



VAHANEN YHTIÖT



**TARHAPUISTON KOULU**  
**Havukoskenkatu 9**  
**01360 Vantaa**

Koulurakennuksen maanvastaisten alapohjien  
kosteusselvitys

TUTKIMUSRAPORTTI

31.1.2008

RAPORTTI 080106

**INSINÖÖRITOIMISTO MIKKO VAHANEN OY**  
**HUMI-GROUP**

Halsuantie 4, 00420 Helsinki  
Puh. 0207 698 698, fax 0207 698 699  
etunimi.sukunimi@vahanen.com  
www.vahanen.com

## 1. YLEISTIEDOT

### 1.1 Tutkimuskohde

Tarhapiiston koulu  
Havukoskenkatu 9  
01360 Vantaa

### 1.2 Tutkimuksen tilaaja

Vantaan Tilakeskus  
Hankepalvelut, Rakennuttaminen  
Mikko Krohn  
Kielotie 13  
01300 Vantaa

### 1.3 Tehtävä

Tehtävänä oli selvittää Tarhapiiston koulun vanhan rakennuksen maanvastaisen alapohjan kosteusteknistä kuntoa ja toimivuutta.

### 1.4 Tutkimusajankohta

Tutkimukset kohteessa 16.1. – 21.1.2008.

### 1.5 Tekijät

HUMI-GROUP OY  
Marko Leskinen, Ins. Amk, 050-400 2062  
Terhi Markkula, RI

### 1.6 Tutkimuksen kohde ja tausta

Tutkittavana kohteena oli Tarhapiiston koulun 1980-luvun alussa valmistuneen vanhan puolen rakennuksen maanvastainen alapohja. Nyt tehdyllä tarkastelulla selvitettiin alapohjan kosteusteknistä kuntoa.

Tutkimuksia varten kohteesta oli käytettävissä seuraavat lähtötiedot:

1. Rakennuksen 1. kerroksen pääpiirustus Ark 02 (päivätty 30.6.1981, muutos 22.3.1993).
2. Alapohja- ja perustusleikkaukset RAK-2445-3003 ja RAK-2445-3004 (päivätty 9.10.1980).
3. Alapohjan rakennepiirustukset RAK-2445-3001/A ja RAK-2445-3002 (päivätty 9.10.1980).
4. Kouluisännältä kohteessa haastatteleamalla saadut tiedot.

Rakennuksen vesikatto on saatujen tietojen mukaan uusittu noin viisi vuotta ennen nyt tehtyjä tarkasteluja. Ennen vesikaton uusimista katossa oli ollut useita vuotokohtia, korjauksen jälkeen oli ilmennyt yksi vesivuoto katon kautta. Vuoto oli ollut pukuhuoneessa 147, kohta oli korjattu vuodon havaitsemisen jälkeen.

Saatujen tietojen mukaan opetustila 117:n lattiarakenne oli uusittu noin 1 vuosi ennen nyt tehtyjä tarkasteluja alapohjan merkittävän painuman vuoksi.

## 2. TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimukset etenivät seuraavasti:

- **16.1.2008** Kohteeseen tutustuminen, alapohjarakenteen aistinvarainen tarkastelu, pintakosteuskartoitus ja viiltomittauksia.
- **18.1.2008** Pintakosteusmittauksia, viiltomittaus sekä rakennekosteusmittauspisteiden teko ja mittapäiden asennus mittausreikiin.
- **21.1.2008** Lukemat porareikämittapisteistä.

Rakenteiden kosteustilaa selvitettiin aistinvaraisesti, pintakosteudenilmaisimella, lattianpäällysteen alapuolista suhteellista kosteutta mittaavalla viiltomittauksella (liite 1), rakenteita rikkovalla suhteellisen kosteuden mittaamenetelmällä (liite 2) sekä lyhytkestoisella RH-mittauksella (liite 3). Pintakosteusmittaukset tehtiin vapailta lattiapinnoilta.

Pintakosteudenilmaisimien kohdistetaan suoraan mitattavaan rakenteeseen, ja käytetyllä laitteistolla mitatut arvot luetaan mittapään kytkeytyneen lukulaitteen näytöstä. Pintakosteusmittaukset ovat ainetta rikkomattomia vertailumittauksia, jossa samasta rakenteesta eri kohdista ja alueilta mitattuja arvoja verrataan keskenään. Näin saadaan kartoitettua alueet, joilla on mahdollisesti muusta alueesta poikkeavia pintakosteusarvoja. Käytetty pintakosteudenilmaisin oli Gann Hydromette LB70-mittapää ja UNI1-lukulaite –yhdistelmä. Käytetyllä laitteella vertailulukujen maksimiarvo oli 195.

Pintakosteudenilmaisimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat muutkin tekijät, mm. mahdolliset kosteuden rakenteen pintaan nostamat suolakorroosumat, teräkset sekä eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintaosien vaihtelut. Pintakosteudenilmaisimella mittaamalla kosteuspitoisuuden koko mittaamallaan syvyydeltä, eikä sen tulosten perusteella voi erotella kosteuspitoisuutta rakenteen eri syvyyksillä.

