeskuksen alue, jossa todettiin yhdessä porauskohdassa yhtenäistä betonirakennetta > 43 cm ja vieressä vastaavasti pintalaatan alla styrox.

1.4.2010

**Taulukko 8.** Hiekkaharjun koulun 1. kerroksen maanvaraisen alapohjan suhteellisten kosteuksien (RH) ja lämpötilojen (t) mittaustulokset 26.2.2010. Tulostaulukossa on esitetty myös em. mittaustulosten perusteella lasketut kosteussisällöt (abs). Tulostaulukossa on esitetty myös kyseiseltä kohdalta tutkimuksissa tehtyjen viiltomittausten tulokset.

PORAREIKÄMITTAUSTULOKSET LATTIA 26.2.2010					
Mittapiste	Mittaus- syvyys	Mittausreikä			Abs. g/m <sup>3</sup>
		anturinro.	t (°C)	RH (%)	
<b>MP12</b> <b>ATK 1136,</b> <b>uusi lattia</b> - pintav. ~ 10 cm - suodatinkangas - täyttö	sisäilma 23.2.	h11	21,6	10,0	1,9
	sisäilma 26.2.	163	20,8	21,3	3,9
	maton alus (V44)	h14	21,6	97,8	(18,6)
	1,5 cm	149	20,7	95,2	17,1
	5 cm	154	20,8	96,0	17,4
	13 cm (täyttö)	6	20,4	99,9	(17,7)
<b>MP13</b> <b>ATK 1136,</b> <b>vanha lattia</b> - pintav. ~10 cm - muovikalvo - kevytsorabetoni - täyttö <i>kattoikkunan ala- puolella</i>	sisäilma 23.2.	h11	21,5	11,0	2,0
	sisäilma 26.2.	153	21,0	18,3	3,4
	maton alus (V45)	h3	21,1	95,8	17,7
	1,5 cm	155	20,9	94,2	17,2
	5 cm	20	20,9	94,4	17,2
	11 (kevytsorab.)	165	20,5	97,2	(17,3)
	30 cm (täyttö)	150	20,2	99,9	(17,5)

### 3.3 Rakennetarkastelukohdat

Alapohjarakenne tarkastettiin porareikämittauskohtien lisäksi yhteensä yhdeksästä eri kohdasta 29.12.2009, 22.2. ja 23.2.2010. Rakennetarkastelukohdat on esitetty kuvassa 14 sekä liitteessä 1. Rakennetarkastelukohtien havainnot on esitetty seuraavassa:

Rakennetarkastelukohta A, pääkäytävä 1100 (vanha alapohjarakenne):

- pintabetonia noin 10 cm
- muovikalvo
- kevytsorabetonia
- täyttö (sisältää hienoainesta)

1.4.2010

Rakennetarkastelukohta B, pääkäytävä 1100 (uusi alapohjarakenne):

- pintabetonia noin 10 cm
- suodatinkangas
- täyttö (sisältää hienoainesta, kuva 15)



**Kuva 15.** Hiekkaharjun koulu, uuden viemäriinjan uuden alapohjarakenteen täyttöaines sisältää runsaasti hienoainesta. Kuva on otettu rakennetarkastelukohdasta B alapohjan läpiporauksen jälkeen.

Rakennetarkastelukohta C, pääkäytävä 1100 (uusi alapohjarakenne):

- pintabetonia noin 10 cm
- suodatinkangas
- täyttö (sisältää hienoainesta)

Rakennetarkastelukohta D, pääkäytävä 1100 (uusi alapohjarakenne):

- pintabetonia noin 15 ... 16 cm
- suodatinkangas
- täyttö (sisältää hienoainesta)





1.4.2010

Rakennetarkastelukohta E, pääkäytävä 1100 (uusi alapohjarakenne):

- pintabetonia noin 10 cm
- suodatinkangas
- täyttö (sisältää hienoainesta)

Rakennetarkastelukohta F, kuvaamataito 1140 (uusi alapohjarakenne):

- pintabetonia noin 9 cm
- suodatinkangas
- täyttö (sisältää hienoainesta)

Rakennetarkastelukohta G, tekstiilityö 1146 (vanha alapohjarakenne):

- pintabetonia noin 31 cm
- betonia > 16 cm

Porauksissa ei päästy läpi. Perustuspiirustuksen perusteella tarkastelukohdassa ei pitäisi olla anturaa. Tarkastelukohta sijaitsee väliseinän läheisyydessä, joten on mahdollista, että tarkastelukohdassa on esimerkiksi laattavahvennos tai piirustuksista poiketen mahdollisesti antura.

Rakennetarkastelukohta H, luokka 1506 (uusi alapohjarakenne):

- pintabetonia noin 10 cm
- styrox 5 cm
- täyttö (sisältää hienoainesta)

Rakennetarkastelukohta I, luokka 1506 (uusi alapohjarakenne):

- pintabetonia noin 10 cm
- suodatinkangas
- täyttö (sisältää hienoainesta ja karkeampaa kiviainesta)

Pääkäytävältä viemärin tarkastusluukkujen kohdilta tehdyissä kaikissa tarkasteluissa havaittiin uudella viemäriinjalla käytetyn täyttöainesta, joka sisältää runsaasti hienoainesta (kuvat 16 ja 17).



1.4.2010



**Kuva 16.** Hiekkaharjun koulu, pääkäytävän 1100 viemärin tarkastusluukun kohta. Alapohjan täyttöaines sisältää hienoainesta.



**Kuva 17.** Hiekkaharjun koulu, pääkäytävän 1100 viemärin tarkastusluukun kohta. Alapohjan täyttöaines sisältää hienoainesta.



1.4.2010

### 3.4 Emissio- ja voc –mittaukset

Tutkimuskohteen kahdesta tilasta kerättiin 23.2.2010 ilmanäytteet haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) määrittämiseksi ja neljästä tilasta FLEC-näytteet haihtuvien orgaanisten yhdisteiden lattiaemissioiden selvittämiseksi. Mittausmenetelmäkuvaus on esitetty liitteessä 5 ja analyysivastaukset liitteessä 6.

#### 3.4.1 Tutkitut tilat ja tehdyt mittaukset

ATK-luokka (FLEC ja VOC):

- Lattiapinnoitteen pintatuotot (FLEC –mittaukset) uuden alapohjarakenteen (vierimärilinjan) kohdalta, matto-kuprualueen läheisyydestä, jossa maton alapuoleinen kosteuspitoisuus on korkea.
- Sisäilman VOC –mittaukset.
- Ilmavirtausmerkkisavutarkastelut (ilmavirtaukset pääkäytävältä luokkatilaan päin).

Musiikkiluokka (FLEC):

- Lattiapinnoitteen pintatuotot (FLEC –mittaukset) vanhan alapohjarakenteen kohdalta, jossa maton alapuoleinen kosteuspitoisuus on normaali (vertailumittaus).

Luokka 1523 (FLEC ja VOC):

- Lattiapinnoitteen pintatuotot (FLEC –mittaukset) uuden alapohjarakenteen (vierimärilinjan) kohdalta, jossa matto aistinvaraisesti kiinni alustassaan (ei mattokuprua), mutta viiltomittauksessa todettiin maton olevan irti alustastaan ja maton alapuoleinen kosteuspitoisuus on korkea.
- Sisäilman VOC –mittaukset.
- Ilmavirtausmerkkisavutarkastelut (ilmavirtaukset luokkatilasta sivukäytävään päin).

Luokka 1224 (FLEC):

- Lattiapinnoitteen pintatuotot (FLEC –mittaukset) uuden alapohjarakenteen (vierimärilinjan) kohdalta matto-kuprualueen läheisyydestä mattojen saumakohdasta, jossa maton alapuoleinen kosteuspitoisuus on korkea.



1.4.2010

### 3.4.2 Emissio – ja VOC –mittausten johtopäätökset

Kaikkien tutkittujen FLEC-näytteiden pääkomponentit ovat 1-butanoli, 2-etyyli-1-heksanoli, bentsaldehydi, nonanaali ja bentsotiatsoli. FLEC-analyysitulosten mukaan ATK-luokan ja luokan 1224 lattiaemissiot ovat poikkeuksellisen suuria.

1-butanolin ja 2-etyyli-1-heksanolin esiintyminen ilmanäytteessä johtuu yleensä muovi- kumi- tai linoleummaton liiman hajoamisesta kosteusrasituksen seurauksena. 1-butanolin ja 2-etyyli-1-heksanolin yhteisvaikutuksesta syntyvä haju koetaan yleensä epämiellyttävänä. ATK-luokan ja luokan 1124 lattiaemissionäytteistä mitatut tuotot näille yhdisteille ovat poikkeuksellisen suuria. Näistä tiloista mitatut tuotot voivat aiheuttaa hajuhaittaa varsinkin ilmanvaihdon ollessa kytkettynä pois päältä.

Bentsaldehydi ja nonanaali ovat normaaleja muovi- kumi- ja linoleumituotteista haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. Niille raportoidut hajukynnykset ovat matalat, joten ne saattavat aiheuttaa hajuaistimuksia jo pieninäkin pitoisuuksina. Bentsaldehydin ja nonanaalin karakterimaiset hajut koetaan yleensä miellyttävänä ja nonanaali onkin yleinen lisäaine hajusteissa.

Bentsotiatsoli on yleinen kiihdytinaine kumituotteiden valmistuksessa. FLEC-näytteistä analysoidut bentsotiatsolipitoisuudet ovat normaaleja ja ne eivät todennäköisesti ylitä niille raportoitua hajukynnystä. Bentsotiatsolin rikkimäinen haju koetaan yleensä epämiellyttävänä.

