



VAHANEN YHTIÖT



Martinlaakson koulu

**MAANVASTAISTEN RAKENTEIDEN
KOSTEUSTUTKIMUKSET**

TUTKIMUSRAPORTTI 071101

23.11.2007

HUMI-GROUP OY

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

SISÄLLYSLUETTELO

1.	YLEISTIEDOT	3
1.1	TUTKIMUSKOHDE	3
1.2	TUTKIMUKSEN TILAAJA	3
1.3	TUTKIMUKSEN TEHTÄVÄ	3
1.4	TUTKIMUKSEN TEKIJÄT	3
1.5	SAADUT TIEDOT	3
1.6	TUTKIMUSAJANKOHTA	3
2.	KOHTEEN KUVAUS.....	4
2.1	KÄYTTÄJILTÄ TUTKIMUKSEN AIKANA SAATUJA TIETOJA.....	6
3.	TUTKIMUSMENETELMÄT JA AIKATAULU	6
3.1	TUTKIMUSMENETELMÄT	6
3.2	TUTKIMUSTEN AIKATAULU	9
4.	MITTAUSTULOKSET.....	9
5.	MUUT HAVAINNOT.....	12
5.1	KOSTEUSMITTAUKSIIN LIITTYVÄT.....	12
5.2	ALUSTATILAT.....	13
5.3	ALAPOHJARAKENTEET	16
5.3.1	<i>Liikuntasalin lattia</i>	<i>17</i>
5.3.2	<i>Alapohjarakenne alustatilan kohdalla</i>	<i>17</i>
5.3.3	<i>Maanvarainen lattia.....</i>	<i>18</i>
5.4	ILMAVUOTOHAVAINNOT	18
5.5	MUITA HAVAINTOJA SISÄTILOISTA	21
5.6	RAKENNUKSEN ULKOPUOLELTA TEHDYT HAVAINNOT	21
6.	TULOSTEN TARKASTELU	24
6.1	MITTAUSTARKKUUSTARKASTELU	24
6.2	PINTAKOSTEUSKARTOITUS	24
6.3	VIILTO- JA NÄYTEPALAMITTAUKSET	25
6.4	LYHYTKESTOISET SUHTEELLISEN KOSTEUDEN MITTAUKSET	26
6.5	PORAREIKÄMITTAUKSET	26
6.6	ILMAVUOTOSELVITYKSET	27
7.	JOHTOPÄÄTÖKSET	28
7.1	PINTAKOSTEUSKARTOITUS	28
7.2	VIILTO- JA NÄYTEPALAMITTAUKSET	28
7.3	PORAREIKÄMITTAUKSET	28
7.4	ILMAVUOTOSELVITYKSET	29
8.	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	30

1. YLEISTIEDOT

1.1 Tutkimuskohde

Martinlaakson koulu
Martinlaaksonpolku 4
01620 Vantaa

1.2 Tutkimuksen tilaaja

Vantaan Tilakeskus
Hankepalvelut
Rakennuttaminen
Mikko Krohn
Kielotie 13
01300 Vantaa

1.3 Tutkimuksen tehtävä

Tutkimuksen tehtävänä on ollut selvittää pintakosteuskartoituksen ja rakennekosteusmittauksien avulla koko koulun maanvastaisten rakenteiden kosteustilanne. Tutkimuksessa kiinnitetään myös huomiota ilmavirtaus- ja hajuasioihin. Tutkimuksilla ohjeistetaan hankesuunnitelua, jossa arvioidaan jopa sitä korjataanko vai puretaanko rakennus.

1.4 Tutkimuksen tekijät

HUMI-GROUP OY
Halsuantie 4
00420 Helsinki

Eeva Kauriinvaha, DI
Sami Niemi, DI
Sonja Nieminen, Ins.Amk
Eero Salo, Rkm
Riikka Sutela, RI

1.5 Saadut tiedot

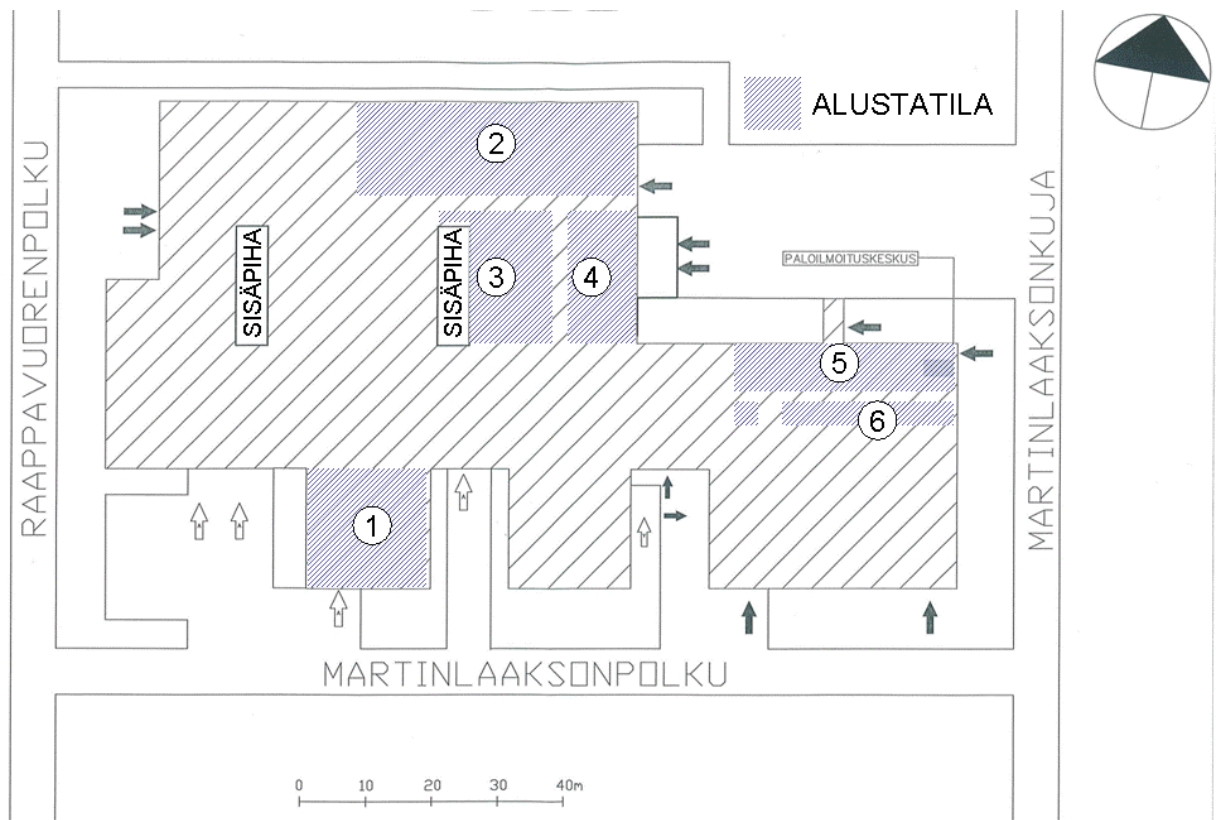
- Pohjapiirroksat pohjakerroksesta sekä 1. ja 2. kerroksesta
- 1. kerroksen vesikattopiirros
- Leikkaukset A-A, B-B, C-C ja D-D
- Rakennusvekara Oy tekemät kuntoselvitykset alustatiloista ja putkikanaaleista 27.5.1999, 20.3.2002, 3.12.2002 ja 13.12.2002
- Rakennusvekara Oy tekemä alustatilan seurantaraportti nro 1, 26.9.2001
- Kouluisännältä 7.9.2007 koulurakennuksen paloilmoitinjärjestelmän paikannuskaaviot pohjakerroksesta ja 1. kerroksesta
- Tilaajan kuvaus käyttäjien havaitsemista terveyshaittaepäilyistä

1.6 Tutkimusajankohta

Kohdekäynnit suoritettiin 7.9 – 15.10.2007.