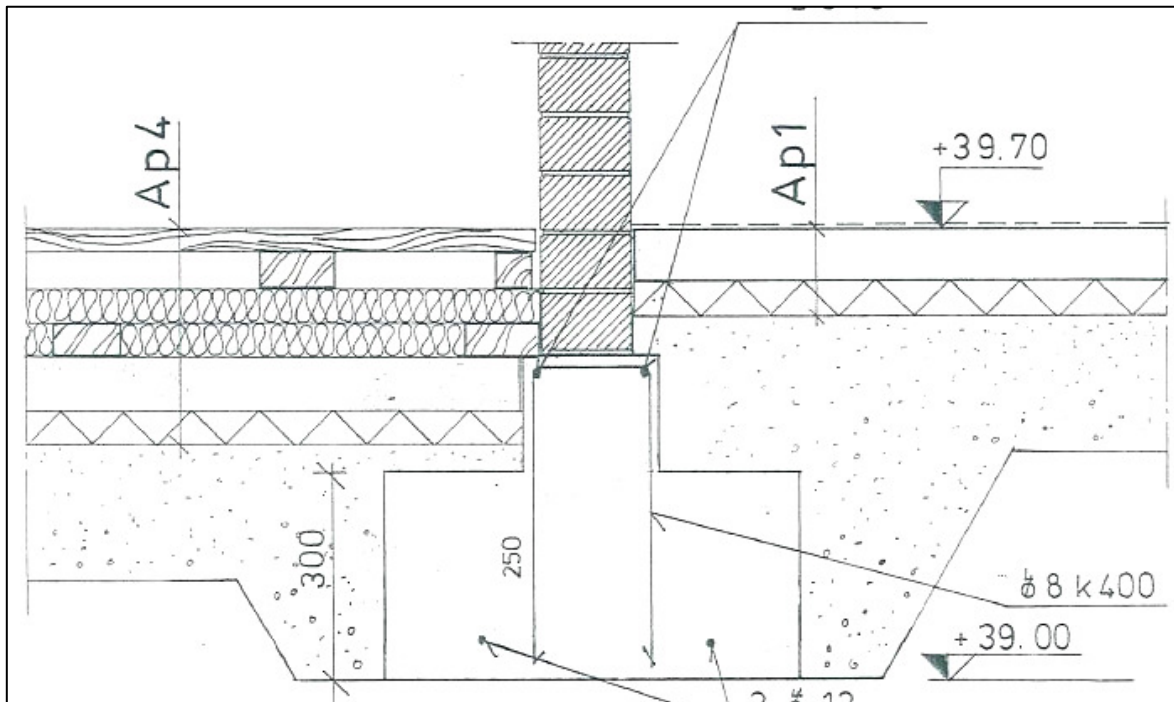
Aistinvaraisen rakenteiden tarkastelun ja rakenteiden pintakosteusmittausten perusteella tehtiin lattia-päällysteiden alta viiltomittauksia (liite 1). Viiltomittaukset tehtiin Vaisala Oy:n valmistamalla HMP42- suhteellisen kosteuden- ja lämpötilan mittapäillä, joiden lukemat luetaan HMI41-lukulaitteella. Mittapäiden annettiin tasaantua lattianpäällysteen alle tiivistettynä vähintään 20 minuuttia.

Aistinvaraisten havaintojen, pintakosteusmittausten tulosten ja viiltomittauksien tulosten perusteella tehtiin lattioiden suhteellisen kosteuden mittaukset porareikämenetelmällä (liite 2). Mittauksissa käytettiin Vaisala Oy:n valmistamia HMP44- suhteellisen kosteuden- ja lämpötilan mittapäitä, joiden arvot luetaan HMI41-lukulaitteella. Rakennekosteusmittausten yhteydessä selvitettiin rakenneratkaisut ja kerrospaksuudet yhdestä Ø 16 mm reiästä valokuitufiberoskoopilla. Mittapää asennettiin vesihöyryntiiviisti mittausputkiin mittausrakenteiden porauksen yhteydessä. Paljas betonipinta suljettiin ilmastointiteipillä, jotta betonin pintaosat eivät pääsisi kuivumaan merkittävästi mittauksen aikana. Sisäilman olosuhteet mitattiin lukemienottohetkellä mittapisteiden läheisyydestä samalla mittauskalustolla.

Liikuntasalin puulattian alta mitattiin suhteellista kosteutta Vaisala HMP42- mittapäillä. Puulattiaan porattiin yksi Ø 10 mm reikä, josta tarkasteltiin rakennetta valokuitufiberoskoopilla ja mitattiin suhteellista kosteutta. Lisäksi lattiaan porattiin kaksi Ø 5 mm reikää rakenteen suhteellisen kosteuden mittaamista varten. Mittaukset tehtiin kustakin kohdasta heti puulattian alta lämmöneristeen yläpuolelta ja lämmöneristeen alaosasta.

Kuvassa 1 on esitetty rakennemittapisteiden sijainnit.





**Kuva 2.** Tarhapiiston koulun vanhemman rakennuksen alapohjarakenne. Vasemmalla puolella on liikuntasalin lattia ja oikealla muiden tilojen lattiarakenne.

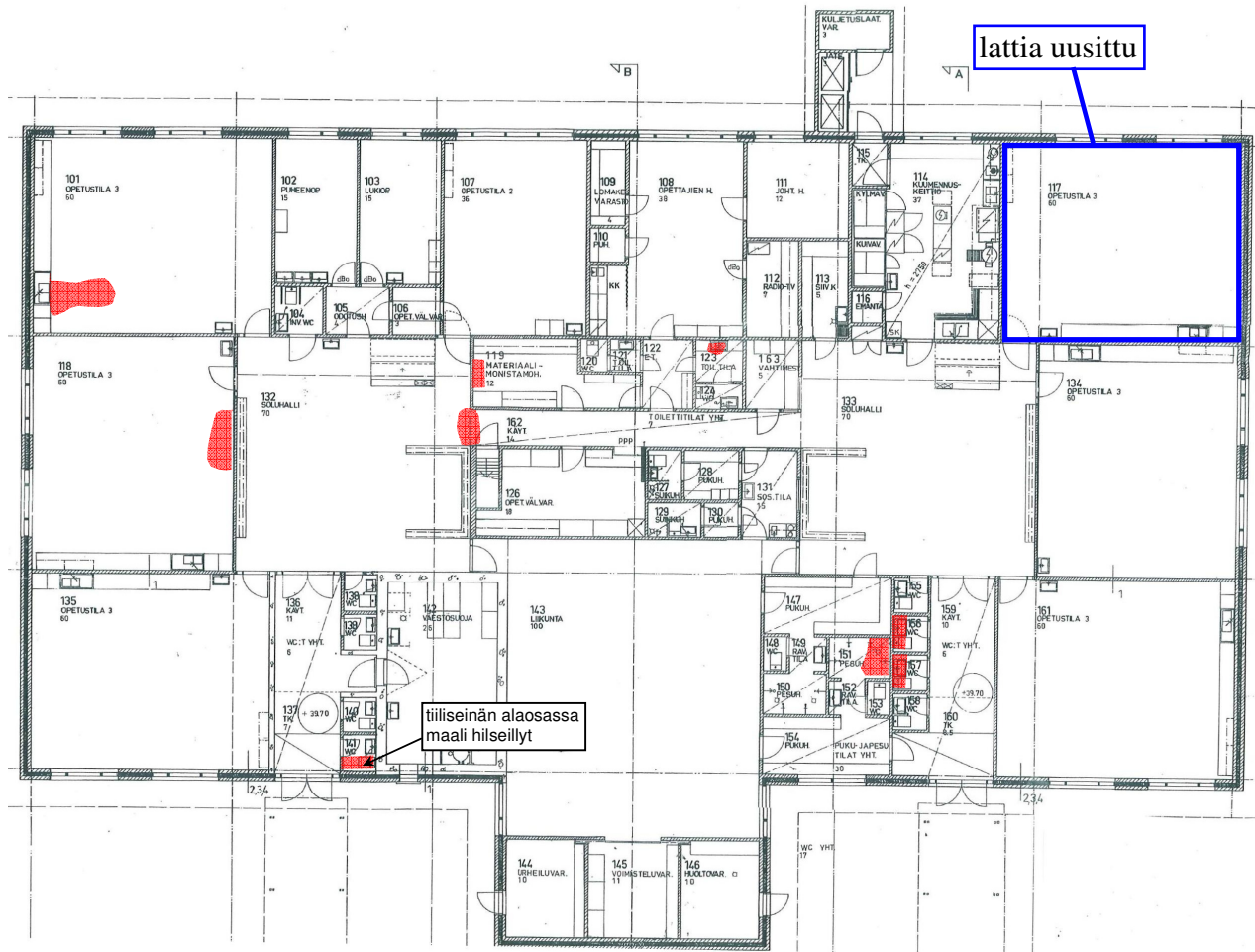
### Tutkimusten yhteydessä tehdyt havainnot