Sisäilmanäytteistä havaittiin vain pieniä pitoisuuksia lattiaemissioissa havaittuja yhdisteitä. Analyysitulosten mukaan molempien sisäilmanäytteiden haihtuvien orgaanisten yhdisteiden summakonsentraatiot (TVOC) ovat normaalitasoiset. FLEC-tulokset huomioiden on kuitenkin todennäköisestä, että ilmanvaihdon ollessa pois päältä tai puolella teholla, lattiaemissiot aiheuttavat sisäilmaan hajuhaittaa varsinkin ATK-luokan sekä luokan 1224 läheisyydessä.

Analyysivastaukset on esitetty liitteessä 6.

### 3.4.3 Kellarikerroksen teknisen työn tilat

Kellarikerroksessa sijaitsevien teknisen käsityön tilojen maanvastaisia seinärakenteita tarkasteltiin aistinvaraisesti ja satunnaisotantaperiaatteella tehdyin pintakosteusmittauksin 26.2.2010. Aistinvaraisissa tarkasteluissa ja pintakosteusmittauksissa ei havaittu normaalista poikkeavia kosteuslöydöksiä.



1.4.2010

## 4 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

### 4.1 Mittaustarkkuustarkastelu

Tutkitut tilat eivät olleet normaalissa käytössä tutkimusten aikana (loma-ajat). Tutkittujen tilojen ilmanvaihto oli kuitenkin toiminnassa normaalilla käyttöasennolla.

22.2. – 26.2.2010 tutkimusten aikana luokkatilojen siivous suoritettiin tutkittujen tilojen osalta vasta tutkimusten jälkeen (pintakosteuskartoituksen, viiltomittausten ja emissiomittausten jälkeen), jotta lattioiden hetkellinen kostuminen ei näkyisi mittaus-tuloksissa.

Lattiapäällysteen alapuoleisen suhteellisen kosteuden mittauksissa, mittapäiden tasaantumisaika oli vähintään 15 minuuttia (tasaantumisaikat 15 ... 22 min). Tasaantumisaikat olivat suositusten mukaiset. Sisäilman ja rakenteen väliset lämpötilaerot olivat pääsääntöisesti niin vähäiset, että viiltomittauksiin ei kohdistunut merkittäviä mittavirhettä aiheuttaneita lämpötilaeroja pois lukien mittapisteet V7 - V9, V11, V13 – V16, V28, V31 ja V41, joissa sisäilman ja rakenteen väliset lämpötilaerot aiheuttivat pientä mittavirhettä. Edellä mainituissa mittapisteissä rakennetta viileämmästä sisäilmasta johtuen, lattiapäällysteen alta mitatut lämpötilat olivat aavistuksen todellista alhaisemmat ja mitatut suhteelliset kosteudet aavistuksen todellista korkeammat.

Porareikämittausten tasaantumisaikat olivat uuden RT –kortin RT 14-10984 mukaiset. Lisäksi osa mittapäistä tarkistuskalibroitiin mittausten jälkeen. Sisäilman ja rakenteen väliset lämpötilaerot olivat pääosin vähäiset, eikä niistä aiheutunut mittavirhettä. Mittapisteiden MP4 ja MP5 osalta sisäilman lämpötila oli aavistuksen rakenteen pintaosan lämpötiloja alhaisempi, joten kyseisten mittapisteiden kohdilla pintaosiin (1,5 cm ja 5 cm syvyyksien mittauksiin) kohdistui pientä mittavirhettä. Mittapisteen MP4 kohdalla, pintaosista mitatut kosteudet ovat aavistuksen todellista korkeammat. Koska rakenteen kosteus uuden lattiarakenteen kohdalla on korkea, mittapisteen 5 kohdalla on mahdollista, että 1,5 cm ja 5 cm syvyyden erittäin korkea mittaustulos johtuu rakennetta viileämmän sisäilman aiheuttamasta kosteuden tiivistymisestä mittapähän.

Kokonaisuudessaan sisäilman ja rakenteen väliset lämpötilaerot ja niistä aiheutuneet mittavirheet olivat vähäisiä. Muita mittavirhetekijöitä mittauksiin ei kohdistunut, joten mittaustarkkuus oli hyvä.

Lattiapäällysteiden pintatuottojen mittaukset (FLEC –mittaukset) ja sisäilman VOC –mittaukset tehtiin koulun loma-aikana, jolloin tiloissa ei ollut oleskelua mittauksia edeltävinä päivinä. Tilojen siivous ohjeistettiin tekemään vasta tutkimusten jälkeen, jotta esim. käytetyt pesuaineet eivät näkyisi emissiomittauksissa. Emissio- ja VOC –mittaukset tehtiin ohjeiden mukaisesti.





1.4.2010

## 4.2 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Maton irtoilut alustastaan esiintyvät pääsääntöisesti uusien viemäriinjojen kohdilla. Rakenteisiin ulottuneissa tutkimuksissa havaittiin, että kumimattojen tartunta alustaansa uusien viemäriinjojen kohdilla on erittäin heikko myös alueilla, joissa ei ole näkyvää kupruilua.

Uusien viemäriinjojen kohdilla alapohjarakenne on pääsääntöisesti toteutettu suunnitelmasta poiketen siten, että alapohjarakenteessa ei ole suunnitelmissa esitettyä lämmöneristettä. Lämmöneriste havaittiin rakennekosteusmittausten sekä rakennetarkastelujen teon yhteydessä ainoastaan ulkoseinän läheisyydessä sijaitsevan uuden viemäriinjan kohdalla. Lämmöneristeen olemassaoloon ulkoseinän vieressä, uusilla viemäriinjoilla, viittaa myös ASB Yhtiöiden tekemän pintakosteuskartoituksen havainnot, jossa pintakosteuslukemat olivat alhaisempia ulkoseinien vierustojen uusien viemäriinjojen kohdilla kuin keskialueen viemäriinjoilla. Niillä kohdin, joissa uudessa alapohjarakenteessa on lämmöneriste, lämmöneriste toimii alapohjarakenteen kapillaarikatkona.

Kaikissa maaperään ulottuneissa kosteusmittauksissa suhteellinen kosteus oli yli 98 RH % osoittaen kosteuspitoisuuden olevan kapillaarialueella. Suunnitelmista poikkeava alapohjarakenne uusilla viemäriinjoilla mahdollistaa maaperän kosteuden kapillaarisen nousun uuteen betonilaattaan pitäen uuden betonilaatan kosteuden erittäin korkeana ja aiheuttaen havaitut mattovauriot. Uusien viemäriinjojen kohdilla kumimattojen alapuoleiset kosteuspitoisuudet ovat korkeat ja suurimmaksi osaksi erittäin korkeat. Samoin kyseisiltä kohdilta tehdyt rakennekosteusmittaukset eri syvyyksiltä osoittavat, että maaperän kosteus nousee/ siirtyy täyttökerroksesta betonilaattaan pitäen kosteuden erittäin korkeana. Mittauksissa todetut erittäin korkeat suhteellisen kosteuden arvot rakenteen kaikilla syvyyksillä viittaavat siihen, että betonin kosteus on saattanut olla korkea jo mattojen asennushetkellä.

Vanha alapohjarakenne toimii kosteusteknisesti pääosin hyvin. Alapohjan suuren kosteusrasituksen vuoksi vanhassa alapohjarakenteessa olevissa muovikalvon epäjatkuvuuskohtissa tai kohdissa, joissa muovikalvo puuttuu, kosteus pääsee siirtymään voimakkaasti pintarakenteiden alle. Tällaisia muovikalvon epäjatkuvuuskohtia havaittiin mm. pääkäytävällä, opettajainhuoneessa ja kieliluokassa. Lisäksi ATK-luokan vanhasta lattiarakenteesta tehtyjen mittausten tulokset viittaavat muovikalvon yläpuoleisen rakenteen kastumiseen päältä päin (mittauskohta kattoikkunan alapuolella).

Kumimatoista tehdyt FLEC –mittaukset osoittavat, että uusien viemäriinjojen kohdilla olevien mattokuprujen alueilla ja erityisesti kuprualueilla, mattojen saumakohdilla, lattiaemissiot ovat poikkeuksellisen suuria. Vanhan rakenteen kohdalta tehdyssä FLEC –mittauksessa, jossa rakenteen kosteudet ovat alhaiset, lattiaemissiot ovat vähäisiä. Sisäilmanäytteissä havaittiin vain pieniä pitoisuuksia



1.4.2010

lattiaemissioissa havaittuja yhdisteitä. Lattiaemissiotulokset huomioiden on kuitenkin todennäköistä, että ilmanvaihdon ollessa pois päältä tai puoliteholla, lattiaemissiot aiheuttavat sisäilmaan haju-/ terveyshaittaa ainakin tiloissa, joissa on mattokupruja. Lisäksi on syytä huomioida, että nyt todetuilla kosteuspitoisuuksilla emissiot tulevat todennäköisesti jatkossa kasvamaan.

Mattojen kupruilujen ja lattiaemissioiden aiheuttaja on suunnitelmista poiketen toteutettu alapohjarakenne uusien viemärilinjojen kohdilla, joka mahdollistaa maaperän kosteuden nousun suoraan maaperästä betonilattiaan pitäen betonilattian kosteuspitoisuudet erittäin korkeina lattiapäällysteen alapintaan saakka.

## 5 Toimenpide-ehdotukset

Seuraavassa on esitetty toimenpidevaihtoehtoja, joista suositeltavin toimenpide-ehdotus on vaihtaa lattian pintamateriaalit kosteutta kestäviksi ja vesihöyryä läpäiseviksi.

### **Alapohjarakenteen pintamateriaalien vaihtaminen kosteutta kestäviksi ja vesihöyryä läpäiseviksi:**

- Tällä toimenpiteellä alapohjarakenteen kosteus ei aiheuta vaurioita pintamateriaaleille ja pintamateriaali mahdollistaa kosteuden poistumisen sisäilmaan. Alapohjarakenteeseen ei kohdistu raskaita toimenpiteitä. Vanhan pintamateriaalin poisto. Rakenteen pintaosan kuivatus uusilla viemärilinjoilla sekä kohdissa, joissa vanhan alapohjarakenteen osalla muovikalvossa on epäjatkuvuuskohta tai se puuttuu ja uuden pintamateriaalin asennus.
- Suositeltavana pintamateriaalina on keraaminen laatta ja/ tai mosaiikkibetonilaatta.