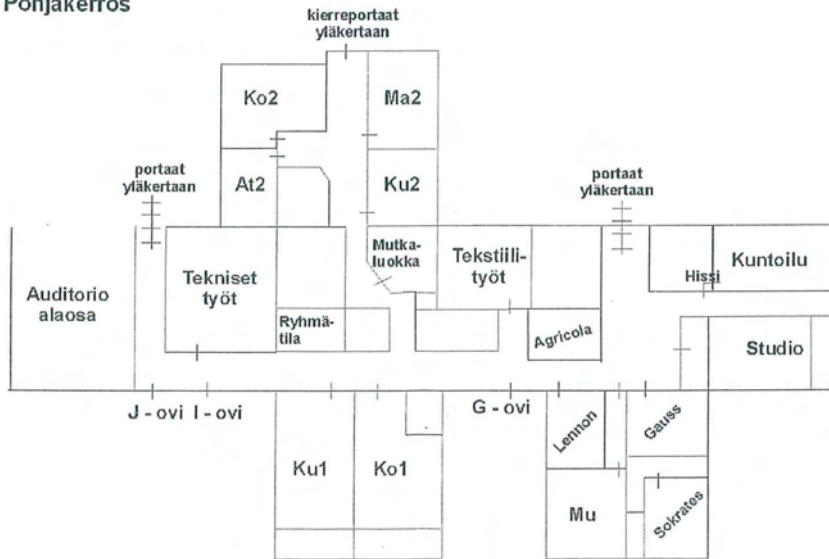
2. KOHTEEN KUVAUS

Tutkimuksen kohteena on Vantaalla sijaitseva vuonna 1974 rakennettu Martinlaakson koulu. Koulussa on kolme kerrosta; pohjakerros, 1. ja 2. kerros. Rakennus sijaitsee rinteessä siten, että pohjakerros on osittain maanpinnan tasolla ja osittain sen alla. Pohjakerroksessa sijaitsevat myös väestönsuojat. Alapohjarakenne on osin kantava ja osin maanvarainen. Maanvaraisen betonilaatan alla on styrox ja sorastus. Alapohjarakenteena alustatilojen kohdalla on kaksoislaattarakenne, jossa runko- ja pintabetonin välissä on styrox. Maanvastaisten seinärakenteiden sisäpinnassa on lämmöneristeenä villa betonin ja sisäverhouslevyn välissä. Käytävillä ja luokkatiloissa on joko muovimattoa tai vinyylilaattaa. Märkä- ja WC-tiloissa on käytetty pääasiassa laatoitusta, mutta joissain tiloissa on vielä muovimattoa. Toisen, studiokäytössä olevan, väestönsuojan lattiassa on vielä alkuperäinen kokolattiamatto. Joissain tiloissa, mm. teknisten töiden ja toisen väestönsuojan tiloissa, on massalattia. Liikuntasalin puulattia on päällystetty liikuntakäyttöön soveltuvalla joustomattolla. Alun perin varsin tilavista aula- ja käytävätiloista on tehty lisää luokahuoneita sekä pohjakerrokseen että 1. kerrokseen. Koulun alta on löydetty vuosien 1999 - 2002 aikana Rakennusveikara Oy:n tutkimana alustatiloja, jotka on kunnostettu vuosina 2003–2004. Kunnostuksen yhteydessä alustatiloihin on asennettu valaistus ja koneellinen ilmastointi. Kuvassa 1 on esitetty koulun paloilmoinjärjestelmän asemapiirros, johon on lisätty löydettyjen alustatilojen sijainti. Alustatilat on numeroitu, mutta ei merkitty mittatarkasti. Kuvassa 2 on esitetty koulun pohja- ja 1. kerroksen tilojen nimet ”Lukuvuosiopas 2007–2008” mukaisesti.

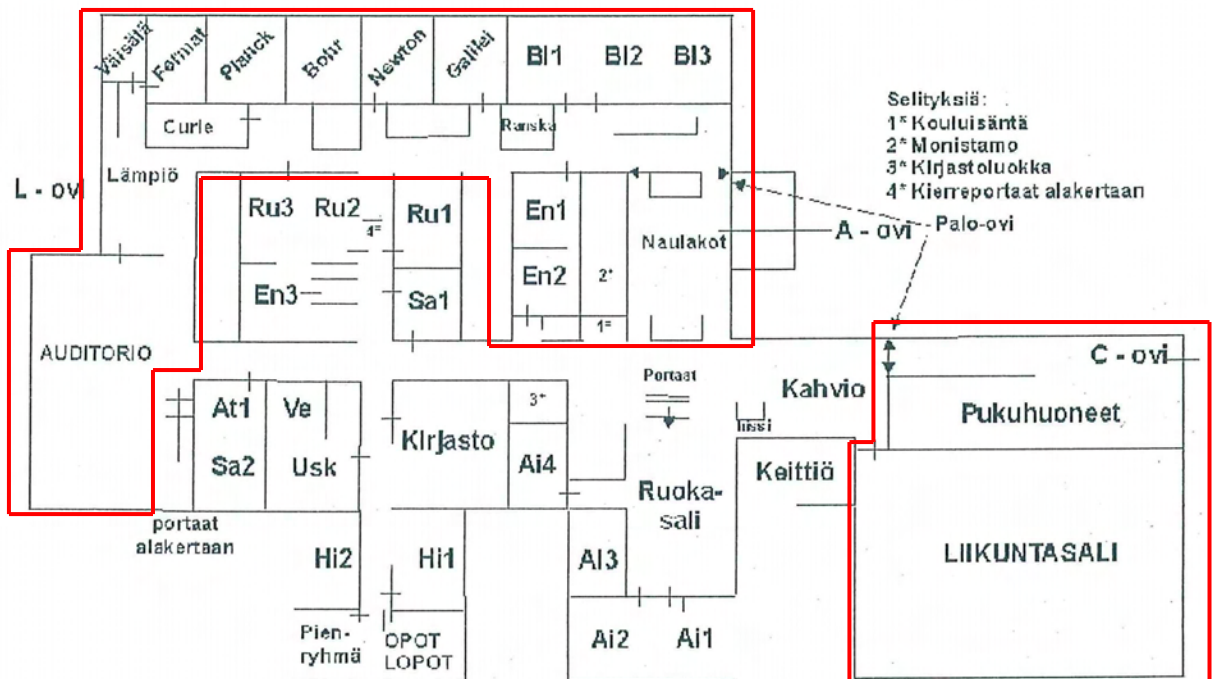


Kuva 1. Martinlaakson koulun asemapiirros. Kuvaan lisätty alustatilojen 1-6 sijainnit eivät ole mittatarkasti piirrettyjä.

MARTINLAAKSON KOULU
Pohjakerros



MARTINLAAKSON KOULU
1. kerros



Kuva 2. Martinlaakson koulun tilojen nimet pohja- ja 1. kerroksessa. 1. kerroksen kuvaan on merkitty punaisella kehystettynä maanvaraiset ja alustatilalliset alueet.

2.1 Käyttäjiltä tutkimuksen aikana saatuja tietoja

Käyttäjiltä (kouluisännän päiväkirja ja yhden opettajan muistilista) saatujen tietojen mukaan:

- Koulun katto on uusittu kokonaan 80 – luvulla.
- Koulun auditorion ulkoseinän kosteuseristeet ja salaojitus on kunnostettu 1990 luvun loppupuolella.
- Salaoja- ja sadevesikaivojen kuvaus ja puhdistus on tehty 1990 luvun loppupuolella. Tällöin huomattiin väestönsuojan takana olevan salaojaputken tukos, jota ei ainakaan silloin saatu auki.
- Pohjakerroksen luokkahuoneessa Ma2 on havaittu kosteutta lattian alla 1990 luvun loppupuolella, kosteus tullut viereisestä siivouskomerosta.
- Pohjakerroksen luokkahuoneen Ma2 ulkoseinässä kosteusvaurio halkeamasta johtuen vuonna 2002. Halkeama korjattiin injektoimalla. Samassa yhteydessä ulkoseinää kuivattiin, villat vaihdettiin ja sisäpinnan levytys uusittiin.
- Salaojitus tehty ainakin osittain vuonna 2002.
- Katon sadevesikaivot on uusittu vuonna 2002.
- Vuonna 2005 väestönsuojien lattioille noussut vettä (tukkeutunut lattiakaivo).
- Vuonna 2006 luokan B13 seinässä todettu kosteusvaurio.
- Liikuntasalin puulattian päälle asennettu joustomattopinnoite.
- Teknisten töiden tiloissa mm. kiinteää poraa lattiaan asennettaessa havaittu vapaata vettä porausrei'istä
- Luokan Bohr lattialle tulee sateella vettä katosta

Tutkimusten aikana alkoi Vantaan kaupungin toimeksiannosta koulun väestönsuojien sisärakenteiden asbestipurku ASB-Yhtiöiden tekemänä.

3. TUTKIMUSMENETELMÄT JA AIKATAULU

3.1 Tutkimusmenetelmät

Maanvastaisten lattioiden ja seinien kosteustilaa selvitettiin pintakosteudenilmaisimella sekä rakenteita rikkovilla suhteellisen kosteuden mittaumenetelmillä. Lisäksi havainnoitiin karkeasti aistinvaraisesti ja ilmapirtamerkkisavulla havainnoiden ilmapirtauksia ja mahdollisia hajuhaittoja.

Pintakosteudenilmaisimien kohdistetaan suoraan mitattavaan rakenteeseen, ja käytetyllä laitteistolla mitatut arvot luetaan mittapäähän kytketyn lukulaitteen näytöstä. Pintakosteusmittaukset ovat ainetta rikkomattomia vertailumittauksia, jossa samasta rakenteesta eri kohdista mitattuja arvoja verrataan keskenään. Näin saadaan kartoitettua alueet, joissa on mahdollisesti kohonneita kosteuspitoisuuksia. Käytetty pintakosteudenilmaisimena oli Gann Hydromette LB70 -mittapää ja UNI1-lukulaite –yhdistelmä. Käytetyllä laitteella vertailulukujen maksimi-arvo oli 195. Pintakosteudenilmaisimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat muutkin tekijät, mm. kosteuden rakenteen pintaan nostamat suolakerrostumat, teräkset, eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintamateriaalien vaihtelut.

Rakenteiden suhteellista kosteutta mitattiin viiltomittausmenetelmällä ([liite 1](#)), näytepalamennetelmällä ([liite 2](#)), lyhytkestoisella mittauksella ([liite 3](#)) ja porareikämenetelmällä ([liite 4](#)).

Viiltomittausmenetelmällä mitattiin pintakosteudenilmaisimen näyttämien perusteella erityyppisiä alueita. Viiltomittauksia tehtiin kahdeksaan kohtaan. Näin saatiin luotettavaa tietoa heti päällysteen alla olevasta kosteustilasta, joka on nimenomainen päällysteeseen ja sen kiinnittämiseen käytettyihin liimoihin vaikuttava kriittinen kosteuspitoisuus. Viiltomittauksissa mittapääät tasaantuivat päällysteen alle tiivistettynä vähintään 15 minuuttia.

Näytepalamenetelmällä mitattiin vinyylilaatalla päällystetystä lattiasta laatan alta betonipinnan suhteellista kosteutta kahdestatoista kohtaa. Vinyylilaatta otettiin alustastaan kokonaisena irti ja sen alla olevasta betonipinnasta otettiin näytepalat putkeen laatan keskialueelta. Vinyylilaatan alapuolinen kosteus oli tässä tapauksessa parempi tehdä näytepalamenetelmällä viiltomittauksen sijaan vinyylilaattojen haurauden vuoksi.

Lyhytkestoisella suhteellisen kosteuden mittauksella mitattiin pohjakerroksen pintalaatan alapuolisen eristetilan suhteellista kosteutta kahdesta kohtaa kantavan alapohjan alueella.