Tarkastellun rakennuksen lattioiden pintamateriaalina oli kuivissa tiloissa vinyylilaatta, pukuhuoneissa ja märkätiloissa muovimatto sekä keittiössä akryylibetoni. Poikkeuksena kuivien tilojen lattianpäällysteestä oli luokka 117 (kuva 3), jossa lattiarakenteen uusimisen jälkeen pintamateriaaliksi on asennettu muovimatto, joka oli nostettu noin 10 cm seinille. Väestönsuojan lattia oli maalattua betonia.

Kuvassa 2 on esitetty tarkasteltu alapohjarakenne. Porareikämittauskohdissa alapohjan betonilaatan paksuus oli noin 70 mm (PR1) ja noin 120 mm (PR2), styrox 50 mm sekä sora-hiekkatäyttö. Liikuntasalin alapohjassa tarkastellussa kohdassa lämmöneristeen päällä oli muovikalvo.

### Pintakosteuskartoitus

Pintamateriaaleissa ei pintapuolisesti havaittu laajoja merkkejä kosteusvaurioista. Pintakosteuskartoituksessa havaitut muuta aluetta korkeampien pintakosteuslukemien alueet olivat hyvin paikallisia ja vähäisiä (kuva 3). Lattioiden pintamateriaalit olivat lähes kauttaaltaan päällisin puolin arvioituna kiinni alustassaan. Paikalliset lattianpäällysteiden irtoamiset alustastaan havaittiin lattiakaivojen ja -läpivientien läheisyydessä ja tilojen nurkka-alueilla.



**Kuva 3.** Tarhapiiston koulun alapohjasta pintakosteuskartoituksessa havaitut muita alueita korkeampien pintakosteuslukemien alueet on merkitty kuvaan punaisella. Kuvaan on rajattu sinisellä luokka 117, jonka lattia on uusittu.

Seinien alaosissa kosteuden aiheuttamaa maalipinnan hilseilyä havaittiin vain wc:n 141 ulkoseinällä. Lisäksi tilan katon alaslaskussa oli vanha vedenvälumajälki.

Pintakosteudenilmaisimella tehdyt havainnot olivat varsin paikallisia. Missään tutkitussa tilassa pintakosteudenilmaisimen vertailuarvot eivät olleet niin korkeita, että ne olisivat viitanneet korkeampiin kosteuksiin rakenteen pintaosissa koko tilan alueella.

Paikalliset muuta aluetta korkeampien pintakosteudenilmaisimen lukemat sijaitsivat pääosin seinien vierus-toilla tai lattialäpiviennin ja lattiakaivon läheisyydessä. Lisäksi havaittiin kohonneita pintakosteus-lukemia lattiassa olleen halkeaman kohdalla käytävän 162 päässä.

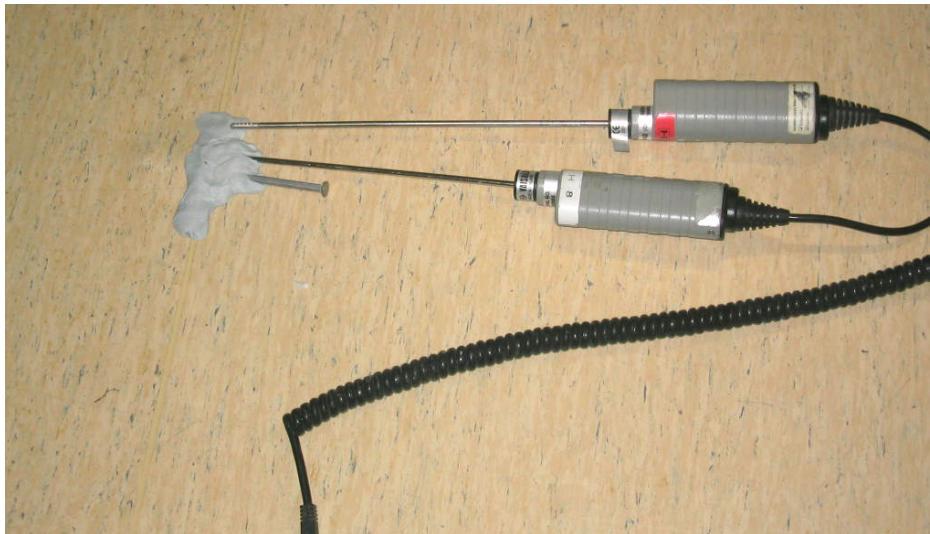
Ulkoseinien edustoilla pintakosteudenilmaisimen lukemat olivat keskilattiaa alhaisemmat.

### Viiltomittaukset

Viiltomittauksia tehtiin korkeimpien pintakosteuslukemien kohdille, sekä vertailumittauskohta (V2) yleisen pintakosteuslukeman alueelle. Lisäksi tehtiin yksi viiltomittaus (V5) uusitun lattiarakenteen ja lattianpäällysteen alueelle. Mittauskohdat on esitetty kuvassa 1. Esimerkki viiltomittauskohdasta on kuvassa 4.