### **Kosteuden kapselointi:**

- Tällä toimenpiteellä pyritään kosteuden siirtyminen lattiapinnoitteen alle katkaisemaan kokonaan. Alapohjarakenteen betonilaatan pintaan asennetaan tasoite-/ tartuntakerros, johon tiivis rakennekerros (esimerkiksi epoksi) voidaan asentaa. Tiivis rakennekerros estää kosteuden siirtymisen. Kosteuden siirtymisen katkaisevan kerroksen päälle asennetaan tasoitekerros ja pintamateriaali. Toimenpide edellyttää myös kosteuden sivusuuntaisen siirtymisen estämisen (esim. alapohjarakenteen betonilaatan injektointi uusien viemärilinjojen molemmilta puolilta), sillä muutoin alapohjan betonilaatan



1.4.2010

sivusuuntainen kosteuden siirtyminen aiheuttaisi vaurioita todennäköisesti seinien alaosiin ja ympäröiviin lattioihin (mahdollinen esimerkki kosteuden aiheuttamasta seinän alaosan vauriosta on esitetty kuvissa 10 ja 11).

- Tiiviillä, kosteuden siirtymisen estävällä rakennekerroksella voidaan lattian pintamateriaalina käyttää alustaan liimattavia pintamateriaaleja (suositeltavaa on kuitenkin käyttää vesihöyryä läpäiseviä alustaan liimattavia pintamateriaaleja)

### Alapohjarakenteiden uusiminen suunnitelmien mukaisiksi viemärilinjojen kohdilla:

- Tällä toimenpiteellä maaperän kosteuden kapillaarinen nousu estettäisiin viemärilinjoilla, mutta vanhan rakenteen osalla esiintyviä korkeita kosteuspitoisuuksia ei saada hallintaan, jolloin niillä osin tarvitaan muitakin toimenpiteitä (esim. pintarakenteisiin kohdistuvat korjaustoimenpiteet ja/tai pintamateriaalin vaihto kosteutta kestävään ja vesihöyryä läpäisevään materiaaliin).
- Diffuusiolla siirtyvää kosteutta ei tällä rakenteella kyetä estämään, mutta vesihöyryä läpäisevämmällä pintamateriaalilla lämmöneristeen yläpuoleisen rakenteen kosteuspitoisuudet todennäköisesti pysyisivät riittävän alhaisena.
- Toimenpide on erittäin raskas ja osittain erittäin vaikea toteuttaa (esim. väliseinien kohdat).

## 6 Korjauslaajuusehdotus

Korjauslaajuuden määrittely on tehty rakenteisiin ulottuneiden tutkimusten, ASB Yhtiön tekemän pintakosteuskartoituksen tulosten sekä uusien viemärilinjojen sijaintien perusteella.

Uusien wc-tilojen sekä kuvaamataidon luokan viereisen ateljeen 1142 osalta ei tässä yhteydessä ole välttämätöntä kohdistaa korjaustoimenpiteitä, vaikka tiloissa on kumimattoa ja pintakosteuskartoituksessa todettiin kohonneita pintakosteuslukemia. Kyseisissä tiloissa ei ole pitkäkestoista oleskelua ja tiloissa on erilliset ilmanvaihdon poistonsa, jotka ovat jatkuvatoimisesti päällä. Näiden tilojen osalta mahdolliset lattioiden emissiot ohjataan hallitusti pois. Em. tiloja ei ole esitetty korjauslaajuudessa.

Tilat, joihin on tarvetta kohdistaa korjauksia, on esitetty taulukoissa 9 ja 10. Taulukoissa on esitetty aluetarkennukset/ minimilaajuudet. Käytännössä joudutaan todennäköisesti kuitenkin aina vaihtamaan koko tilan lattian pintamateriaali, ellei rajausta voida toteuttaa järkevästi. Korjauslaajuusehdotus on esitetty liitteessä 7.



1.4.2010

**Taulukko 9.** Hiekkaharjun koulun tilat, joiden alapohjarakenteeseen on tarvetta kohdistaa toimenpiteitä minimissään (luettelo jatkuu seuraavassa taulukossa).

Nro	Tila	Tarkennus / minimilaaajuus
1100	pääkäytävä	maanvarainen osa kokonaan "sivupistoineen"
B	sivukäytävä	maanvarainen osa kokonaan
C	sivukäytävä	maanvarainen osa kokonaan
D	sivukäytävä	maanvarainen osa kokonaan
1101	esiopetus	min. lavuaarinurkkauksen edusta ja kaapiston edusta
1106	eteinen	min. wc-käytävän osa kokonaan, radiohuoneen vierusta
1108	varasto	kokonaan
1109	opettajainhuone	lähes kokonaan (ulkoseinän vierustaa ei välttämättä)
1118	radiohuone	min. viemärilinjalta
1119	materiaalit	min. viemärilinjalta
1120	monistus	kokonaan
1132	musiikkivarasto	kokonaan
1134	kirjasto	min. vanha seinälinja, uusi viemärilinja, pääkäyt. vierusta
1136	ATK-luokka	min. uusi viemärilinja ja kattoikkunoiden kohdat
1137	ympäristötieto	min. uudet viemärilinjat (ei ulkoseinälinja) ja kirjaston väliseinän edusta
1140	kuvaamataito	min. väliseinän suuntainen uusi viemärilinja
1141	kerhotila	kokonaan
1143	kieliluokka	min. vanhan sähköpääkeskuksen alue ja vanhan maalaus-huoneen alue
1144	tupakeittiö	kokonaan
1146	tekstiilityö	min. sisäänkäynnin suuntaisesti lähes ulkoseinälle asti ja sen vasemmalle puolelle jäävä alue
1148	eristämistila	min. uusi viemärilinja
1150	käytävä	min. oven edusta
1153	esy ot 2	min. uusi viemärilinja
1224	opetustila	min. uudet viemärilinjat
1303	opetustila	min. uusi viemärilinja (väliseinän alla)
1304	opetustila	min. uudet viemärilinjat
1305	opetustila	min. uudet viemärilinjat ja käytävän väliseinän vierusta
1316	opetustila	min. oven ja vesipisteiden edusta sekä opetustilan 1406 väliseinän edusta
1405	opetustila	min. uudet viemärilinjat
1406	opetustila	kokonaan



1.4.2010

**Taulukko 10.** Hiekkaharjun koulun tilat, joiden alapohjarakenteeseen on tarvetta kohdistaa toimenpiteitä minimissään (luettelo alkaa edellisessä taulukossa).

Nro	Tila	Tarkennus / minimilaajuus
1416	opetustila	min. lavuaarin edusta
1506	opetustila	min. uudet viemäriinjat
1507	opetustila	min. uudet viemäriinjat
1508	tila	min. kaapistojen ja käytävälle johtavan oven edusta
1509	lepohuone	kokonaan
1523	opetustila	min. uusi viemäriinja