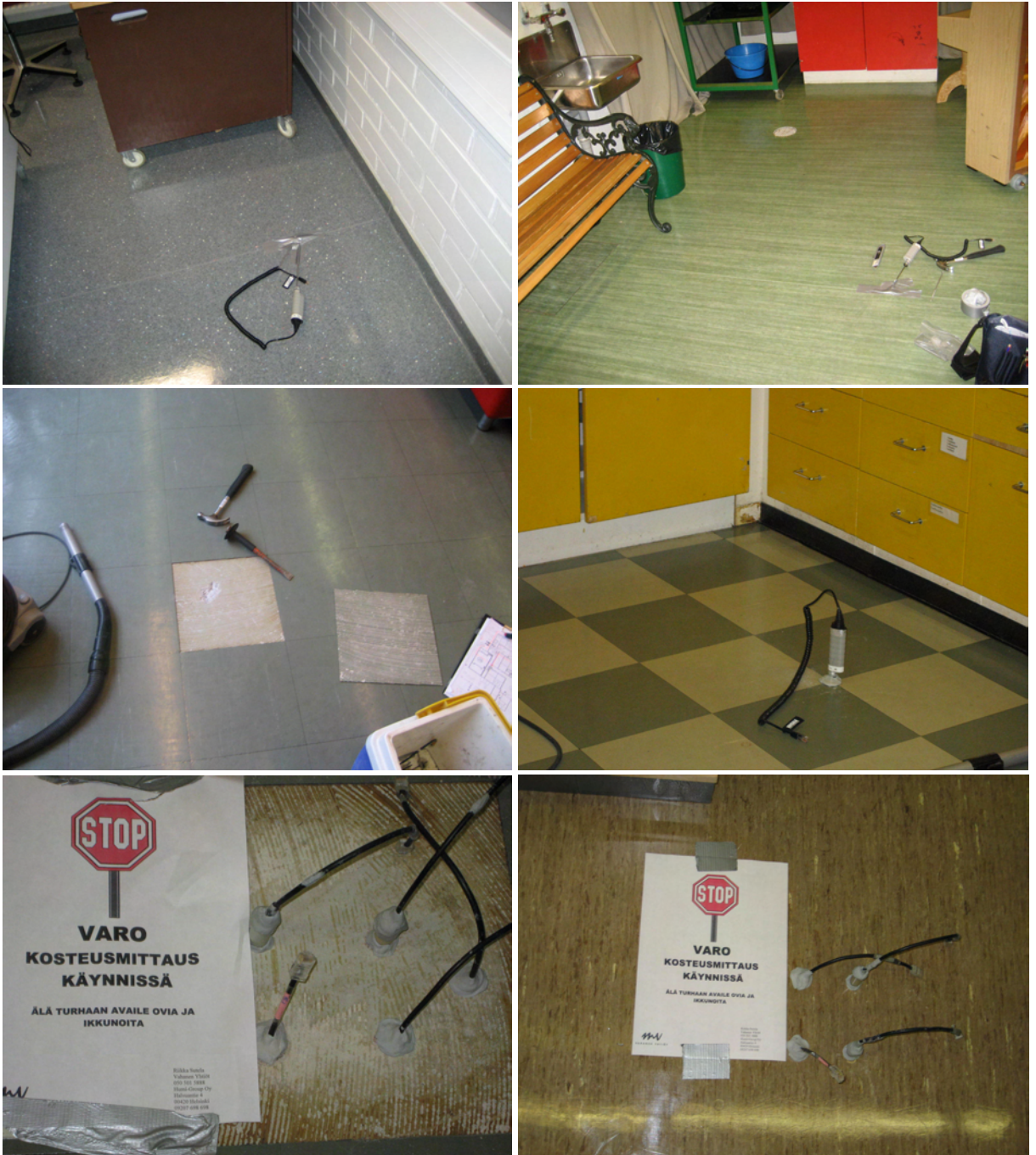
Kosteus- ja lämpötilajakaumaa rakenteessa eri syvyydellä sekä todelliset lattiarakenteet selvitettiin eri syvyyksille betoniin, eristeeseen ja maaperään tehdyillä porareikämittauksilla. Näillä mittauksilla pystytään selvittämään mahdollisen liiallisen kosteuspitoisuuden aiheuttaja ja kosteuden kulkusuuntaa rakenteessa. Porareikämittapisteitä tehtiin kahdeksaan kohtaan.

Nyt tehdyt rakennekosteusmittaukset tehtiin rakennuksen normaalin käytön aikana, joten rakenteet olivat niiden vuodenaikaan nähden normaaleissa olosuhteissa. Porareikämittauskohdat valittiin pääosin viiltomittaus- ja näytepalamittauksien perusteella kosteille alueille sekä alueille, joiden todellinen lattiarakenne haluttiin selvittää. Olosuhteet olivat mittausjaksojen ajan riittävän vakaat luotettavalle porareikämittaukselle. Mittauskohdat tehtiin alueille, joihin oppilaat eivät pääse ilman opettajan läsnäoloa. Mittapisteiden porauksen jälkeen asennettiin mittausputkiin mittapääät, joista otettiin lukemat kolmen vuorokauden tasaantumisen jälkeen. Liikuntasaliin tehdyn mittapisteiden osalta mittapääät asennettiin lattiapinnan korkeudelta katkaistuihin ja paikoilleen teipatun avatun lattianpäällysteen alle tiivistettyihin mittausputkiin kolmen vuorokauden kuluttua porauksesta, jotta rakennuksen käytölle ei aiheutunut haittaa porausten ja lukemienoton välisenä aikana. Mittapäiden annettiin tasaantua mittausrei'issä vähintään 1 tunti ennen lukemienottoa.

Käytetyt mittapääät oli kalibroitu Humi-Group Oy:n kalibrointijärjestelmällä enintään 2 kk ennen tehtyjä mittauksia. Viiltomittauksissa käytetyt HMP42 mittapääät tarkistuskalibroitiin mitausten jälkeen, jotta voitiin varmistua kalibrointitasojen muuttumattomuus paikoitellen hyvinkin kosteissa mittauskohdissa olleilla mittapäillä.

Mittausten jälkeen mittauskohdat paikattiin väliaikaisesti lattiapintaan kiinnitetyillä teipeillä. Irrotetut vinyylilaatat teipattiin takaisin lattiaan reunoistaan kiinni. Betonin läpi poratut reiät ummistettiin Mal-kitillä ennen päällysteen teippaamista.

Kuvissa 3–8 on esitetty havainnekuvia eri menetelmillä tehdyistä rakennekosteusmittauksista. Klinkkerilaatoitettuja tai epoksimassapintaisia lattiaa ei tarkasteltu, koska kyseiset päällysteet sietävät hyvin korkeitakin kosteuspitoisuuksia.



Kuvat 3–8. Ylhäällä vasemmalla viiltomittaus uudemman ja oikealla vanhemman muovimaton alta. Keskellä vasemmalla irrotettu vinyylilaatta sekä sen alla oleva näytepalakohta ja oikealla lyhytkestoinen suhteellisen kosteuden mittaus eriste-tilasta. Alhaalla vasemmalla mittapäät tiivistettyinä vinyylilaatan alle tehtyyn porareikämittauskohtaan ja oikealla porareikämittapiste muovimattoalueelta.