**Taulukko 1.** Tarhapiiston koulun maanvastaisesta alapohjasta tehtyjen viiltomittausten suhteellisen kosteuden (RH) ja lämpötilan (T) mittaustulokset 16. ja 18.1.2008. Kohta V6 mitattiin 18.1., muut 16.1.2008. Sisäilman olosuhteet mitattiin lukemienottohetkellä mittapisteen läheisyydessä. Ilman vesihöyrysisältö Abs. ( $\text{g/m}^3$ ) on laskettu mitattujen suhteellisen kosteuden ja lämpötilan perusteella.

| Mittauskohta       | Mittapiste nro. | anturinro  | T (°C) | RH (%)      | Abs ( $\text{g/m}^3$ ) |
|--------------------|-----------------|------------|--------|-------------|------------------------|
| <b>Luokka 101</b>  | <i>sisäilma</i> | <i>h11</i> | 18,8   | 33,6        | 5,4                    |
|                    | <b>V1</b>       | <i>h9</i>  | 18,4   | <b>80,0</b> | 12,6                   |
|                    | <b>V2</b>       | <i>h4</i>  | 19,7   | <b>82,1</b> | 13,9                   |
| <b>Luokka 118</b>  | <i>sisäilma</i> | <i>h11</i> | 20,2   | 32,2        | 5,6                    |
|                    | <b>V3</b>       | <i>h4</i>  | 20,3   | <b>80,7</b> | 14,2                   |
| <b>WC 123</b>      | <i>sisäilma</i> | <i>h8</i>  | 19,3   | 38,5        | 6,4                    |
|                    | <b>V4</b>       | <i>h14</i> | 19,4   | <b>83,5</b> | 13,9                   |
| <b>Luokka 117</b>  | <i>sisäilma</i> | <i>h14</i> | 20,0   | 36,9        | 6,4                    |
|                    | <b>V5</b>       | <i>h8</i>  | 20,0   | <b>75,8</b> | 13,1                   |
| <b>Varasto 126</b> | <i>sisäilma</i> | <i>h3</i>  | 18,3   | 38,7        | 6,1                    |
|                    | <b>V6</b>       | <i>h9</i>  | 18,9   | <b>77,1</b> | 12,5                   |



**Kuva 4.** Luokassa 117 ollut viiltomittauspiste V5 ja sisäilman olosuhteita mitannut Vaisala HMP42-mittapää.

### Porareikämittaukset

Porareikämittaukset tehtiin korkeamman pintakosteuslukeman alueelle (PR1) ja vertailumittauskohta (PR2) rakennuksen keskialueelle. Tiloihin tehtiin ns. profiilimittauspisteet, joissa mitattiin rakenteen suhteellinen kosteus useammalta eri syvyydeltä. Porareikämittaustulokset on esitetty taulukossa 2 ja mittauskohdat on esitetty kuvassa 1. Esimerkki porareikämittapisteestä on kuvassa 5.

**Taulukko 2.** Tarhapiiston koulun maanvastaisesta alapohjasta tehtyjen rakennekosteusmittausten suhteellisen kosteuden (RH) ja lämpötilan (T) mittaustulokset 21.1.2008. Sisäilman olosuhteet mitattiin lukemienottohetkellä mittapisteen läheisyydessä. Ilman vesihöyrysisältö Abs. (g/m<sup>3</sup>) on laskettu mitattujen suhteellisen kosteuden ja lämpötilan perusteella.

| Mittapiste nro.                | Mittaussyvyys   | Mittausreikä |        |             | Abs.<br>(g/m <sup>3</sup> ) |
|--------------------------------|-----------------|--------------|--------|-------------|-----------------------------|
|                                |                 | anturinro    | T (°C) | RH (%)      |                             |
| <b>Luokka 118</b><br>PR1 (V3)  | <i>sisäilma</i> | 179          | 18,4   | 31,6        | 5,0                         |
|                                | 1 cm (betoni)   | 178          | 18,5   | <b>75,7</b> | 12,0                        |
|                                | 4 cm (betoni)   | 175          | 18,4   | <b>82,6</b> | 13,0                        |
|                                | 12 cm (hiekkä)  | 164          | 17,9   | <b>98,8</b> | 15,1                        |
| <b>Varasto 126</b><br>PR2 (V6) | <i>sisäilma</i> | 143          | 17,8   | 32,1        | 4,9                         |
|                                | 1 cm (betoni)   | 140          | 17,9   | <b>71,1</b> | 10,9                        |
|                                | 4 cm (betoni)   | 186          | 18,0   | <b>81,1</b> | 12,5                        |
|                                | 10 cm (betoni)  | 142          | 18,0   | <b>88,6</b> | 13,6                        |
|                                | 20 cm (hiekkä)  | 318          | 16,7   | <b>99,9</b> | 14,2                        |



**Kuva 5.** Varastossa 126 rakennuksen keskialueella ollut porareikämittapiste 2. Mittapäät ovat asennettuina mittausreikiin ja betonin pinta on suljettu ilmastointiteipillä rakenteen pintaosien merkittävän kuivumisen estämiseksi mittausten aikana.

### Liikuntasalin lattia

Liikuntasalin lattiarakenne tuulettuu seinän vierustoilta, joten nyt mitattiin lattiarakenteen kosteutta keskialueelta sekä reuna-alueilta läheltä väestönsuojan ja pukuhuoneen seiniä. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 3 ja mittauskohdat kuvassa 1 sivulla 4.



**Taulukko 3.** Tarhapiiston koulun liikuntasalin lattiarakenteesta tehtyjen lyhytkestoisten RH-mittausten suhteellisen kosteuden (RH) ja lämpötilan (T) mittaustulokset 18.1.2008. Sisäilman olosuhteet mitattiin lukemienottohetkellä mittapisteen läheisyydessä. Ilman vesihöyrönsisältö Abs. ( $\text{g/m}^3$ ) on laskettu mitattujen suhteellisen kosteuden ja lämpötilan perusteella.

| Mittauskohta                            | Mittapiste nro. | anturinro | T (°C) | RH (%)      | Abs ( $\text{g/m}^3$ ) |
|---|-----------------|-----------|--------|-------------|------------------------|
| <b>Liikuntasali</b><br>L1 (keskilattia) | sisäilma        | h6        | 19,3   | 32,7        | 5,4                    |
|   | villan yläpuoli | h4        | 19,1   | <b>33,7</b> | 5,5                    |
|   | villan alaosa   | h4        | 16,9   | <b>86,1</b> | 12,4                   |
| <b>L2</b> (VSS:n sivu)                  | villan yläpuoli | h1        | 19,0   | <b>37,3</b> | 6,1                    |
|   | villan alaosa   | h1        | 16,9   | <b>81,4</b> | 11,7                   |
| <b>L3</b> (pukuh. sivu)                 | villan yläpuoli | h5        | 19,2   | <b>34,3</b> | 5,7                    |
|   | villan alaosa   | h5        | 17,3   | <b>78,5</b> | 11,6                   |

### Muut havainnot

Tarkastelluissa tiloissa oli normaali haju, eikä mahdollisiin ilman epäpuhtauksiin viittaavia hajuja havaittu.