Helsingissä 1.4.2010  
Vahanan Oy



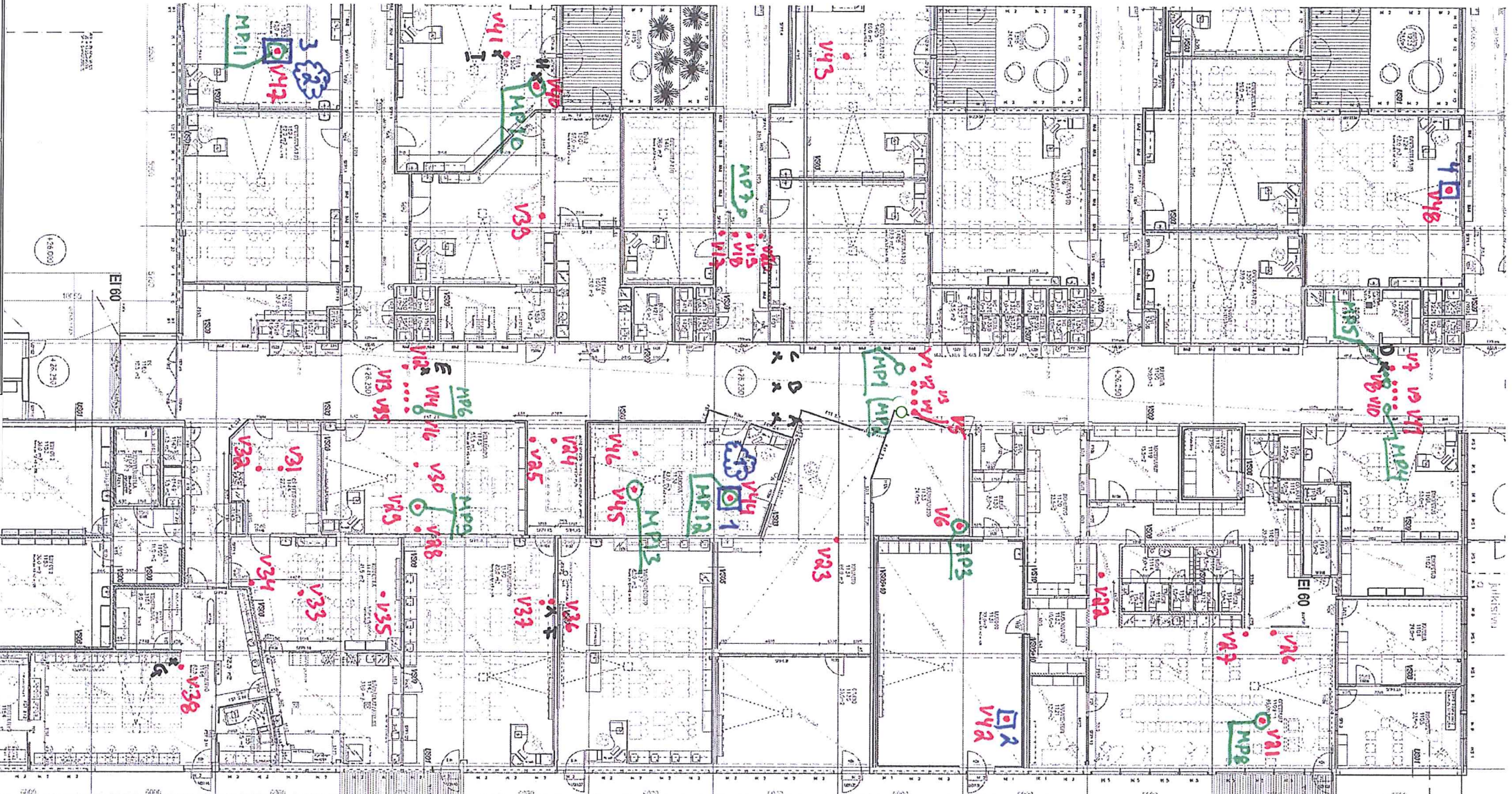
Eero Salo, Rkm

**Liitteet**

1. Mittapisteiden sijainnit
2. Suhteellisen kosteuden mittauksissa käytettyjen mittapäiden kalibrointijärjestelmä
3. Rakenteen suhteellisen kosteuden (RH) mittaus lattiapinnoitteen alta viiltomittausmenetelmällä, mittausmenetelmäkuvaus
4. Betonin suhteellisen kosteuden (RH) mittaus porareikämenetelmällä, mittausmenetelmäkuvaus
5. Emissio- ja VOC -mittausten mittausmenetelmäkuvaus
6. Emissio- ja VOC -mittausten analyysivastaukset
7. Korjauslaajuus







• V+MP = VILTTOMITTAUSPISTE (1-48)  
 OMP+MP = ALKUPUOLAN POJAKSEN KÄMITYSPISTE (1-13)

X = RAKENNEMÄÄRÄTÄSU -  
 KOHTA (A - I)

□ = FLEC -MITTAUSKOHTA (1-4)

☁ = VOC -MITTAUKSET (1-2)

VIII TOMITTAUSTILOKSET					29.12.2009								
Mittapist	kohta	anturi-no.	t(°C)	RH (%)	abs. (g/m) <sup>3</sup>	huomi	Mittapist	kohta	anturi-no.	t(°C)	RH (%)	abs. (g/m) <sup>3</sup>	huomi
Pääkäytävä	sisäilma	h3	19,3	26,2	4,3		1100	sisäilma	h1	18,6	30,9	4,9	
		h2	19,8	96,0	16,4	h2			19,5	25,0	4,2		
		h3	19,5	25,0	4,2	h3			19,5	25,0	4,2		
Pääkäytävä	sisäilma	h2	19,8	95,3	16,3	matto irti	1100	sisäilma	h4	18,9	27,2	4,4	
		h4	19,9	95,9	16,5	matto irti			h4	19,5	96,0	16,1	matto irti
		h4	19,9	92,8	15,9	matto irti			h4	19,5	96,0	16,1	matto irti
		h6	19,7	76,9	13,1	matto kiinni			h6	19,4	89,1	14,9	matto kiinni
		h11	20,2	25,2	4,4	matto kiinni			h6	19,4	89,1	14,9	matto kiinni
		h13	20,4	76,8	13,6	matto kiinni			h3	18,8	27,6	4,4	
Kasikirjasto	sisäilma	h11	20,2	25,2	4,4		1133	sisäilma	h2	19,6	88,4	14,9	matto kiinni
		h13	20,4	76,8	13,6	matto kiinni							
Pääkäytävä	sisäilma	h0	17,5	27,1	4,0		1100	sisäilma	h7	18,9	87,9	14,2	matto irti
		h7	18,9	87,9	14,2	matto irti			h5	18,7	85,4	13,7	matto kiinni
		h5	18,7	85,4	13,7	matto kiinni			h10	18,7	79,5	12,7	matto kiinni
		h10	18,7	79,5	12,7	matto kiinni			h9	18,8	83,5	13,5	matto kiinni
		h9	18,8	83,5	13,5	matto kiinni			h8	18,8	86,5	13,9	matto kiinni
		h8	18,8	86,5	13,9	matto kiinni			h7	18,3	25,8	4,0	
C-käytävä	sisäilma	h7	18,3	25,8	4,0		1100	sisäilma	h0	18,3	93,8	14,7	matto irti
		h0	18,3	93,8	14,7	matto irti			h12	18,1	97,6	(15,1)	matto irti
		h12	18,1	97,6	(15,1)	matto irti							
Pääkäytävä	sisäilma	h5	18,0	25,4	3,9		1100	sisäilma	h5	18,0	25,4	3,9	
		h9	18,2	96,3	15,0	matto irti			h9	18,2	96,3	15,0	matto irti
C-käytävä	sisäilma	h8	18,3	96,2	15,1	matto irti	1100	sisäilma	h8	18,3	96,2	15,1	matto irti
		h8	18,3	96,2	15,1	matto irti							

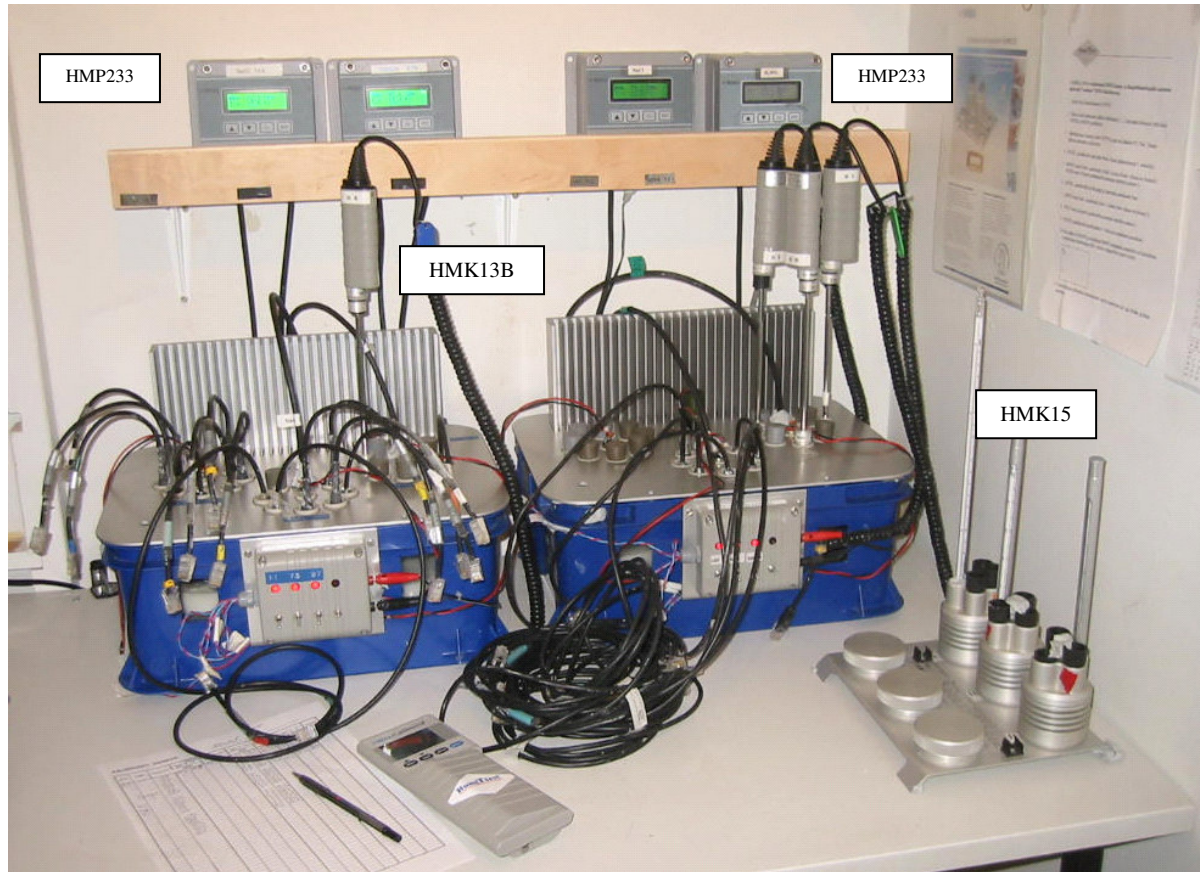
VIII TOMITTAUSTILOKSET					22.2.2010								
Mittapist	kohta	anturi-no.	t(°C)	RH (%)	abs. (g/m) <sup>3</sup>	huomi	Mittapist	kohta	anturi-no.	t(°C)	RH (%)	abs. (g/m) <sup>3</sup>	huomi
Opettuhuone	sisäilma	h11	20,8	12,2	2,8		1109	sisäilma	h14	21,1	97,8	(18,0)	matto irti
		h14	21,1	97,8	(18,0)	matto irti			h10	20,2	12,0	2,1	
		h10	20,2	12,0	2,1				h8	20,2	98,5	(17,3)	matto irti
Kirjasto	sisäilma	h8	20,2	98,5	(17,3)	matto irti	1134	sisäilma	h11	20,9	94,5	17,2	matto irti
		h11	20,9	94,5	17,2	matto irti			h10	21,1	68,6	12,6	matto irti
		h10	21,1	68,6	12,6	matto irti			h9	20,1	11,2	1,9	
		h9	20,1	11,2	1,9	matto irti			h12	19,9	99,2	(17,1)	matto irti
Pääkäytävä	sisäilma	h8	19,3	13,4	2,2		1100	sisäilma	h8	19,3	13,4	2,2	matto irti
		h8	19,3	13,4	2,2	matto irti			h5	19,2	97,5	(16,1)	matto irti
		h5	19,2	97,5	(16,1)	matto irti			h6	19,5	86,5	14,6	matto kiinni