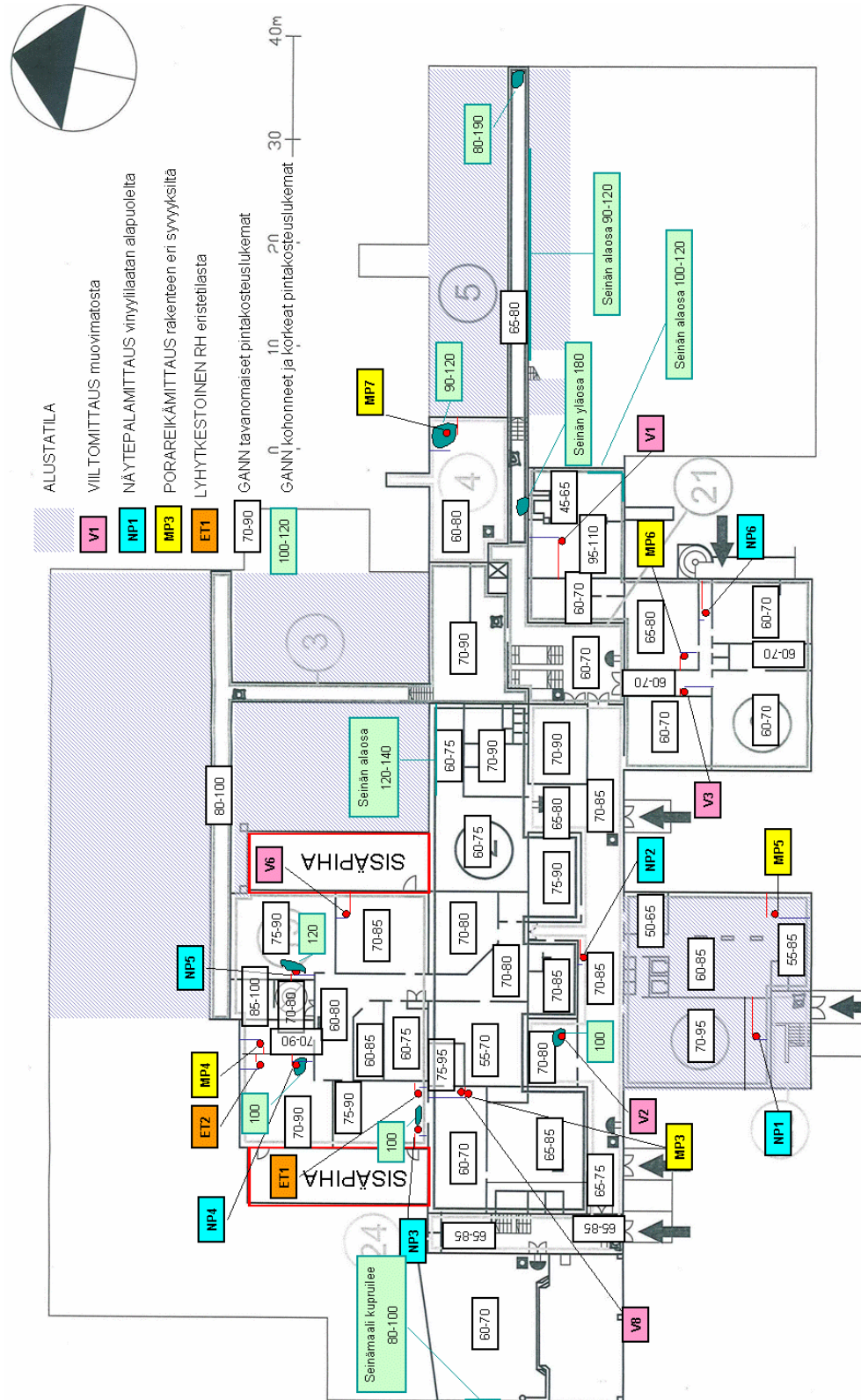
3.2 Tutkimusten aikataulu

- **7.9.2007** kohteeseen tutustuttiin aiempien dokumenttien ja kohdekäynnillä kouluisännän kanssa käytyjen keskustelujen perusteella. Samalla saatiin kouluisännältä koulurakennuksen paloilmoinjärjestelmän paikannuskaaviot, joissa on ajantasaisin tieto pohjapiirustuksista. Saatiin tutkimusten ajaksi käyttöön koulun sisätilojen yleisavain. (Riikka Sutela)
- **10.9.2007** käytiin koulun tiloja läpi silmämääräisesti, pintakosteustarkasteluin sekä viiltomittauksin. (Sutela ja Sonja Nieminen)
- **11.9.2007** jatkettiin pintakosteusmittauksia ja tehtiin yksi viiltomittaus sekä käytiin yhdessä pohjoispuolen alustatilassa. (Sutela ja Nieminen)
- **14.9.2007** jatkettiin pintakosteusmittauksia ja käytiin yhdessä eteläpuolen alustatilassa. (Sutela ja Nieminen)
- **17.9.2007** pintakosteuskartoitettiin viimeiset tilat ja tehtiin viiltomittauksia. (Sutela ja Nieminen)
- **24.9.2007** otettiin vinyylilaatan alta näytepalat betonin pinnan suhteellisen kosteuden mittaamiseksi sekä tehtiin yksi viiltomittaus. (Sutela ja Nieminen)
- **25.9.2007** otettiin lukemat näytepaloista 21–22 °C:een lämpötilassa. (Sutela)
- **3.10.2007** tehtiin ilmavirtausselvityksiä ja yksi viiltomittaus. Mitattiin lyhytkestoisella suhteellisen kosteuden mittauksella pohjakerroksen pintalaatan alapuolisen eristetilan suhteellista kosteutta kahdesta kohtaa. (Sutela ja Eeva Kauriinvaha)
- **12.10.2007** valmisteltiin kahdeksan rakenteen suhteellisen kosteuspitoisuuden mittauspistettä. Porattuihin mittausreikiin asennettiin suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mittapäät seitsemässä mittapisteesä. Selvitettiin alapohjarakenteita ja tehtiin ilmavirtausselvityksiä. (Sutela, Kauriinvaha ja Eero Salo)
- **15.10.2007** otettiin lukemat mittapisteisiin 12.10. asennetuista mittapäistä. Asennettiin mittapäät liikuntasaliin 12.10. tehtyyn mittapisteen mittausreikiin ja otettiin lukemat 2½ tunnin kuluttua rakenteessa tasaantuneista mittapäistä. Käytiin liikuntasalin puoleisen päädyn alustatiloissa. Palautettiin koulun sisätilojen yleisavain. (Sutela)

Ennen loppuraporttia tilaajaa tiedotettiin tutkimuksen yhteydessä havaituista pikaisiakin huoltotoimenpiteitä vaativista seikoista puhelimitse ja/tai sähköpostitse.

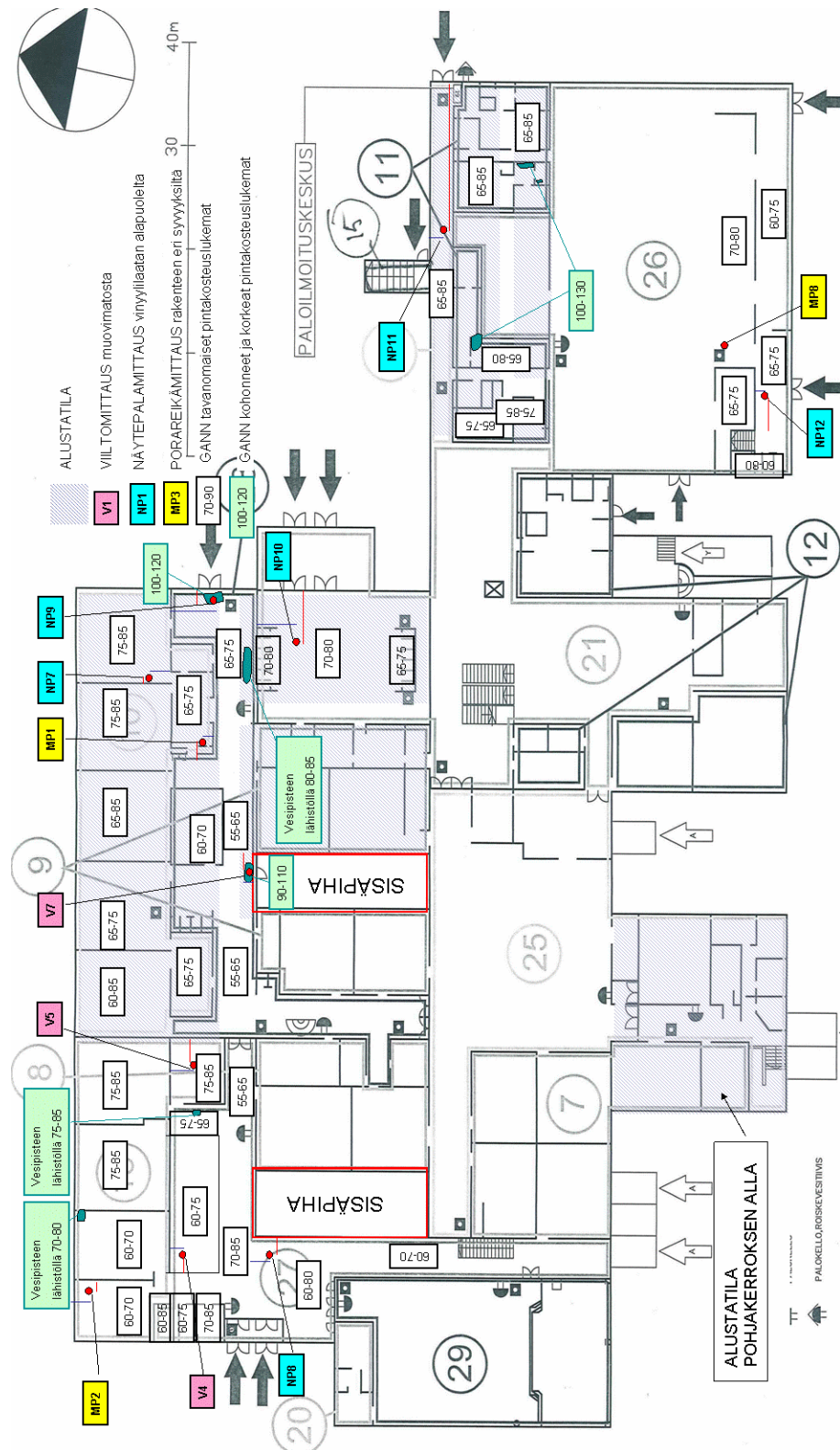
4. MITTAUSTULOKSET

Rakennekosteusmittaustulokset ja mittauskohtien tarkat etäisyydet pystyrakenteista on esitetty liitteessä 5. Kuvassa 9 on esitetty pintakosteusmittaushavainnot ja rakennekosteusmittauskohdat pohjakerroksesta ja kuvassa 10 ensimmäisestä kerroksesta. Pintakosteuskartoitus tehtiin niiltä osin, mitä pystyttiin kartoittamaan kalusteita tai muuta tavaraa siirtämättä. Pintakosteusarvot olivat lähes samoja ja alhaisia suurimmassa osassa tutkituista tiloista. Pintakosteuskartoitusta ei voitu tehdä kaikilta osin peseytymistiloissa, joissa oli suihkun jälkeen jäänyttä vettä lattialla. Auditorion yläosassa olevaa ”äänitarkkailuhuonetta” ja 1. kerroksen alustatilan 3 päällä olevia tiloja ei pintakosteuskartoitettu.



Kuva 9.

Pohjakerroksen pintakosteusmittaushavainnot (Gann- pintakosteusilmäsimen näyttämät) tiloittain ja rakennekosteusmittauskohdat. Rakennekosteusmittapisteen etäisyydet pystyrakenteista on merkitty sinisellä ja punaisella viivalla, joiden pituudet on esitetty liitteessä 5. Piirustus pohjana on käytetty paloilmotinjärjestelmän paikannuskaaviokuva.



Kuva 10. Ensimmäisen kerroksen maanvaraisten ja alustatilallisten alueiden pintakosteusmittaushavainnot (Gann- pintakosteusilmaisimen näyttämät) tiloittain ja rakennekosteusmittauskohdat. Rakennekosteusmittapisteiden etäisyydet pystyrakenteista on merkitty sinisellä ja punaisella viivalla, joiden pituudet on esitetty liitteessä 5. Piirustus pohjana on käytetty paloilmoinjärjestelmän paikannuskaaviokuvaa.

5. MUUT HAVAINNOT

5.1 Kosteusmittauksiin liittyvät

Alustatilojen 5 ja 6 välissä sijaitsevassa putkikanaalissa oli havaittavissa selkeitä vuotojälkiä (kuvat 11–13). Auditorin idän puoleisessa ulkoseinässä oli havaittavissa alueita, joissa maali kupruili (kuvat 14 ja 15).