Maanvastaisissa alapohjissa havaittiin paikoin halkeamia, ja paikoin alapohja oli myös painunut hieman (kuva 6). Halkeamien kohdalla vinyylilaattojen saumat olivat auenneet jonkin verran. Halkeamien kohdalla oli paikoin korkeampia pintakosteuslukemia. Lattian reuna-alueilta olleista raoista ilmavirtaukset olivat hieman huonetiloihin päin. Lisäksi ilmavuotoja havaittiin opettajien huoneen puhelinkopissa 110 ja varaston 109 lattian läpivienneistä (kuva 7).



**Kuva 6.** Ulkoseinillä oli havaittavissa jonkin verran lattian painumista, joista ilmavirtaukset olivat hieman huonetilaan päin.



*Kuva 7. Opettajien huoneessa olleen varaston 109 ulkoseinustalla oli täysin avonainen putkien läpivienti, josta on suora yhteys alapohjan maatyttöön. Kohdassa ilmavirtaukset olivat huonetilaan päin.*

Vinyylilaattojen saumoista pääsee havaintojen mukaan päältäpäin kosteutta laatan alle (kuva 8), jolloin liima ja tasoite saattaa vaurioitua. Lisäksi käyttäjien kertomaan mukaan lattioiden tehopesussa käytettävää vettä pääsee seinustoilta lattiarakenteisiin.



*Kuva 8. Irrotetun vinyylilaatan reuna-alueilla oli selkeästi nähtävissä päältäpäin tulleen veden kellastuttamaa liimaa ja tasoitetta.*

Keittiön lattian pinnoite oli pettänyt lattiakaivon ympäriltä (kuva 9). Kohdasta ei kuitenkaan voitu luotettavasti mitata rakennetta pintakosteudenilmaisimella lattian pinnalla olleiden epäpuhtauksien vuoksi. Lisäksi keittiön lattiassa oli halkeama, josta voi päästä lattian pesuvesiä rakenteeseen.



*Kuva 9. Keittiön lattian pinnoite oli irronnut ja hajonnut lattiakaivon ympäriltä.*

Suihkutilojen laatoitettujen seinien alaosissa oli monin paikoin halkeilleita ja hajonneita laattoja. Osa laatoista oli hajonnut niin, että lattian muovimaton ylösnoston yläreuna oli näkyvässä (kuva 10). Suihkuhuoneessa 151 muovimatto oli irronnut alustastaan pahimmin halkeilleiden laattojen läheisyydestä.



*Kuva 10. Suihkutilojen seinälaatoitusten alimmat laatat olivat monin paikoin halkeilleet ja niistä oli irronnut paloja. Suihkuhuoneen 151 nurkassa maton ylösnoston yläreuna oli näkyvässä.*

Käyttäjien kertoman mukaan erityisesti puku- ja pesutiloissa 151-154 on ajoittain voimakastakin viemärin hajua. Tarkastelujen aikaan tiloissa oli poikkeava haju, mutta viemärin haju ei ollut kovin voimakas.

## 4. TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET

### Mittaustarkkuustarkastelu:

Viiltomittauskohdissa maton alapuoliset lämpötilat olivat varsin lähellä mittaushetkellä vallinneita sisäilman lämpötiloja lattian rajassa. Tällöin viiltomittausmenetelmällä mitattuihin suhteellisiin kosteuksiin ei kohdistunut merkittäviä lämpötiloista aiheutuvia mittavirheitä.

Porareikämittapisteillä sisäilman ja betonin väliset lämpötilaerot olivat niin pieniä, ettei nyt mitatuissa betonin suhteellisissa kosteuksissa ole lämpötiloista aiheutuvaa mittavirhettä. Syvemmillä rakenteissa lämpötilaero ei vaikuta yhtä voimakkaasti kuin pintaosissa, ja lämmöneristeen alapuolella vallitsevat lämpötilat ovat talviaikaan lähes poikkeuksetta sisäilmaa alhaisemmat. Syvemmältä mitattaessa rakenteen ja sisäilman välisen lämpötilaeron vaikutus mitattuihin suhteellisiin kosteuksiin on vähäisempi. Tällöin porareikämenetelmällä mitattuihin rakenteiden suhteellisiin kosteuksiin ei kohdistunut merkittäviä lämpötiloista aiheutuvia mittavirheitä.

Mittausten ajankohtana tilat olivat normaalissa käytössä, joten rakenteet olivat vallinneisiin sääolosuhteisiin nähden normaaleissa olosuhteissa ja lämpötilassa. Käytetyt mittapäiden tasaantumisaajat olivat materiaalivalmistajan ja mittausmenetelmien nykyohjeiden mukaiset.

### Tulosten tarkastelu:

Kohteessa olleilla vinyylilaatta- ja muovimattopäällysteillä viiltomittauksissa mitattujen suhteellisten kosteuksien olisi suositeltavaa olla alle 85 %. Muutoin on riski, että päällysteet, liimat ja tasoitteet saattavat vaurioitua.

Viiltomittauksissa kaikki nyt mitatut suhteelliset kosteudet olivat alle 85 %. Viiltomittauksissa mitattiin molemmissa porareikämittauskohdissa lattianpäällysteen alta hieman korkeampia suhteellisiä kosteuksia kuin 1 cm syvyydeltä betonista. Viiltomittaukset tehtiin vinyylilaattojen saumoista, jolloin mahdollisesti saumasta laatan alle pääsevä kosteus vaikuttaa enemmän viiltomittaus-tulokseen kuin keskemältä laattaa tehtyyn betonin suhteelliseen kosteuden mittaukseen.

Betonin suhteellinen kosteus myös 4 cm syvyydellä oli molemmissa porareikämittauskohdissa alle 85 %. Lämmöneristeen alapuoliset suhteelliset kosteudet olivat yli 97 %, kuten rakenteiden kosteusteknistä toimivuutta arvioitaessa oletetaankin.

Liikuntasalin lattian suhteellinen kosteus oli lämmöneristeen päällä olleen muovikalvon yläpuolella lähes sama kuin sisäilmassa, eikä mitatuissa kosteuspitoisuuksissa ollut merkittäviä eroja lattian keski- ja reuna-alueilla. Muovikalvon alapuolella oli selkeästi kosteampaa, kosteuspitoisuus oli keskilattialla jonkin verran mitattuja reuna-alueita korkeampi.

### Johtopäätökset:

Maaperästä ei nyt tehtyjen tarkastelujen perusteella siirry haitallisessa määrin kosteutta lattiarakenteeseen. Ainakin osa paikallisesti korkeammista pintakosteudenilmaisimen lukemista johtui todennäköisesti vanhasta rakenteeseen päältäpäin päässeestä kosteudesta, ja osa betonin pintaan mahdollisesti kulkeutuneista suoloista ja epäpuhtauksista. Millään alueella ei havaittu haitallisen korkeita kosteuksia lattianpäällysteen alla. Esimerkiksi luokassa 101 vesipisteen edustalla olleiden muuta aluetta korkeampien pintakosteudenilmaisimen lukemien alueella ei ollut korkeampaa kosteutta lattianpäällysteen alla.