VIII TOMITTAUSTILOKSET					23.2.2010								
Mittapist	kohta	anturi-no.	t(°C)	RH (%)	abs. (g/m) <sup>3</sup>	huomi	Mittapist	kohta	anturi-no.	t(°C)	RH (%)	abs. (g/m) <sup>3</sup>	huomi
Kielihuone	sisäilma	h13	20,6	6,4	1,2		1143	sisäilma	h13	20,6	6,4	1,2	
		h4	21,1	94,0	17,3	matto irti			h4	21,1	94,0	17,3	matto irti
		h4	21,1	94,0	17,3	matto irti			h12	20,6	9,6	1,7	
Tupakeittiö	sisäilma	h3	20,8	95,8	17,4	matto irti	1144	sisäilma	h3	20,8	95,8	17,4	matto irti
		h3	20,8	95,8	17,4	matto irti			h10	20,4	10,8	1,8	
		h10	20,4	10,8	1,8	matto kiinni			h6	21,1	83,9	15,4	matto kiinni
		h6	21,1	83,9	15,4	matto kiinni			h9	18,4	9,1	1,4	
		h9	18,4	9,1	1,4	matto irti			h11	21,0	95,9	17,6	matto irti
Kerhoita	sisäilma	h3	19,7	12,2	2,0		1141	sisäilma	h5	21,0	96,2	17,6	matto irti
		h3	19,7	12,2	2,0	matto irti			h4	20,0	97,7	(16,9)	matto irti
		h4	20,0	97,7	(16,9)	matto irti			h10	19,8	9,7	1,7	
Kuvaamatatto	sisäilma	h10	19,8	9,7	1,7		1140	sisäilma	h8	20,0	94,3	16,3	matto irti
		h8	20,0	94,3	16,3	matto irti			h4	20,6	9,6	1,7	
		h4	20,6	9,6	1,7	matto irti			h13	20,2	85,9	15,0	matto irti
		h13	20,2	85,9	15,0	matto irti			h8	20,1	9,0	1,5	
Tekstiliityö	sisäilma	h11	18,5	10,5	1,7		1146	sisäilma	h13	20,0	91,2	15,8	matto irti
		h11	18,5	10,5	1,7	matto irti			h6	19,9	87,0	15,0	matto kiinni
		h6	19,9	87,0	15,0	matto kiinni			h14	18,9	94,8	15,3	matto irti
Luokkatila	sisäilma	h3	20,5	11,0	1,9		1507	sisäilma	h3	20,5	11,0	1,9	matto irti
		h3	20,5	11,0	1,9	matto irti			h9	21,0	99,6	(18,2)	matto irti

VIII TOMITTAUSTILOKSET					23.2.2010								
Mittapist	kohta	anturi-no.	t(°C)	RH (%)	abs. (g/m) <sup>3</sup>	huomi	Mittapist	kohta	anturi-no.	t(°C)	RH (%)	abs. (g/m) <sup>3</sup>	huomi
Luokkatila	sisäilma	h10	20,2	9,0	1,6	matto irti	1506	sisäilma	h14	20,5	84,4	15,0	matto kiinni
		h14	20,5	84,4	15,0	matto kiinni			h12	19,3	10,5	1,7	
		h12	19,3	10,5	1,7	matto irti			h5	20,0	99,2	(17,1)	matto irti
Musikkiluokka	sisäilma	h9	20,0	10,0	1,7		1131	sisäilma	h9	20,0	10,0	1,7	
		h9	20,0	10,0	1,7	matto kiinni			h14	20,5	79,1	14,0	matto kiinni
		h14	20,5	79,1	14,0	matto kiinni			h12	19,7	10,2	1,7	
Luokkatila	sisäilma	h12	19,7	10,2	1,7		1405	sisäilma	h3	19,8	97,2	(16,6)	matto irti
		h12	19,7	10,2	1,7	matto irti			h11	21,6	10,0	1,9	
		h3	19,8	97,2	(16,6)	matto irti			h14	21,6	97,8	(18,6)	matto irti
ATK	sisäilma	h11	21,6	10,0	1,9		1136	sisäilma	h11	21,6	10,0	1,9	
		h11	21,6	10,0	1,9	matto irti			h11	21,5	11,0	2,0	
		h11	21,5	11,0	2,0	matto irti			h3	21,1	95,8	17,7	matto irti
Luokkatila	sisäilma	h3	21,1	95,8	17,7	matto irti	1523	sisäilma	h12	21,7	89,5	17,0	matto kiinni
		h12	21,7	89,5	17,0	matto kiinni			h12	20,3	11,4	2,0	
		h12	20,3	11,4	2,0	matto irti			h3	19,9	94,0	16,1	matto irti
Luokkatila	sisäilma	h3	19,9	94,0	16,1	matto irti	1224	sisäilma	h11	21,8	12,6	2,3	
		h3	19,9	94,0	16,1	matto irti			h14	22,0	98,3	(19,1)	matto irti



## HUMI-GROUP:N KALIBROINTIJÄRJESTELMÄ



Kaikki Humi-Group: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. Referenssilähettimeiden oikeellisuutta seurataan Vaisala Oy:n valmistamalla HMK15 kosteuskalibraattorilla, jossa tarkistuskosteuspitoisuudet aikaansaadaan sertifioidujen 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  $\pm 2$  %RH (0...90 %RH) ja  $\pm 3$  %RH (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on  $\pm 0,5$  °C. Säännöllisellä kalibroinnilla päästään selvästi parempaan mittaustarkkuuteen.

## 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.



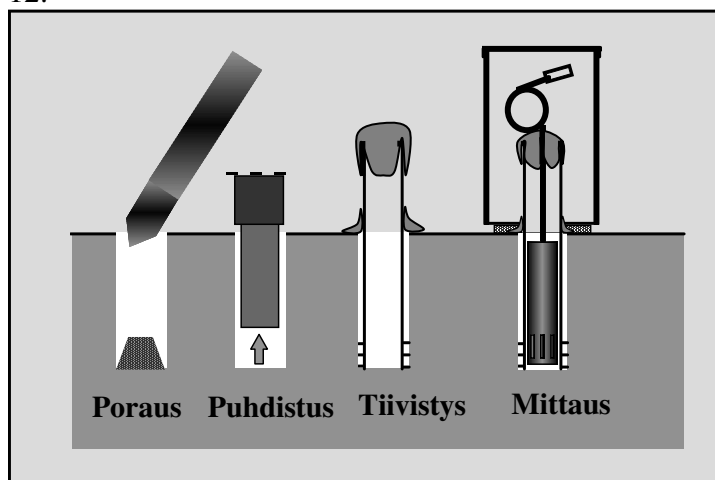
Kaikki Vahanen Oy:n mittapäät kalibroidaan vähintään 2 kk välein Vaisala Oy:n valmistamalla HMK13B kalibrointilaitteella. Laitteen suolaliuoskammioiden referenssikosteuspitoisuudet mitataan Vaisala Oy:n valmistamalla Vaisala Oy:n mittanormaalilaboratoriossa kuhunkin kosteuspitoisuuteen säädetyllä (75 %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 mittausputki, 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 mittausputki 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 mittaosputkeen siten, että putken pään tiivistys avataan mittapään putkeen laittamisen ajaksi. Tämän jälkeen putken pää tiivistetään kitillä mittapään johtoon. Mittapään annetaan tasaantua mittaosputkessa vähintään 1 tunti ennen lukemien ottamista. Vaihtoehtoisesti mittapää asennetaan mittaosputkeen jo porauksen yhteydessä, jolloin mittapään tasaantumisaika reiässä on vähintään 3 vuorokautta.
10. RH ja lämpötila (T) luetaan HMI41 näyttölaitteella ja arvot kirjataan ylös mittapäänumeroinen.
11. Arvot korjataan kunkin anturin yksilöllisillä kalibrointikorjauskertoimilla.
- 12.

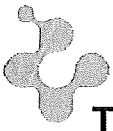


Kaikki Humi-Group:n mittapäät kalibroidaan vähintään 2 kk välein Vaisala Oy:n valmistamalla HMK13B kalibrointilaitteella. Laitteen suolaliuoskammioiden referenssikosteuspitoisuudet mitataan Vaisala Oy:n valmistamalla Vaisala Oy:n mittanormaalilaboratoriossa kuhunkin kosteuspitoisuuteen säädetyllä (75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