Pohjakerroksessa mutkaluekan ja tilan Ku2 vieressä olevan käytävän oviaukon kohdalla oli lattiassa kohouma (kuva 16). Ainakin tilassa At2 lattiapinnoite on kuopalla siten, että oletettavasti lattiapinnoite on asennettu viemärin tarkistuskaivon päälle (kuva 17). Mittapistessä NP5, tilassa Ma2, vinyylilaatan alapuolinen mattoliima oli tahmeaa ja voimakkaasti haisevaa (kuva 18). Ko. luokassa ilma oli tunkkainen ja ainakin selkeästi huonompi kuin viereisessä tilassa Ku2, johon tehtiin mittapiste V6. Mittapisteen V6 viiltomittausta tehdessä matto irtosi alustastaan helposti. Alustatilan 3 vieressä olevassa Tekstiilitöiden varastuhuoneessa oli aistittavissa tunkkainen haju.



Kuvat 11–19. Ylhäällä kuvia alustatilojen 5 ja 6 välissä sijaitsevan putkikanaalin vuotojäljistä. Keskirivillä vasemmalla ja keskellä kuvia Auditorion ulkoseinän maalikupruista sekä oikealla lattiassa oviaukon kohdalla oleva kohouma. Alhaalla vasemmalla kuva todennäköisestä viemärin tarkistuskaivosta lattiapinnoitteen alla. Alhaalla keskellä kuva tilan Ma2 vinyylilaatan tahmeasta liimasta ja oikealla vertailun vuoksi kuva vaurioitumattomasta limasta tilojen Gauss ja Sokrates välisestä käytävätilasta.

Suurin osa pohjakerroksen maanvastaisista seinistä oli levytetty sisäpinnasta. Levytykset olivat aistinvaraisesti arvioiden hyvässä kunnossa. Tilassa Ku2 tehtiin ulkoseinän sisäpinnassa olevaan kipsilevyyn Ø16 mm reikä, josta saatiin mitattua kipsilevyn ja betoniseinän välissä olevan villan paksuudeksi 100 mm. Kipsilevyyn tehdystä reiästä ei aistittu normaalista poikkeavaa hajua ulkoseinärakenteesta. Merkkisavulla havainnoiden ulkoseinärakenteesta ei tapahtunut ilmavuotoa huonetilaan.

5.2 Alustatilat

Koulun alta on löydetty vuosien 1999 - 2002 aikana Rakennusvekara Oy:n tutkimana alustatiloja, jotka on kunnostettu vuosina 2003–2004. Kunnostus on käsittänyt tiloissa olevien rakennusjätteiden poiston ja pohjan sepelöinnin. Käyttäjiltä saadun tiedon mukaan luokkien Ku1 ja Ko1 alla olevassa alustatilasta oli löytynyt toiminnassa oleva lähde. Ko. tilojen yläpuolella sijaitsevilla opettajainhuoneissa oli ennen alustatilan kunnostusta ollut epämiellyttävää hajua ja tiloissa olijat olivat havainneet lisäksi nenäntukkoisuutta. Kunnostuksen yhteydessä ko. alustatilaan ja muihin rakennuksesta löytyneihin alustatiloihin on asennettu valaistus ja koneellinen ilmastointi. Tämän tutkimuksen aikana käytiin alustatiloissa 1, 2, 5 ja 6. Alustatilojen numerointi on esitetty kuvassa 2.

Alustatiloissa oli pinnaltaan kuivan näköinen sepelikerros, suhteellisen raikas ilma ja koneellinen poisto. Korvausilma alustatiloihin otetaan joko ulkoa tuuletusputkien tai -venttiilien kautta tai alustilan viereisistä putkikanaaleista (kuvat 20–25).



Kuvat 20–25. Kuvassa 20 on esitetty alustatilan 1 ja kuvassa 21 alustatilan 2 useammasta ulkoseinälinjalla sijaitsevista korvausilmaputkista yksi. Kuvassa 22 on sisäpihalla sijaitseva venttiili, joka kuuluu todennäköisesti alustatilan 3 ilmanvaihtoon. Kuvissa 23–25 on esitetty kuvia alustatilojen korvausilmaventtiileistä. Korvausilma alustatiloihin saadaan putkikanaaleista.

Alustatilasta 6, joka koostuu useammasta pienestä erillisestä osastosta, on koneellinen poisto toteutettu alustatilan 5 kanssa samalla koneella (kuvat 26 ja 27). Yhteisen poistopuhaltimen sijaintia ei selvitetty. Puhallin ei kuitenkaan sijaitse alustatilassa, vaan poistokanava mene yläpuolisiin tiloihin. Muidenkaan alustatilojen poistopuhaltimien sijaintia ei selvitetty. Myös

muissa alustatiloissa oli aistinvaraisesti arvioiden hyvä ilma. Alustatiloista mitatut olosuhteet on esitetty taulukossa 1. Savulla tarkasteltuna poistoventtiilit toimivat, mutta ilmavirtaus ei ollut voimakasta (kuva 28). Poistoventtiileitä oli vähän alustatilojen kokoon nähden.



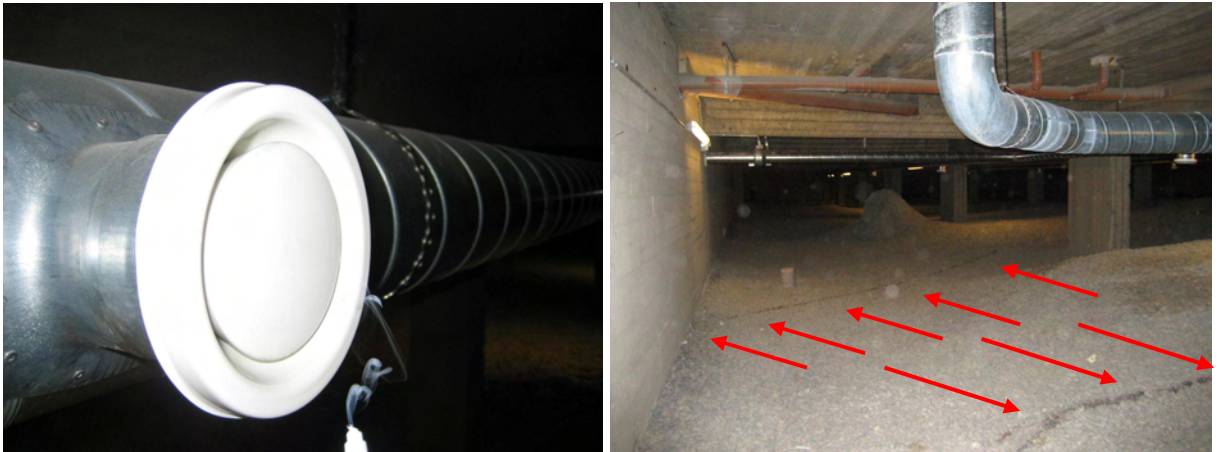
Kuvat 26 ja 27. Vasemmalla kuva alustatilojen 5 ja 6 välissä sijaitsevasta putkikanaalista ja oikealla kuva yhdestä alustatilan 6 osastosta.

Taulukko 1. Alustatilojen 1, 2 ja 5 yläosasta 15.10.2007 mitatut olosuhteet. Ulkoilman olosuhteet on otettu Ilmatieteen laitoksen Helsinki-Vantaan lentokentän säätiedoista.

ALUSTATILA	klo	MITTAPÄÄ [nro]	T [°C]	RH [%]	Abs [g/m ³]
Alustatila 1	~13:00	257	14,7	76,3	9,7
Alustatila 2	~12:00	252	18,0	71,6	11,0
Alustatila 5	~12:40	164	18,6	55,6	8,9
Ulkoilma	~12:00		9,5	98,0	9,0

Alustatilassa 2 huomattiin sepelikerroksen päällä ylhäältä tippunutta vettä, jonka lähteenä oli yläpuolella olevan koneelliseen tuuletukseen liittyvän putkiston ulkopuolelle kondensoitunut kosteus (kuva 29).

Alustatilassa 5 huomattiin yhden viemäriputken liitoksen vuotavan (kuva 30). Samassa alustatilassa oli rakennuksen itäisessä ulkoseinälinjassa olevan seinän yläosassa selkeästi muuta seinää kosteampi kohta (kuva 31).



Kuvat 28 ja 29. Vasemmalla kuva savulla havaitusta alustatilan 5 poistoilmaventtiilin imusta. Oikealla kuva alustatilan 2 sepelikerroksen päällä olevasta kosteudesta.



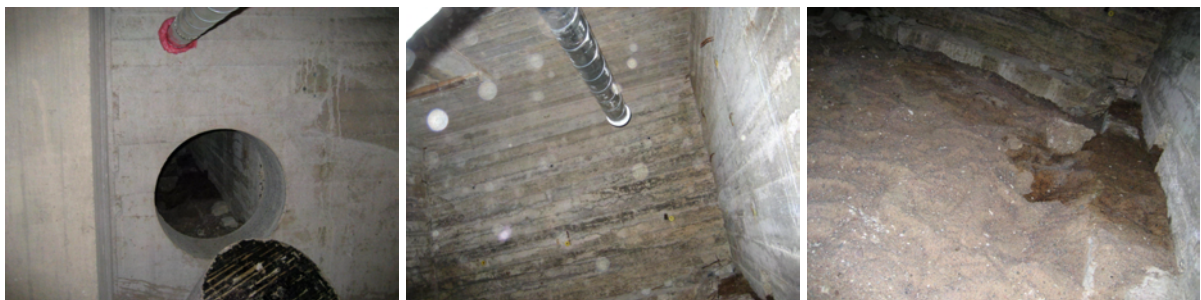
Kuvat 30 ja 31. Vasemmalla kuva viemäriputken liitoksen vuotokohdasta alustatilassa 5. Oikealla kuva saman alustatilan ulkoseinän yläosan selvästi muuta aluetta kosteammasta kohdasta.