Mittaustulosten perusteella liikuntasalin alapohjan tuuletus toimii muovikalvon yläpuolella. Muovikalvon alapuolella oli selkeää kosteuslisää, joten maaperästä siirtyvää kosteutta jää osin

rakenteeseen. Muovikalvon alapuoli tuulettuu mittaustulosten perusteella hieman reuna-alueilta. Muovikalvon alapuolella on rakennepiirustusten mukaan puuta ainakin lattian koolauksissa. Muovin alapuolelle saattaa muodostua mikrobikasvulle suotuisat olosuhteet, mikäli kosteus pysyy pitkiä aikoja haitallisen korkealla tasolla.

Muovimaton irtoaminen alustastaan suihkutilassa 151 johtuu ainakin todennäköisesti osin rikkoutuneiden seinälaattojen kohdalta muovimaton taakse pääsevistä kosteudesta. Lisäksi muovimattojen käyttöikä saattaa aiheuttaa niihin kutistumaa, jonka vuoksi ne irtoavat helpommin alustastaan etenkin lattiakaivojen ja liittymien läheisyydestä. Muovimattojen suositeltu käyttöikä on noin 25 vuotta.

Alapohjan painuminen ja betonilaatan kutistuminen on aiheuttanut erityisesti ulkoseinustoille selkeän raon lattialaatan ja seinän liittymäkohtaan. Raosta oli paikoin ilmavirtausta sisätiloihin päin, jolloin alapohjasta voi tulla epäpuhtauksia sisäilmaan. Lisäksi päältäpäin pääsee vettä (lattianpesuvedet) lattiarakenteeseen, joka voi aiheuttaa pintamateriaalien vaurioitumista.

## 5. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Nyt tehtyjen tarkastelujen perusteella alapohjarakenne toimii kosteusteknisesti suunnitellulla tavalla eivätkä pintamateriaalit pääse vaurioitumaan maaperän kosteudesta. Lattiarakenteet pääsevät tuulettumaan reunaosistaan lattian ja seinän raosta erityisesti ulkoseinustoilla. Tällöin rakenteeseen päältäpäin päässeet pesuvedet eivät ole jääneet rakenteeseen pitkiksi ajoiksi eivätkä pintamateriaalit lattiassa tai seinien alaosissa ole vaurioituneet.

Rakennepiirustuksissa osittain esitetty väliseinien kosteuseristys tiilen ja betonin välissä on todennäköisesti kaikissa seinissä, ja on toimiva, koska seinien alaosissa ei ollut merkkejä pinnan kosteusvaurioitumisesta.

Ulkoseinustojen raot seinän ja lattian liittymässä suositellaan tiivistettäväksi, jotta estetään mahdolliset ilmavirtaukset alapohjasta sisäilmaan tai päältäpäin mahdollisesti tulevien pesuvesien pääsy rakenteeseen. Lisäksi erityisesti opettajienhuoneen varaston ulkoseinustalla oleva läpivienti suositellaan tiivistettäväksi. Vaikka rakennuksessa ei nyt havaittu aistinvaraisesti sisäilmassa merkkejä epäpuhtauksista ja ilmavirtaukset alapohjasta sisäilmaan olivat heikkoja, saattaa tilanne vaihdella alapohjan kosteusolosuhteiden muuttuessa tai mikäli ilmaa pääsee ajoittain virtaamaan alapohjan kautta sisätiloihin tehokkaammin esimerkiksi tuuliolosuhteiden vuoksi.

Liikuntasalin alapohjarakenteen muovin alapuoliset orgaaniset ainekset ovat saattaneet jossain vaiheessa kosteusvaurioitua pinnoiltaan. Rakennepiirustusten mukaan betonin pinnassa olevan puuaineksen alla ei ole kosteuseristystä, jolloin puun alapinta on mahdollisesti ajoittain olosuhteissa, joka mahdollistaa epäpuhtauksien muodostumisen muovin alapuolelle. Mittaustulosten mukaan kosteudet muovin alla eivät olleet niin korkeita, että puu alkaisi lahota. Puumateriaalien kunnan selvittämiseksi suositellaan vähintään yhdestä kohdasta tehtävää rakenneavausta.

Viemärin hajun syytä ei nyt tehdyillä tutkimuksilla saatu paikallistettua. Viemäreitä ei ole saatujen tietojen mukaan kunnostettu tai huuhdeltu.

Keittiön lattianpäällyste suositellaan korjattavaksi ainakin lattiakaivojen läheisyyksistä, jotta alapohjarakenteeseen ei pääse imeytymään vesiä päältäpäin. Mikäli betoni kostuu liikaa, voi se aiheuttaa lattianpinnoitteen vaurioitumisen laajemmalla alueella.



Märkätilojen muovimattojen kuntoa tulee tarkkailla niiden käyttöiän vuoksi erityisesti liittymissä, lattiakaivojen läheisyyksissä ja saumakohdissa. Märkätilojen rikkoutuneet seinälaatoitukset tulee korjata ja mattoylösnostot tarvittaessa tiivistää.

Helsingissä 31.1.2008  
Humi-Group

Marko Leskinen

#### LIITTEET

- LIITE 1: Lattianpäällysteen alapuolisen suhteellisen kosteuden (RH) mittaus viiltomittausmenetelmällä
- LIITE 2: Betonin suhteellisen kosteuden (RH) mittaus porareikämenetelmällä
- LIITE 3: Lyhytkestoinen RH-mittaus
- LIITE 4: Humi-Group Oy:n mittapäiden kalibrointijärjestelmä
- LIITE 5: Käytettyjen mittapäiden kalibrointipäivämäärät

## 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 kalibrointikorjauskertoimilla. HMP42 mittapäät säädetään kalibroinnin yhteydessä kohdalleen, joten luettuihin arvoihin ei tule kalibrointikorjauksia.