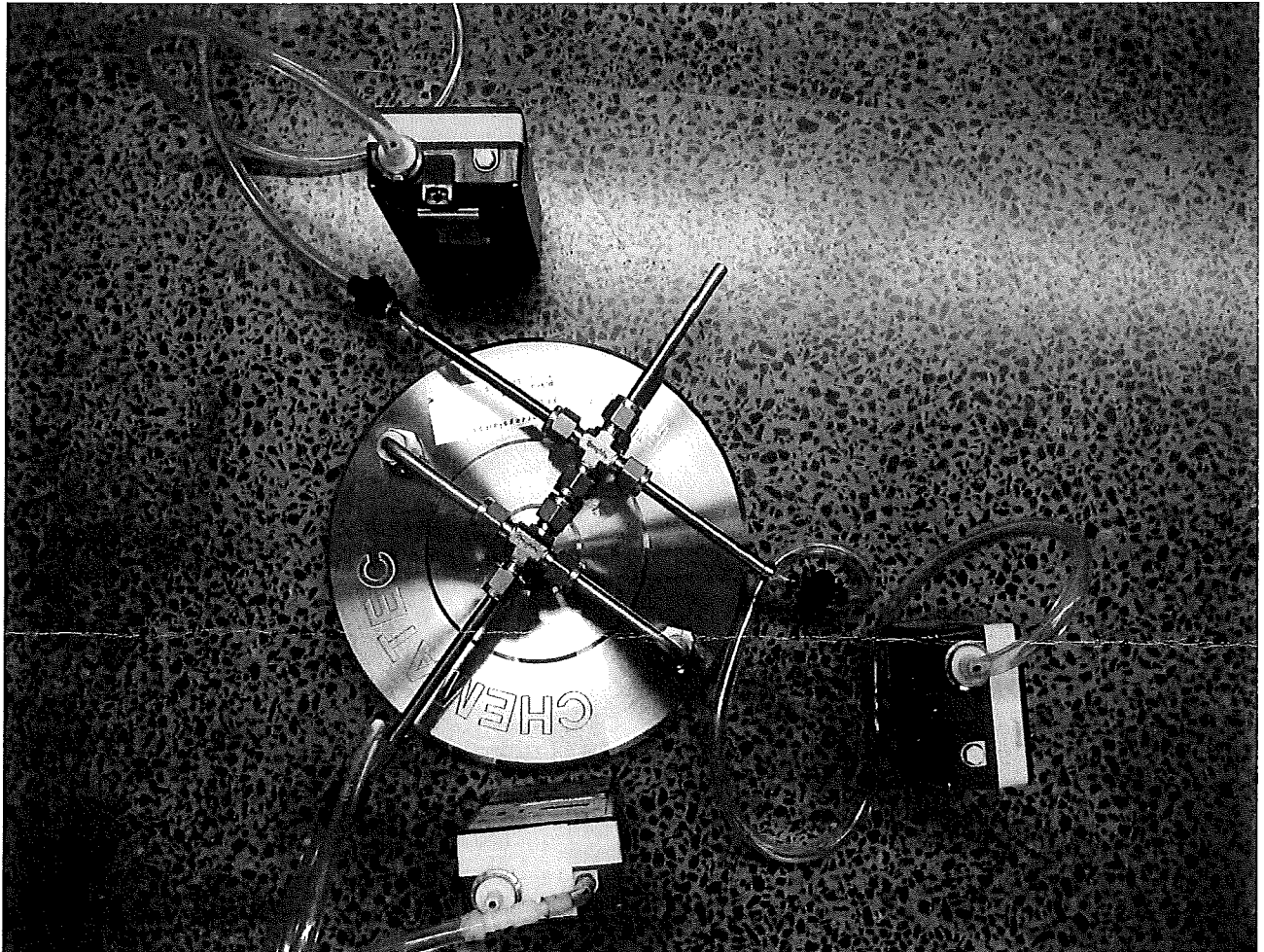
Vaativissa mittauksissa ainakin osa mittapäistä tarkistuskalibroidaan mittauksen jälkeen mittapäiden kalibrointitason pysyvyyden varmistamiseksi.

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





## VOC-näytteenotto FLEC-laitteella



### Laitteen puhdistus ennen näytteenottoa

Jokaisen emissiotestin jälkeen ja ennen kuin FLEC-laite siirretään toisen pinnan päälle on FLEC-laite puhdistettava, jotta saadaan pois edellisen kohteen jäämät, minimoitua "sink"-ilmiö.

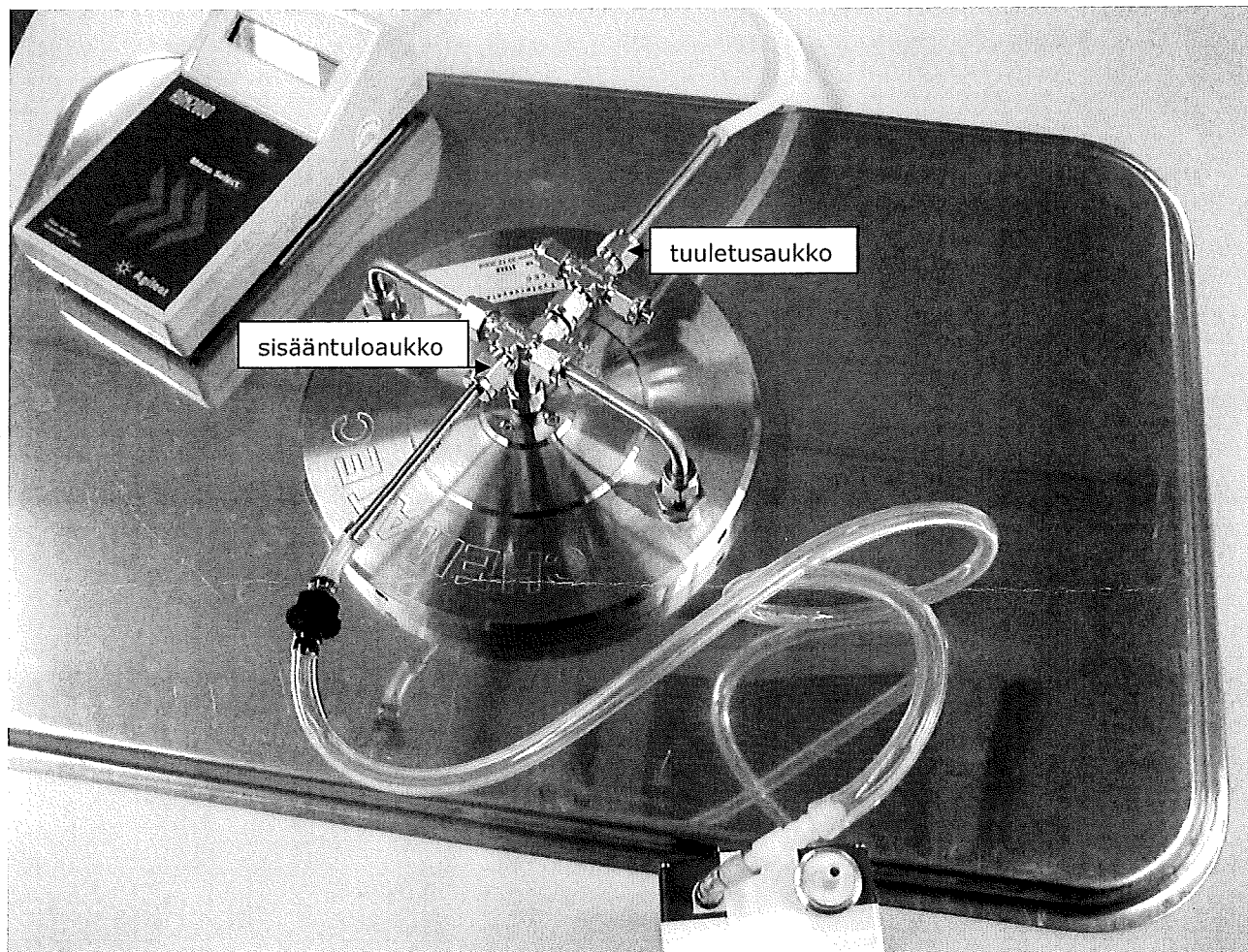
### Laitteen puhdistus mittauksien välissä kentällä

Yleensä laitteen huuhtelu ilmalla on riittävä puhdistus (kts. kohta 4). Tarvittaessa laite voidaan puhdistaa pyyhkimällä sisäpinta abs. etanoliin (väh 96 %) tai metanoliin kostutetulla nukkaamattomalla paperilla. **Huom. denaturoituja etanolilaatuja ei saa käyttää. Puhdistusta ei suoriteta tiloissa, joissa tehdään mittaukset.**

Kuivaa tämän jälkeen kaikki pinnat hiustenkuivaajalla. Jäähdytä FLEC:iä puhaltamalla lopuksi kylmää ilmaa. Laite on oltava huoneenlämpötilassa ennen näytteenottoa. Käytä aina suojakäsineitä kosketellessasi puhdistettua FLEC-laitetta.

### 1 Stabilisointi ennen taustamittausta; laitteen huuhtelu ja tiiviiden tarkastaminen

FLEC-laite asetetaan pyyhityn emissiovapaan alustan (ruostumaton teräs, lasi) päälle. Asennetaan ilman sisääntuloaukkoon tarkoituksenmukainen adsorptioputki puhdistamaan kammioon johdettavaa ilmaa. Esim. VOC-mittauksessa käytetään Tenax-putkea. Putkeen liitetään sen jälkeen pumppu puhaltamaan ilmaa kammioon. Tarkistetaan että laite on tiiviisti kiinni aluslevyissä mittaamalla tuuletusaukosta tulevaa virtausnopeutta näytteenottoaukot suljettuina. Ulostulon virtaus pitää olla sama kuin sisääntulon (>95%). Katso Kuva 1. Tuuletetaan laitetta 30 - 60 min:n ajan.