Uusia läpivientejä alustatilojen ja yläpuolisten tilojen oli ainakin yritetty tiivistää alhaalta päin (kuva 32). Vanhojen läpivientien tiivistys oli paikoitellen onnistunut hyvin ja paikoitellen huonosti. Osa läpivienneistä oli täysin tiivistämättä ainakin alustatilan puolelta. Merkkisavulla tarkastellen läpivientien tiivistyksissä oli puutteita. Ilma joko nousi läpivientiin, seiso paikoiltaan ja joissain kohdissa liikkui vaakatasossa riippuen siitä missä kohtaa poistoventtiili sijaitsi. Polystyreenillä (styrox) tai eristevillalla ei läpivientejä saada ilmatiiviiksi.



Kuvat 32–37. Alustatilojen läpivienneistä otettuja kuvia. Ylhäällä vasemmalla on alustatilan 1, ylhäällä keskellä ja oikealla sekä alhaalla vasemmalla on alustatilan 2 ja alhaalla keskellä ja oikealla on alustatilan 5 läpivienneistä otettuja kuvia.

Alustatilasta 5 on käynti ulkoseinälinjan ulkopuolella olevan porraskäytävän alla olevaan tilaan. Tätä alustatilaan 5 yhteydessä olevaa alustatilaa ei ole kunnostettu sepelikerroksen osalta muiden käytyjen alustatilojen tasolle (kuvat 38–40).



Kuvat 38–40. Vasemmalla alustatilaan 5 yhteydessä olevan alustatilan kulkuaukko. Kulkuaukoksi poratusta betonilieriöstä näkee betonin ulkopinnassa olevan bitumisivelyn. Keskellä kuva ulkoseinälinjan ulkopuolella olevan porraskäytävän alla olevasta alustatilan koneellisen poiston kanavoinnista. Oikealla kuva maaperästä aiheutuvaa kosteustuottoa vähentävän sepelikerroksen puuttumisesta.

5.3 Alapohjarakenteet

Porareikämittapisteiden teon yhteydessä selvitettiin todelliset alapohjarakenteet mittapisteiden MP1-MP6 kohdalla porarei'istä fiberoskoopilla tarkastellen. Mittapiste MP7 tehtiin väestönsuojan alapohjarakenteeseen umpibetoniin 190 mm syvyydelle saakka, eikä näin ollen saatu todellista betonilaatan paksuutta selvitettyä. Liikuntasalin lattiaan tehdyn mittapisteen MP 8 kohdalla tehtiin rakenneavaus lattiarakenteen selvittämiseksi.

5.3.1 Liikuntasalin lattia

Liikuntasalin laualattian päälle on asennettu joustomatto. Liikuntasalin katsomon ja välinevaraston väliin jäävään alueeseen tehtiin rakenneavaus. Rakenneavauskohta on lattiarakenteen reuna-alueella. Reuna-alueella lattiarakenne pääsee tuulettumaan, eikä näin ollen kuvaa liikuntasalin keskialueen tilaa. Kuvissa 41 ja 42 on esitetty kuvia rakenneavauksesta. Alapohjarakenne rakenneavauskohdassa oli ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- joustomatto 9 mm
- vaneri 7 mm
- vanha laualattia
- ristiinkoolaus, jossa lämmöneristeenä villa
- betoni 100 mm
- polystyreeni (styrox) 150 mm
- pieni ilmarako
- täyttökerros hiekkaa

Puukoolaus oli tehty suoraan betonin päälle. Rakenneavauksessa ei havaittu aistinvaraisesti hajua eikä rakenteiden vaurioitumista. Piikkimittarilla ei mitattu puurakenteista kohonneita kosteuksia. Lattian rakenneavauskohtaan tehtiin betonilattian kosteusmittapiste MP8.



Kuvat 41 ja 42. Valokuvat Martinlaakson koulun liikuntasalin alapohjarakenteen rakenneavauksesta 1.

5.3.2 Alapohjarakenne alustatilan kohdalla

Mittapisteet MP1 ja MP5 tehtiin alustatilan päällä olevaan lattiarakenteeseen. Lattiapinnoitteena oleva vinyylilaatta irrotettiin kokonaisuudessaan pois ja porareitit porattiin betonipinnasta alaspäin. Molemmissa mittapisteissä alustatila oli merkittävästi havaittuna ylipaineinen yläpuoliseen tilaan nähden. Porareitistä ei aistinvaraisesti havaittu ainakaan voimakasta hajua eristetilasta. Mittapisteen MP5 kohdalla havaittiin fiberoskoopilla pintabetonin ja polystyreenin välissä muovi. Alapohjarakenne alustatilojen päällä oli ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- vinyylilaatta
- pintabetoni 115 mm
- muovi mittapisteessä MP5
- polystyreeni (styrox) 75 mm
- ilmaväli 5-10 mm ainakin mittapisteessä MP1
- pohjabetoni 180 mm
- alustatila

5.3.3 Maanvarainen lattia

Mittapisteet MP2 – MP4 ja MP6 tehtiin maanvaraisen alapohjarakenteen alueelle. Lattiapinnoitteena oli sekä muovimattoa että vinyylilaattaa. Vinyylilaatat irrotettiin kokonaisuena pois ja porareivät porattiin betonipinnasta alaspäin.

Mittapisteessä MP2 ei havaittu paine-eroa alapohjarakenteen yli. Mittapisteissä MP3, MP4 ja MP6 havaittiin savulla ilmavirtausta alapohjasta huonetilaan päin. Mittapisteen MP6 kohdalla paine-eroa alapohjarakenteen yli ei voitu varmuudella todeta, koska ko. luokkaan ulottui vie-reisen väestönsuojan asbestipurkutyön voimakas alipaineistus (kuvat 43 ja 44). Mittapisteessä MP3 havaittiin alapohjarakenteen läpi poratusta reiästä hajua. Samassa mittapisteessä havaittiin fiberoskoopilla betonilaatan ja polystyreenin välissä muovi. Osassa mittapisteistä oli havaittavissa pieni ilmaväli styroxin ja täyttökerroksen välissä. Alapohjarakenne maanvaraisen lattian kohdalla oli ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- Muovimatto / vinyylilaatta
- betoni 100 mm
- muovi mittapisteessä MP3
- polystyreeni (styrox) 75 mm
- täyttökerros hiekkaa

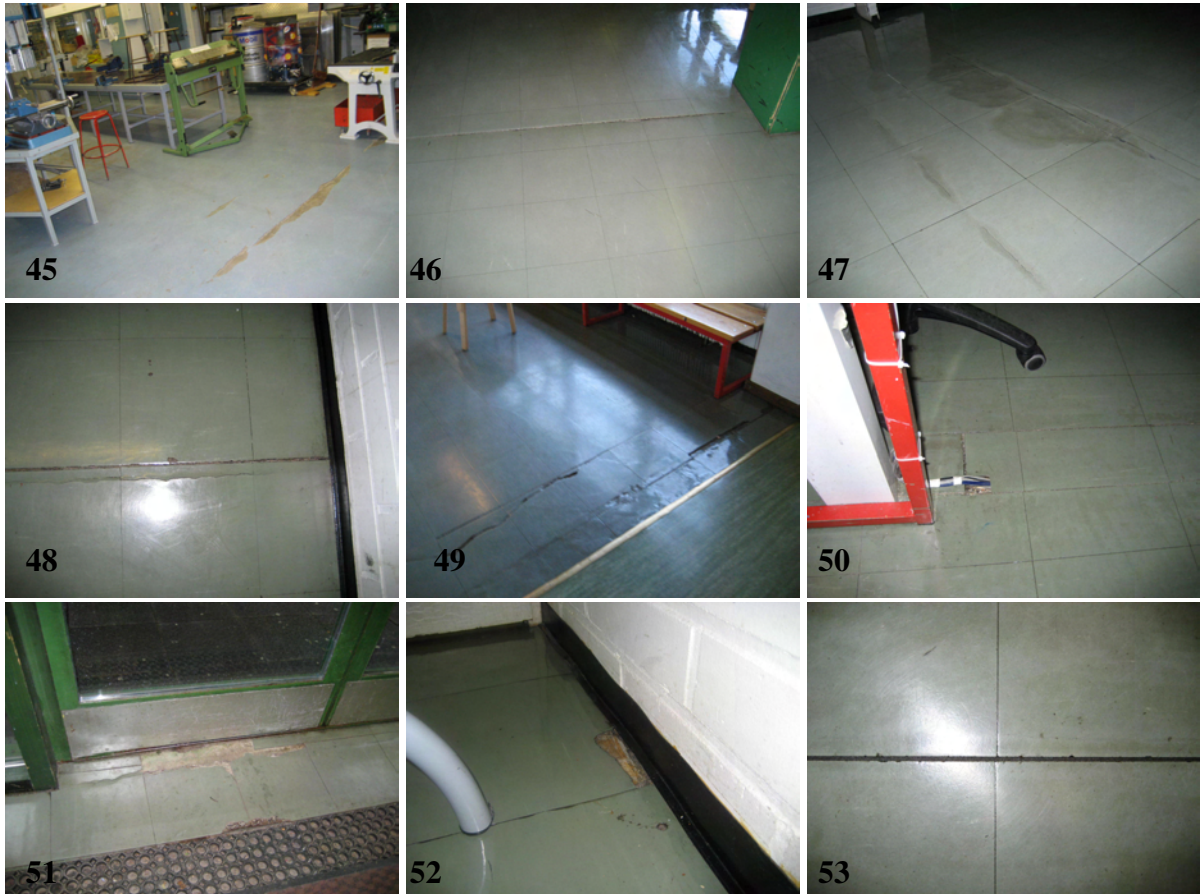


Kuvat 43 ja 44. Valokuvat Martinlaakson koulun Studio –tilana olevan väestönsuojan asbestipurkutöiden alipaineistusjärjestelyistä.