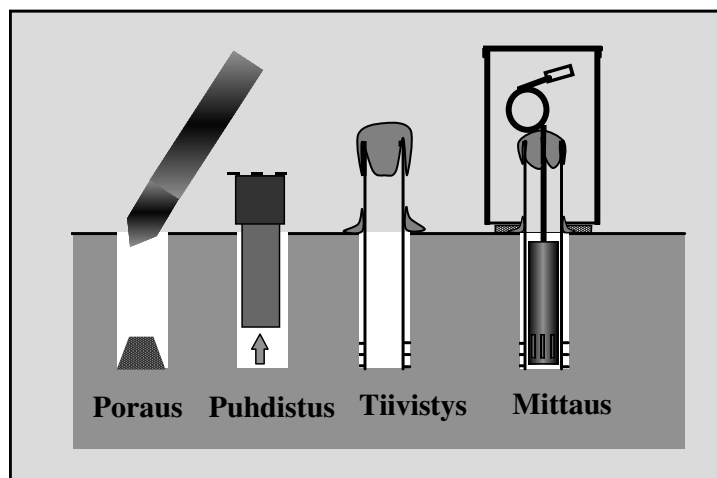
Kaikki Humi-Group Oy:n mittapäät kalibroidaan vähintään 2 kk välein Vaisala Oy:n valmistamalla HMK13B kalibrointilaitteella. Laitteen suolaliuoskammioiden referenssikosteuspitoisuudet mitataan Vaisala Oy:n valmistamilla Vaisala Oy:n mittanormaalilaboratoriossa kuhunkin kosteuspitoisuuteen säädettyllä (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 °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.

## BETONIN SUHTEELLISEN KOSTEUDEN (RH) MITTAUS PORAREIÄSTÄ

1. Rakenteeseen porataan iskuporakoneella Ø16 mm reikä mittaussyvyydelle.
2. Reikä puhdistetaan porauspölystä imuroimalla käyttäen suutinta, joka mahtuu reikään.
3. Reikään asennetaan sivuiltaan tiivis mittaasputki, joka ulottuu reiän pohjaan saakka. (Ø16 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 mittaasputki 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 mittaasputken siten, että putken pään tiivistys avataan mittapään putkeen laittamisen ajaksi. Tämän jälkeen putken pää tiivistetään kitillä mittapään johtoon. Mittapään annetaan tasaantua mittaasputkessa vähintään 1 tunti ennen lukemien ottamista. Vaihtoehtoisesti mittapää asennetaan mittaasputken 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 kalibroitikorjauskertoimilla.



Kaikki Humi-Group Oy:n mittapäät kalibroidaan vähintään 2 kk välein Vaisala Oy:n valmistamalla HMK13B kalibroitilaitteella. 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 kalibroititason pysyvyyden varmistamiseksi.

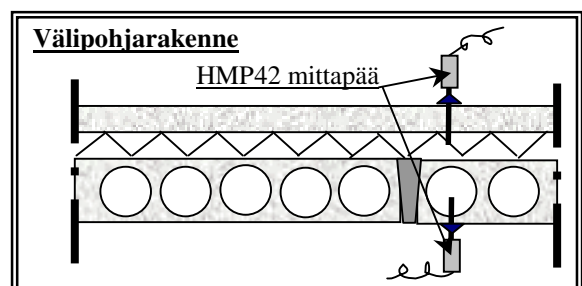
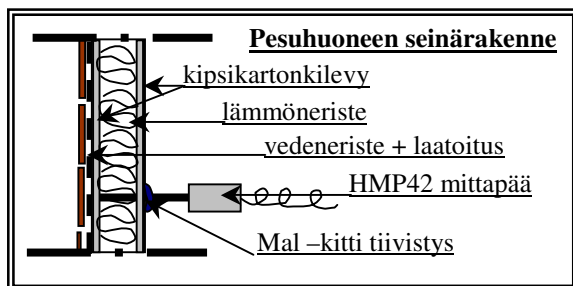
Mittalaitevalmistajan ilmoittama HMP44 mittapään mittaustarkkuus +20 °C lämpötilassa on ± 2 %RH (0...90 %RH) ja ± 3 %RH (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on ± 0,5 °C. Säännöllisellä kalibroinnilla päästään selvästi parempaan mittaustarkkuuteen.



## RAKENTEEN LYHYTKESTOINEN SUHTEELLISEN KOSTEUDEN (RH) MITTAUS

Rakenteen lyhytkestoista suhteellisen kosteuden mittausta voidaan käyttää rakenteissa, joihin ei kohdistu mittausta valmisteltaessa tai mittauksen aikana mittavirhettä aiheuttavia tekijöitä. Rakenteen lyhytkestoisen suhteellisen kosteuden mittausta voidaan tehdä esim. ala-, väli- ja yläpohjan lämmöneristeistä, ontelolaattojen ontelotiloista, ulkoseinärakenteiden lämmöneristeistä ja kevytrakenteisista väliseinärakenteista (esimerkkinä kuvissa pesuhuoneen seinärakenne ja ontelolaatta-väli-pohjarakenne, jossa eristekerros).

1. Pintarakenteen läpi porataan  $\varnothing$  5 – 16 mm reikä halutulle kohdalle. Reiän halkaisija riippuu mittauksissa käytetystä kosteus- ja lämpötilamittapästä. Yleisimmin rakenteen lyhytkestoisessa suhteellisen kosteuden mittauksessa käytetään Vaisala Oy:n valmistamaa HMP42 kosteus- ja lämpötilamittapäätä, jonka  $\varnothing$  on 4 mm. Mittauksissa voidaan käyttää Vaisala Oy:n valmistamaa  $\varnothing$  12 mm HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapäätä, jolloin mittareian  $\varnothing$  voi olla 12 mm tai 16 mm (mikäli mittausta edellyttää mittausputkitusta, mittareian  $\varnothing$  on 16 mm). Joissakin tapauksissa on mahdollista työntää mittapää rakenteeseen ilman porausta.
2. Reikä puhdistetaan reikään mahtuvalla suuttimella imuroimalla tai puhaltamalla. Poratun reiän ympäristö puhdistetaan pölystä mittapään tiivistyksessä käytetyn Mal –kitin kiinni pysyvyyden varmistamiseksi.
3. Mikäli mittauksissa käytetään Vaisala Oy:n valmistamaa HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapäätä, voidaan reikään asentaa  $\varnothing$  16 mm sähköputki mitattavalle syvyydelle. Sähköputken ja pintarakenteen rajapinta tiivistetään täysin vesihöyryntiiviiksi Mal –kitillä. Tarvittaessa sähköputki imuroidaan puhtaaksi.
4. Reikään asennetaan Vaisala Oy:n valmistama  $\varnothing$  4 mm HMP42 tai  $\varnothing$  12 mm HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapää.
5. Pintarakenteen ja mittapään rajapinta tiivistetään täysin vesihöyryntiiviiksi Mal –kitillä.
6. Mittapään annetaan tasaantua rakenteessa 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 kalibrointikorjauskertoimilla. HMP42 mittapää säädetään kalibroinnin yhteydessä kohdalleen, joten luettuihin arvoihin ei tule kalibrointikorjauksia.