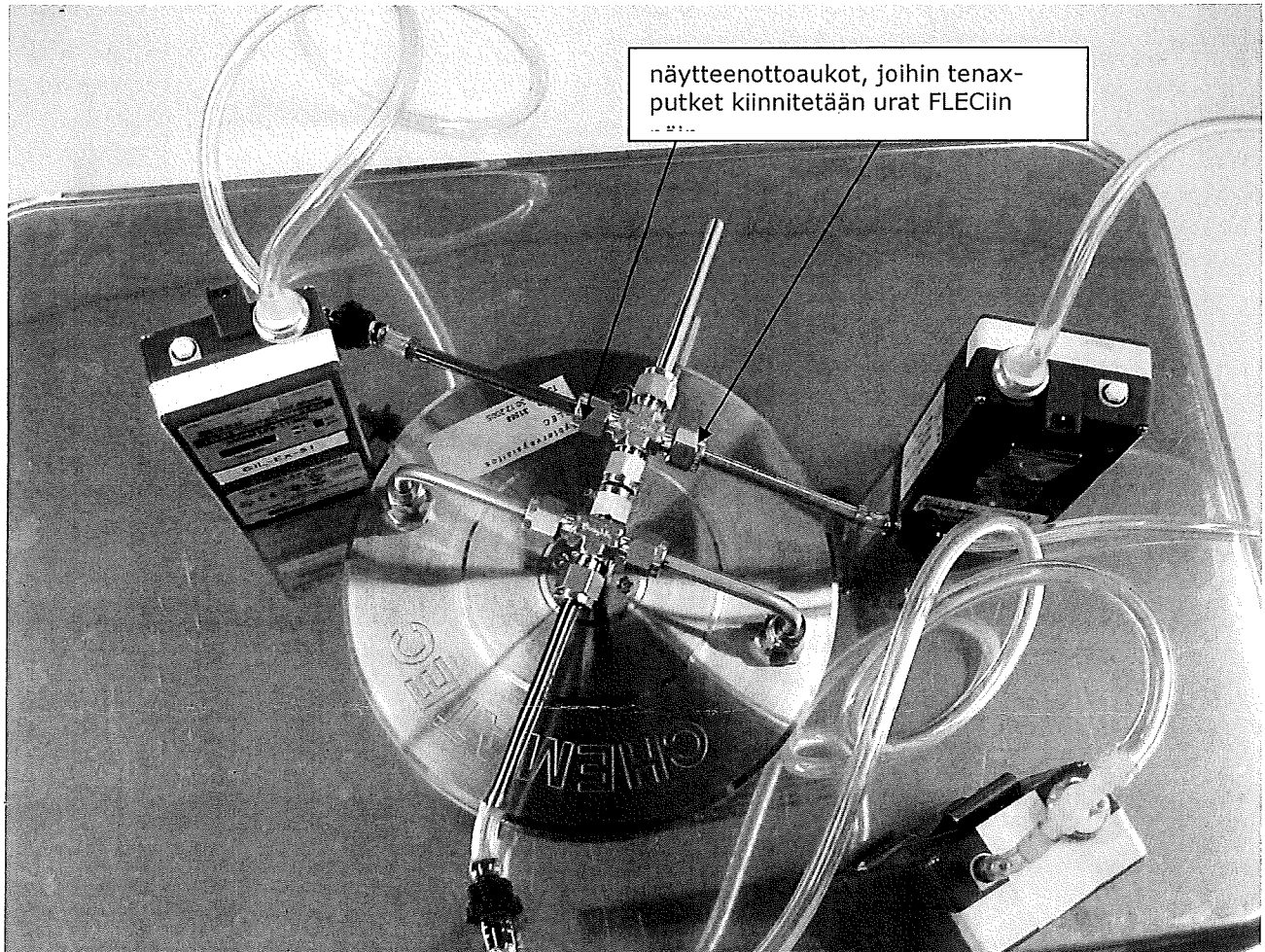


Kuva 1. Ennen näytteenottoa testataan aina, että FLEC-laite on tiiviisti kiinni alustassa mittaamalla virtausmittarilla ulostulon virtaus. Ulostulon virtaus pitää olla sama kuin sisääntulon (>95%).



## 2 Taustamittaus, nollanäyte

Tuuletuksen jälkeen vaihdetaan sisääntuloaukkoon puhdas Tenax-putki. Asennetaan rinnakkaiset Tenax-putket näytteenottoaukkoihin, putkien urat FLECiin päin. Kerätään n. 0,5-2 litran näyte pumppujen avulla. Tuuletusaukon kautta tulee ylimääräinen ilma ulos. Ulostulovirtauksen pitää olla vähintään 20 % sisääntuloilman virtauksesta. Kts. Kuva 2.



Kuva 2. Nollanäytteen kerääminen

## 3 Emissionäytteen otto

Pyyhitään näytteenottopaikka kuivalla nukkaamattomalla liinalla. Siirretään FLEC näytteenottopaikalle ja vaihdetaan puhdistusputki. Toistetaan tiiviystarkastukset, kts. kohta 1 ja kuva 1. Laite voidaan tiivistää alustaan Malkitilla, mikäli tutkittava pinta on epätasainen (esim. betoni). Tuuletetaan pintaa 30-60 min:n ajan näytteenottoaukot suljettuina.

Tuuletuksen jälkeen vaihdetaan sisääntuloaukkoon puhdas Tenax-putki. Asennetaan rinnakkaiset Tenax-putket näytteenottoaukkoihin, putkien urat FLECiin päin. Kerätään n. 0,5-2 litran näyte pumppujen avulla. tuuletusaukon kautta tulee ylimääräinen ilma ulos. Ulostulovirtauksen pitää olla vähintään 20 % sisääntuloilman virtauksesta. Kts. Kuva 2.

#### **4 Peräkkäisten emissionäytteiden mittaukset**

"Sink-efektin" minimoimiseksi mittaukset aloitetaan vähiten emittoivasta pinnasta.

Siirretään FLEC-laite seuraavan tutkittavan pinnan päälle ja huuhdellaan kammiota 10 minuutin ajan. Huuhteluaikaa ei lasketa tuuletusaikaan. Huuhtelun jälkeen vaihdetaan Tenax-putki ja toistetaan tiiviiden tarkastus ja emissionäytteen otto edellä kuvattujen ohjeiden mukaan.

Jos on syytä epäillä, että mitatun materiaalin emissio on suuri, tulee FLECin sisäpinta puhdistaa ensimmäisen sivun ohjeen mukaisesti ennen seuraavaa mittausta. Mikäli tutkittavassa rakennuksessa on erityyppisiä tiloja, on syytä ottaa nollanäyte jokaisesta tilasta erikseen

#### **5 Toiminnot näytteenoton jälkeen ja säilytys**

FLEC-laite kääritään mittauksien jälkeen alumiinifolioon.

Vahanen Oy

Hanna Keinänen  
Halsuantie 4  
00420 HELSINKI



## VOC-analyysi FLEC-näytteistä

As.viitenumero:

Kerääjä/Vastuuhlö: Hanna Keinänen

Analysoitavat yhdisteet: Haihtuvat orgaaniset yhdisteet; ATD-GC-MS

Tulo.pvm.: 24.02.2010

Analysoija(t): Hilikka Martinkauppi, Terhi Leiviskä

## Analysointimenetelmä

Näytteet on kerätty Tenax-adsorptioputkeen ja analysoitu kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS). Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektritietokannan avulla.

Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvivalenttina. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden kokonaispitoisuus tolueeniekvivalenttina ja TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Yksittäisiä yhdisteitä on kvantitoitu 5-40 kpl tai niin monta, että vähintään 2/3 TVOC-alueen piikkien yhteispinta-alasta on selvitetty.

Tulokset ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään/keräysaikaan. Analyysimenetelmän mittaasepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on aktiivinäytteille 9-59 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 19 %. Passiivinäytteille mittaasepävarmuus on vastaavasti 13-68 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 24 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittaasepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmääritys on semikvantitatiivinen. Menetelmän määrittäjäraja on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli 0,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  10  $\text{dm}^3$ :n aktiiviselle tai 15 vrk:n passiiviselle näytteelle.

## ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 132740

16.3.2010

## Tulokset

Näyte/keräin: U181  
 LIMS numero: CK10-00370-1  
 Mittauspaikka: Hiekkaharjun koulu  
 Mittauskohde: FLEC, ATK-luokka  
 Analysointipvm: 100310/tle  
 Ilmamäärä: 4,50 dm<sup>3</sup>

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	-			
1-Butanoli	36	µg/m <sup>2</sup> h		
2-Etyyli-1-heksanoli	69	µg/m <sup>2</sup> h		
ALDEHYDIT	-			
Bentsaldehydi	2	µg/m <sup>2</sup> h		
Nonanaali	2	µg/m <sup>2</sup> h		
RIKKIYHDISTEET	-			
Bentsotiatsoli**	2	µg/m <sup>2</sup> h		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	60	µg/m <sup>2</sup> h		

Näyte/keräin: K145  
 LIMS numero: CK10-00370-2  
 Mittauspaikka: Hiekkaharjun koulu  
 Mittauskohde: FLEC, musiikkiluokka  
 Analysointipvm: 100310/tle  
 Ilmamäärä: 4,40 dm<sup>3</sup>

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	-			
2-Etyyli-1-heksanoli	0,5	µg/m <sup>2</sup> h		
ALDEHYDIT	-			
Nonanaali	1	µg/m <sup>2</sup> h		
RIKKIYHDISTEET	-			
Bentsotiatsoli**	0,4	µg/m <sup>2</sup> h		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<10	µg/m <sup>2</sup> h		

Näyte/keräin: K339  
 LIMS numero: CK10-00370-3  
 Mittauspaikka: Hiekkaharjun koulu  
 Mittauskohde: FLEC, luokka 1523  
 Analysointipvm: 100310/tle  
 Ilmamäärä: 5,88 dm<sup>3</sup>

## ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 132740

16.3.2010

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	-			
2-Etyyli-1-heksanoli	0,7	µg/m <sup>2</sup> h		
RIKKIYHDISTEET	-			
Bentsotiatsoli**	0,3	µg/m <sup>2</sup> h		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<10	µg/m <sup>2</sup> h		

Näyte/keräin: U297  
 LIMS numero: CK10-00370-4  
 Mittauspaikka: Hiekkaharjun koulu  
 Mittauskohde: FLEC, luokka 1224  
 Analysointipvm: 100310/tle  
 Ilmamäärä: 5,81 dm<sup>3</sup>

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	-			
1-Butanoli	1) 320	µg/m <sup>2</sup> h		
2-Etyyli-1-heksanoli	2) 410	µg/m <sup>2</sup> h		
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	-			
2-(2-Butoksi)etanoli	6	µg/m <sup>2</sup> h		
ALDEHYDIT	-			
n-Butanaali	3) 4	µg/m <sup>2</sup> h		
Bentsaldehydi	9	µg/m <sup>2</sup> h		
Nonanaali	2	µg/m <sup>2</sup> h		
KETONIT	-			
2-Butanoni	4) 2	µg/m <sup>2</sup> h		
Sykloheksanoni	2	µg/m <sup>2</sup> h		
RIKKIYHDISTEET	-			
Bentsotiatsoli**	6	µg/m <sup>2</sup> h		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	480	µg/m <sup>2</sup> h		

- 1) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
- 2) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
- 3) TVOC-alueen ulkopuolella
- 4) TVOC-alueen ulkopuolella

## Tulosten tarkastelu

Kahdella tähdellä (\*\*) merkityt aineet on määritetty tolueeniekvivalenttina ja tunnistettu käyttäen Wileyn massaspektritietokantaa. Näiden aineiden pitoisuudet ovat semikvantitatiivisia.

## ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 132740

16.3.2010

ISO 16000-6 -standardin mukaan TVOC-pitoisuus määritetään tolueeniekvivalentteina (tolueenivasteina). Osa yksittäisistä yhdisteistä määritetään niiden omilla vasteilla, jotka voivat poiketa huomattavastikin tolueenin vasteesta. Tästä johtuen yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla suurempi kuin TVOC.

Tulokset on annettu yksikössä  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$  haihtuneena pinta-ala- ja aikayksikköä kohden.

Työterveyslaitoksen Työympäristön kehittäminen -osaamiskeskus on akkreditoitu testauslaboratorio T013 (FINAS-akkreditointipalvelut, EN ISO/IEC 17025). Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristön kehittäminen -osaamiskeskus, Helsingin toimipisteen laboratorio

Hanna Hovi  
asiantuntija

Terhi Leiviskä  
asiantuntija

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.



Vahanen Oy

Hanna Keinänen  
Halsuantie 4  
00420 HELSINKI



## VOC-analyysi ilmanäytteistä

As.viitenumero:

Kerääjä/Vastuuhlö: Hanna Keinänen

Analysoitavat yhdisteet: Haihtuvat orgaaniset yhdisteet; ATD-GC-MS

Tulo.pvm.: 24.02.2010

Analysoija(t): Hilikka Martinkauppi, Terhi Leiviskä

## Analysointimenetelmä

Näytteet on kerätty Tenax-adsorptioputkeen ja analysoitu kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS). Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektritietokannan avulla.

Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvivalenttina. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden kokonaispitoisuus tolueeniekvivalenttina ja TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Yksittäisiä yhdisteitä on kvantitoitu 5-40 kpl tai niin monta, että vähintään 2/3 TVOC-alueen piikkien yhteispinta-alasta on selvitetty.

Tulokset ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään/keräysaikaan. Analyysimenetelmän mittausepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on aktiivinäytteille 9-59 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 19 %. Passiivinäytteille mittausepävarmuus on vastaavasti 13-68 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 24 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmääritys on semikvantitatiivinen. Menetelmän määrittäjäraja on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli 0,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  10  $\text{dm}^3$ :n aktiiviselle tai 15 vrk:n passiiviselle näytteelle.

## ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 132740

16.3.2010

## Tulokset

Näyte/keräin: U425  
 LIMS numero: CK10-00369-1  
 Mittauspaikka: Hiekkaharjun koulu  
 Mittauskohde: ATK-luokka  
 Analysointipvm: 100310/tle  
 Ilmamäärä: 12,05 dm<sup>3</sup>

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
ALIFAATTISET JA ALISYKLISET HIILIVEDYT	-			
Heksaani	0,3	µg/m <sup>3</sup>		
AROMAATTISET HIILIVEDYT	-			
Bentseeni	1	µg/m <sup>3</sup>		
Ksyleenit (p,m)	0,5	µg/m <sup>3</sup>		
Tolueeni	1	µg/m <sup>3</sup>		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	-			
1-Butanoli	0,3	µg/m <sup>3</sup>		
2-Etyyli-1-heksanoli	0,5	µg/m <sup>3</sup>		
ALDEHYDIT	-			
Bentsaldehydi	1	µg/m <sup>3</sup>		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<10	µg/m <sup>3</sup>		

Näyte/keräin: K375  
 LIMS numero: CK10-00369-2  
 Mittauspaikka: Hiekkaharjun koulu  
 Mittauskohde: Luokka 1523  
 Analysointipvm: 100310/tle  
 Ilmamäärä: 8,98 dm<sup>3</sup>

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
ALIFAATTISET JA ALISYKLISET HIILIVEDYT	-			
Heksaani	0,4	µg/m <sup>3</sup>		
Nonaani	0,3	µg/m <sup>3</sup>		
Oktaani	0,4	µg/m <sup>3</sup>		
AROMAATTISET HIILIVEDYT	-			
Bentseeni	1	µg/m <sup>3</sup>		
Ksyleenit (p,m)	0,6	µg/m <sup>3</sup>		
Tolueeni	1	µg/m <sup>3</sup>		
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET	-			
a-Pineeni	0,3	µg/m <sup>3</sup>		
ALDEHYDIT	-			
Bentsaldehydi	1	µg/m <sup>3</sup>		

## ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 132740

16.3.2010

HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<10	µg/m <sup>3</sup>		
---------------------------------------	-----	-------------------	--	--

Työterveyslaitoksen Työympäristön kehittäminen -osaamiskeskus on akkreditoitu testauslaboratorio T013 (FINAS-akkreditointipalvelut, EN ISO/IEC 17025). Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

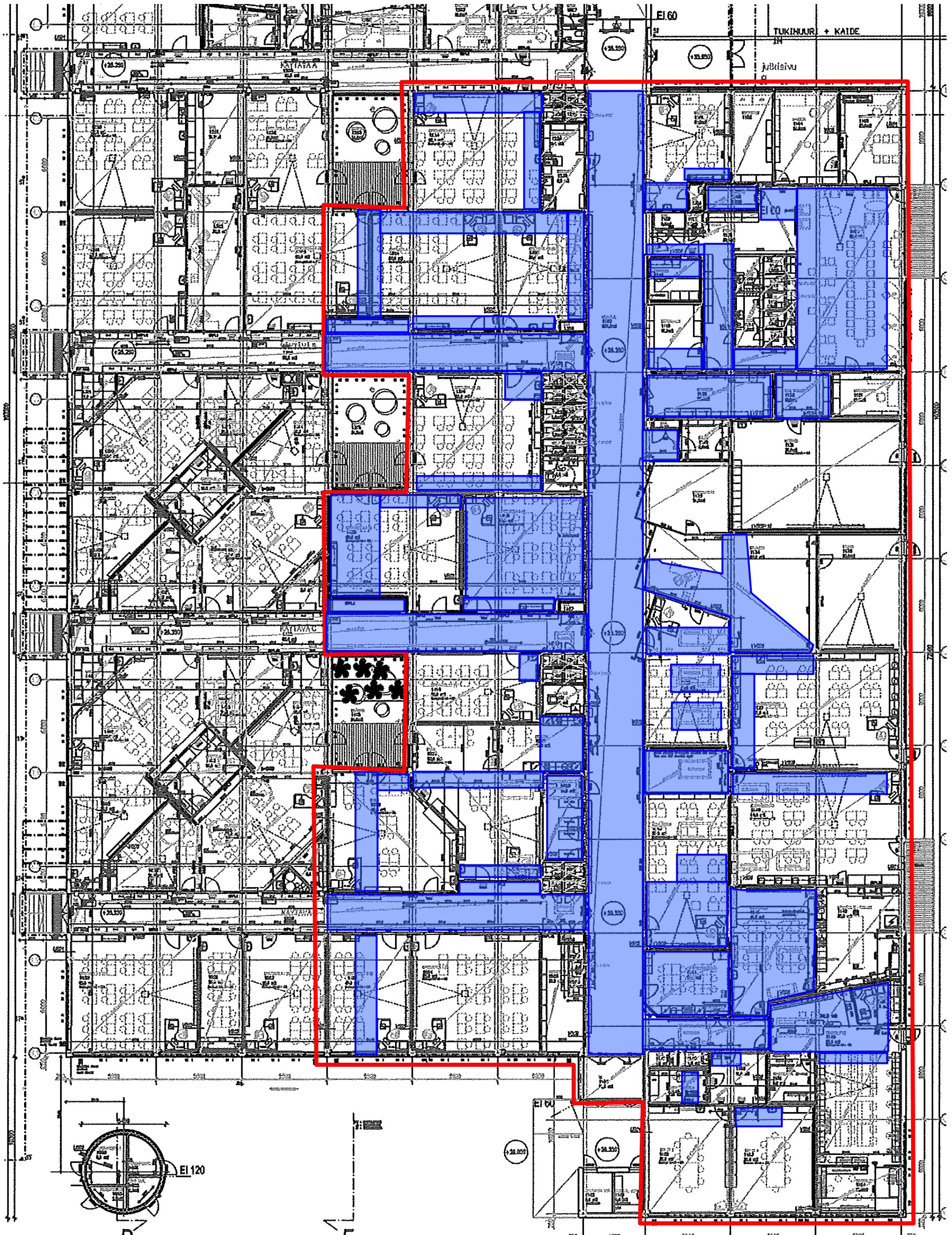
Työympäristön kehittäminen -osaamiskeskus, Helsingin toimipisteen laboratorio

Hanna Hovi  
asiantuntija

Terhi Leiviskä  
asiantuntija

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.





Tutkimusalue on rajattu kuvaan **punaisella viivalla**. **Siniset alueet** ovat minimikorjausalueet (pääpiirteissään). Mikäli tilakohtaisesti päädytään osittaiseen lattiapinnoitteen vaihtoon, alue tulee tarkentaa tilakohtaisesti erikseen.