5.4 Ilmavuotohavainnot

Maanvaraisissa lattioissa oli selkeitä halkeamia. Osa halkeamista on piilossa lattiapinnoitteen alla mutta osassa on lattiapinnoitekin halkeillut (kuvat 45–49). Vinyylilaattojen alapuolelle on

tehty sähkökaapeloiteja (kuva 50) ja osa vinyylilaatoista on rikkoutunut (kuvat 51 ja 52). Paikoitellen vinyylipintalaattojen välissä oli selvä rako (kuva 53). Suurimmaksi osaksi laatat olivat kiinni toisissaan. Lattioiden ja seinien liitoskohdissa oli paikoitellen selkeitä epätiiviyyskohtia.



Kuvat 45–53. Ylärivissä ja keskirivissä vasemmalla valokuvia laatan halkeamakohtista eri puolilta rakennusta. Keskirivissä keskellä on kuva vinyylilaatan alle viedyistä kaapeloinnista. Keskirivissä oikealla ja alarivissä kuvia rikkoutuneista tai irronneista laatoista sekä laattasauman rakoilusta eri puolilta rakennusta.

Lattian alla olevien viemärien ja salaojituksen tarkastuskaivot eivät ole ilmatiiviitä. Tilassa Gauss olevan tarkastuskaivon kannessa olevasta reiästä puhalsi kylmää ilmaa suoraan pulpettien alle (kuva 54). Tarkastuskaivo oli aistinvaraisesti arvioiden voimakkaasti ylipaineinen luokkatilaan nähden. Em. havainto tehtiin ennen asbestipurkutöiden alkamista. Lattian alla olevissa putkikanaaleissa on paikoitellen rakennus- ja muuta jätettä sekä ilmayhteyksiä maaperään (kuvat 55 ja 56). Putkikanaalien lattialuukut eivät ole ilmatiiviitä (kuva 57). Tyttöjen näyttämön puoleisessa pesu- ja WC-tiloissa aistittiin voimakas viemäriin haju. Samassa tilassa oli ovikarmin ja lattian liitoskohdassa selkeä rako alapohjarakenteeseen. Ovikarmin alaosat olivat vaurioituneet (kuva 58). Pesutilojen pesualtaiden läpivientien tiivistyksissä oli paikoitellen puutteita (kuva 59).



Kuvat 54–59. Ylhäällä vasemmalla tilan Gauss viemärin tarkistuskaivon kansi, jonka reiästä puhalsi aistinvaraisesti havainnoiden kylmää ilmaa huonetilaan. Ylhäällä oikealla ja keskirivissä vasemmalla on esitetty kuvat moninaisia epäpuhtauksia sisältävistä putkikanaaleista. Keskirivissä oikealla kuva avattuna olevasta putkikanaalin lattialuukusta. Alhaalla vasemmalla tyttöjen näyttämön puoleisen pesu- ja WC-tilojen vaurioitunut ovikarmi sekä selvä ilma- vuotokohta alapohjarakenteeseen. Alhaalla oikealla yhden pesutilojen pesualtaan läpiviennin epätiiviyiskohta.

5.5 Muita havaintoja sisätiloista

Liikuntasalista kahvioon johtavien portaiden kohdalla oli keittiön vastaisessa seinässä havaittavissa kosteudesta aiheutuneita maalipinnan vaurioita (kuva 60). Kosteus on todennäköisesti tullut keittiöstä.



Kuva 60. Liikuntasalista kahvioon johtavien portaiden kohdalla oleva kosteusvaurio.

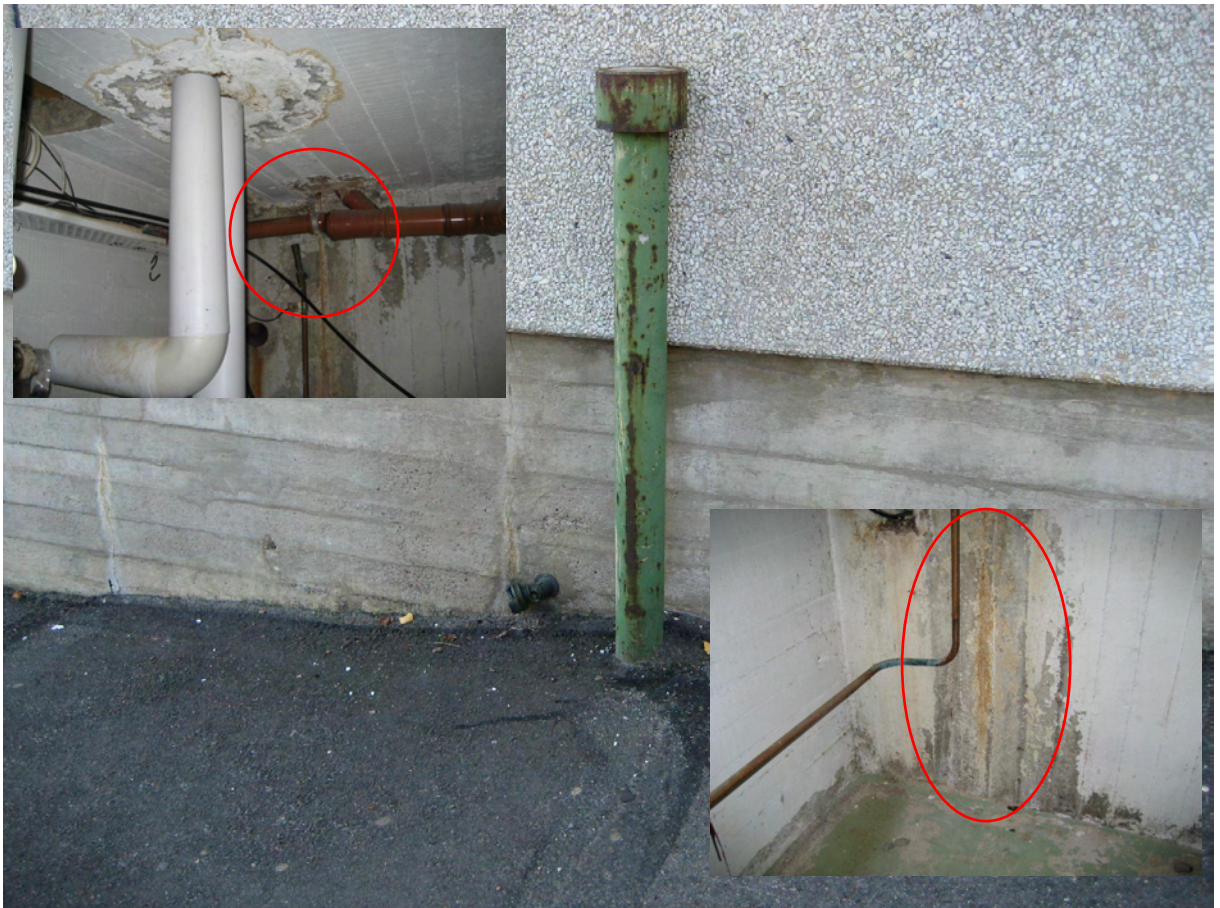
5.6 Rakennuksen ulkopuolelta tehdyt havainnot

Maanvastaisissa seinissä on maakosteuseristeenä todennäköisesti alkuperäinen bitumisively. Todennäköisesti vuonna 2002 tehdyn salaojituksen yhteydessä on bitumin päälle lisätty patolevy. Patolevyn ja seinän välissä on ainakin paikallisesti rakoja (kuvat 61 ja 62). Ulkoseinien viereen on asennettu sorastus lukuun ottamatta sisäpihoja ja asfaltilla päällystettyjä kohtia (kuvat 64, 66 ja 67). Maanpinnan muotoilu oli pääsääntöisesti seinustoilla niin, ettei vesi päässyt patoutumaan seinän viereen. Alustatilojen 5 ja 6 välissä olevan putkikanaalin, rakennuksen itäisivulla olevan, ilmanvaihtuventtiilin ja vesipisteen läpivienneissä ja maakosteuseristeen toimivuudessa on todennäköisesti puutteita, jotka aiheuttavat vuotoa putkikanaaliin (kuva 63).

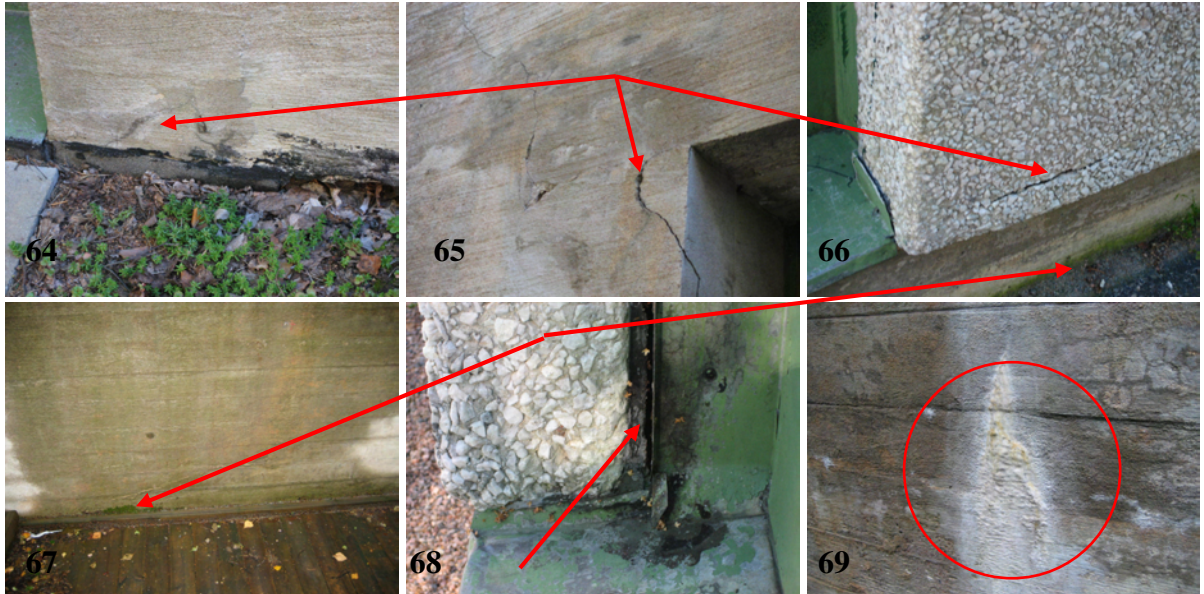
Ulkoseinissä on jonkin verran erikokoisia halkeamia (kuvat 64–66). Ulkoseinien alaosissa kasvaa paikoitellen sammalta (kuvat 66 ja 67). Todennäköisesti alkuperäisten ikkunoiden ja seinien liitoskohtien tiivistyksissä on paikallisia puutteita, joista on saattanut päästä vettä rakenteisiin (kuva 68). Toisen sisäpihan seinissä on suolamuodostumia (kuva 69).