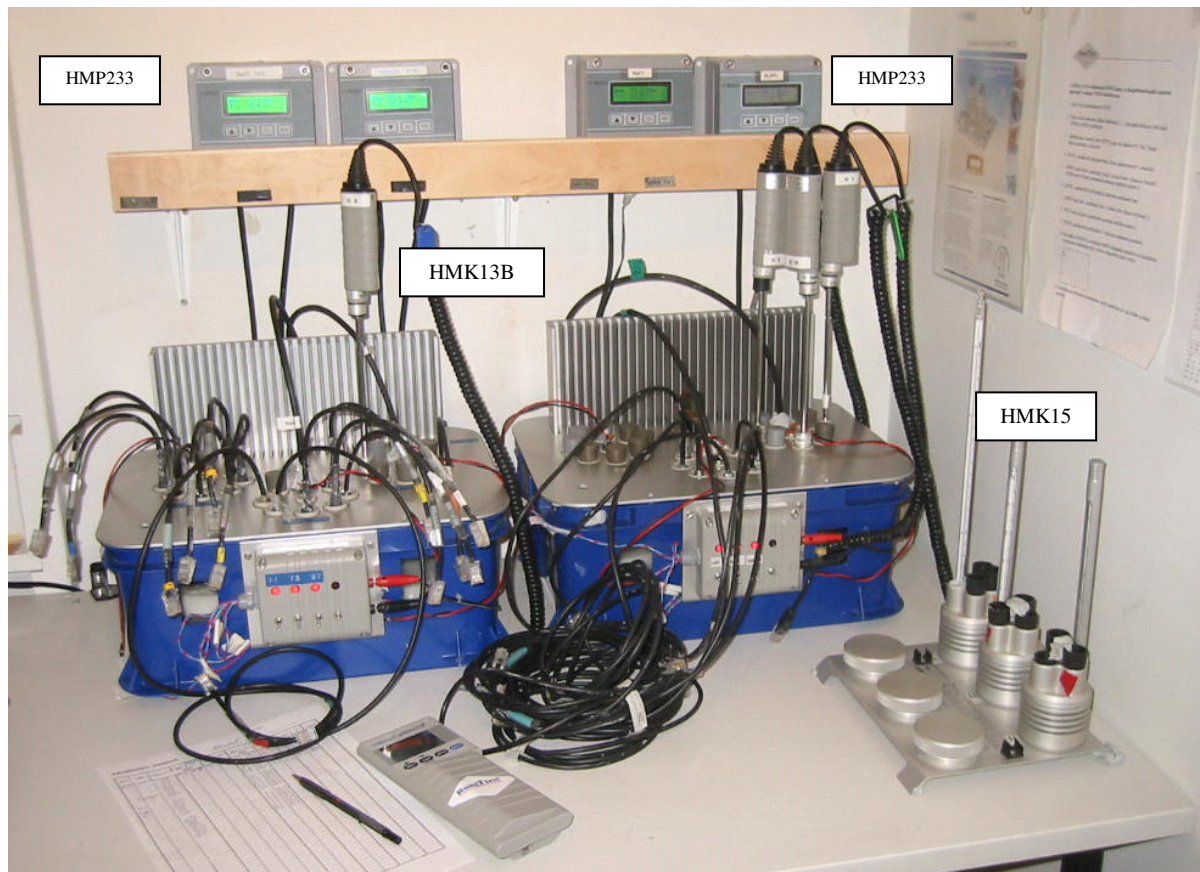


Kaikki Humi-Group Oy:n mittapää kalibroidaan vähintään 2 kk välein Vaisala Oy:n valmistamalla HMK13B kalibrointilaitteella. Laitteen suolaliuoskammioiden referenssikosteuspitoisuudet mitataan Vaisala Oy:n valmistamalla Vaisala Oy:n mittanormaalilaboratoriossa kuhunkin kosteus-pitoisuuteen säädetyllä (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 ja HMP42 mittapään mittaustarkkuus  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  lämpötilassa on  $\pm 2\text{ \%RH}$  (0...90 %RH) ja  $\pm 3\text{ \%RH}$  (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on  $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Säännöllisellä kalibroinnilla päästään selvästi parempaan mittaustarkkuuteen.

## HUMI-GROUP OY:N KALIBROINTIJÄRJESTELMÄ



Kaikki Humi-Group 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. Referenssilähettimeiden 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  $\pm 2$  %RH (0...90 %RH) ja  $\pm 3$  %RH (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on  $\pm 0,5$  °C. Säännöllisellä kalibroinnilla päästään selvästi parempaan mittaustarkkuuteen.



## KALIBROINTIPÄIVÄMÄÄRÄT

Mittauksissa käytettyjen Vaisala Oy:n valmistamien kosteus- ja lämpötilamittapäiden (HMP42 ja/tai HMP44) kalibrointipäivämäärät

| Mittapään numero | Kalibroitu | Mittapään numero | Kalibroitu | Mittapään numero | Kalibroitu |
|------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|
| h 1              | 23.1.2008  |                  |            |                  |            |
| h 3              | 11.1.2008  |                  |            |                  |            |
| h 4              | 24.1.2008  |                  |            |                  |            |
| h 5              | 11.1.2008  |                  |            |                  |            |
| h 6              | 24.1.2008  |                  |            |                  |            |
| h 8              | 24.1.2008  |                  |            |                  |            |
| h 9              | 24.1.2008  |                  |            |                  |            |
| h 11             | 16.11.2007 |                  |            |                  |            |
| h 14             | 31.10.2007 |                  |            |                  |            |
| 140              | 17.1.2008  |                  |            |                  |            |
| 142              | 17.1.2008  |                  |            |                  |            |
| 143              | 17.1.2008  |                  |            |                  |            |
| 164              | 17.1.2008  |                  |            |                  |            |
| 175              | 4.1.2008   |                  |            |                  |            |
| 178              | 4.1.2008   |                  |            |                  |            |
| 179              | 4.1.2008   |                  |            |                  |            |
| 186              | 4.1.2008   |                  |            |                  |            |
| 318              | 30.10.2007 |                  |            |                  |            |

Kaikki Humi-Group Oy:n mittapäät kalibroidaan Vaisala Oy:n valmistamalla HMK13B kalibrointilaitteella. Laitteen suolaliuoskammioiden referenssikosteuspitoisuudet mitataan Vaisala Oy:n valmistamalla Vaisala Oy:n mittanormaalilaboratoriossa kuhunkin kosteus-pitoisuuteen säädettyillä (75 %RH ja 97 %RH) HMP233 lämpötila- kosteuslähettimillä. Referenssilähettimien 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.