Kuvat 61 ja 62. Vasemmalla kuva maanvastaisen seinän ulkopuolisesta vedeneristeestä Auditorion kohdalla ja oikealla vedeneristeen ja seinään väliin jäävästä raosta.



Kuva 63. Valokuva rakennuksen itäisivulla olevasta putkikanaalin ilmanvaihtoventtiilistä ja vesipisteen läpiviennistä. Todennäköisesti läpivientien ja maakosteuseristeen toimivuudessa on puutteita, jotka aiheuttavat vuotoa putkikanaaliin.



Kuvat 64–69. Ylhäällä ulkoseinien halkeamista otettuja kuvia. Ylhäällä oikealla ja alhaalla vasemmalla kuvia sammaleen kasvusta. Alhaalla keskellä ikkunan ja seinärakenteen välisen tiivistyksen pettäminen. Alhaalla oikealla seinän suolamuodostumaa.

Tilan Ma2 ulkoseinästä on porattu halkaisijaltaan ja paksuudeltaan noin 30 cm kokoinen betonilieriö pois. Lieriön poraaminen liittyy ilmeisesti ko. seinän kosteusvaurioon. Kosteusvaurio on korjattu injektoimalla seinässä ollut halkeama. Ainakin poistetun betonilieriön kohdalla betonin taakse on asennettu ilmeisesti kosteusvauriokorjauksen yhteydessä villan sijaan polyuretaanilevy ennen sisälevytystä (kuvat 70 ja 71).



Kuvat 70 ja 71. Kuvat tilan Ma2 ulkoseinään ulkopuolelta tehdystä reiästä. Oikeanpuoleisessa kuvassa näkyvän polyuretaanilevyn edessä oli toinen, reikään mahtuva, noin 50 mm paksuinen polyuretaanilevy.

6. TULOSTEN TARKASTELU

6.1 Mittaustarkkuustarkastelu

Rakennekosteusmittausten mittaustarkkuus oli selvitettäviin ilmiöihin nähden riittävä, koska mittapäille saavutettiin ohjeiden mukaiset tasaantumisaajat rakenteissa ja mittapää oli kalibroitu riittävän lähellä mittauksia. HMP44 mittapäiden kalibrointinäyttämämuutokset kalibrointikertojen välillä ovat Humi-Group Oy:n suorittaman pitkäaikaisseurannan mukaan rakennekosteusmittauksiin usean vuoden aikana vanhennetuilla mittapäillä yleensä korkeintaan 0,5 RH yksikköä.

Heti vinyylilaatan alta näytepalamenetelmällä mitattu betonipinnan suhteellinen kosteus saattaa olla muutaman prosenttiyksikön verran todellista alhaisempi. Alhaisempi suhteellinen kosteus johtuu vinyylilaatan irrottamisen jälkeisestä betonipinnan joitakin minuutteja kestäneestä ilmayhteydestä laatan alapuolista suhteellista kosteutta kuivempaan huoneilmaan ennen mursten koeputken sulkemista.

6.2 Pintakosteuskartoitus

Pintakosteuskartoitus maanvastaisiin rakenteisiin tehtiin niiltä osin, mitä pystyttiin kartoittamaan kalusteita tai muuta tavaraa siirtämättä. Pintakosteuskartoitusta ei voitu tehdä kaikilta osin peseytymistiloissa, joissa oli suihkun jälkeen jäänyttä vettä lattialla.

Erilaiset lattiapinnoitemateriaalit huomioon ottaen lattian pintakosteusarvot olivat lähes samoja ja alhaisia suurimmassa osassa tutkituista tiloista. Muista tiloista poikkeavat, kohonneet pintakosteusalueet lattiassa olivat pääsääntöisesti joko vesipisteiden tai ulko-ovien läheisyydessä tai putkikanaalin selvissä kosteusvauriokohdissa. Putkikanaalin itäpään kosteusvaurioon on syynä todennäköisesti putkiläpivientien epätiiviydet sekä maanvastaisen seinän vedeneristyksen pettäminen. Ko. kohdassa on loiva rinne ja asfalttipinta ulottuu seinään saakka.

Maanvastaisten seinien pintakosteusarvot olivat alhaisia suurimmassa osassa tutkituista tiloista. Suurimmassa osassa maanvastaisista seinistä on sisäpinnassa levytys. Pohjakerroksessa alustatilan 3 vieressä olevassa Tekstiilitöiden varastuhuoneessa oli alustatilan vastaisen tiiliverhotun seinän alaosassa noin puolen metrin korkeudelle kohonneita pintakosteuksia. Seinää vasten oli kaappeja, jonka vuoksi ei koko seinää saatu kartoitettua. Samassa tilassa oli aistittavissa tunkkainen haju. Seinän takana olevassa alustatilassa ei tämän tutkimuksen aikana käyty. Tunkkaiseen hajuun ja kohonneisiin pintakosteuksiin saattaa löytyä syy ilmavuodoista alustatilan ja huonetilan välillä tai huonosta ilmanvaihdosta.

Auditorion länsiseinän kosteusvaurioituneet alueet (maalipinnan kupruilu) olivat kutakuinkin maanpinnan tasossa. Pintakosteuslukemat olivat ko. kohdissa kohonneita mutta ei korkeita, mikä viittaa vanhoihin, osittain jo kuivuneisiin vaurioihin. Seinän kohonneet kosteuspitoisuudet johtuvat suurella todennäköisyydellä pinta- / vajovesien pääsystä ulkopuolisen vedeneristeen taakse tai eristeessä olevasta vuotokohdasta seinään. Vaurioiden paikallisuuteen saattaa vaikuttaa betonin halkeamat, sillä halkeamassa kosteus kulkeutuu voimakkaammin kuin ehjässä betonissa.

Kohonneita pintakosteuksia seinien alaosassa oli Studio-tilana olevan väestönsuojan ja alustatilojen 5 ja 6 välissä olevassa putkikanaalissa. Samassa putkikanaalissa oli seinien kosteusvauriokohdissa selkeästi hyvin korkeita pintakosteuslukemia. Putkikanaalin hissien puoleisen

pään kosteusvaurio on suurella todennäköisyydellä lähtöisin keittiöstä, kuten liikuntasalista kahvioon johtavien portaiden kohdalla olevat kosteuden aiheuttamat maalipinnan vauriot.

6.3 Viilto- ja näytepalamittaukset

Viiltomittauksia tehtiin 8 kpl tiloihin, joissa lattiapäällysteenä oli muovimatto. Ainoastaan Studiokäytössä olevan väestönsuojan viiltomittauksessa V1 todettiin selvästi liian korkea suhteellisen kosteuden arvo 97 %. Viiltomittauskohdissa V2, V6 ja V7 suhteellinen kosteus oli jonkin verran kohollaan ollen 85–87 %.

Viiltomittauskohta V2 on pohjakerroksen ryhmätilan vesipisteen lähistöllä. Ryhmätila on tehty pohjakerroksen käytävätiloista. Tilojen muovimatto on uudenko ja päällisin puolin hyvässä kunnossa. Viiltomittaus tuloksen mukaan lattia on kuitenkin ns. riskikostea. Ryhmätilassa oli aistinvaraisesti arvioiden tunkkainen ilma.

Viiltomittauskohta V6 on pohjakerroksen tilassa Ku2 ja V7 1. krs:n ranskan luokan edessä olevan sisäpihan ulko-oven edustalla. Oven edustalla olevan viiltomittauksen kohollaan oleva kosteus on mitä ilmeisimmin lähtöisin sisäpihalle johtavan ulko-oveen liittyvien rakenteiden huonosta vedenpitävyydestä tai lattialle jaloissa kulkeutuvasta kosteudesta.

Väestönsuojien lattioille on rakennuksen käyttäjiltä saatujen tietojen mukaan noussut vettä tukkeutuneesta lattiakaivosta vuonna 2005. Viiltomittauskohdassa V1 ei muovimatolla päällystetyn väestönsuojan osan betonilaatta ole päässyt kuivumaan vesivahingon jälkeen. Tämän tutkimuksen aikana käynnistyi väestönsuojien kunnostus ja asbestipurku.

Taulukko 2. Viiltomittaus tulokset heti muovimattopäällysteen alta. Rakennekosteusmittaus tulokset ja mittauskohtien tarkat etäisyydet pystyrakenteista on esitetty liitteessä 5. Korkeat ja kohollaan olevat kosteuspitoisuudet on tummennettu.

MITTAPISTE	MITTAPÄÄ [nro]	T [°C]	RH [%]	Abs [g/m ³]
V1	H8	22,0	97,3	18,8
V2	H8	23,7	84,5	18,1
V3	H8	21,9	53,0	10,2
V4	H8	21,9	72,0	13,9
V5	H8	22,2	70,4	13,8
V6	H8	21,4	85,3	15,9
V7	H3	22,2	86,7	17,0
V8	H9	21,7	61,7	11,8

Näytepalamittauksia tehtiin 12 kpl vinyylilaatalla päällystettyihin tiloihin. Näytepalamittaus kuvastaa heti vinyylilaatan alapuolisesta pinnasta 5-10 mm alaspäin olevan materiaalin (liima ja betoni) suhteellista kosteutta. Ainoastaan luokan Ma2 näytepalamittauksessa NP5 todettiin hieman kohollaan oleva suhteellisen kosteuden arvo 81 %, mikä saattaa olla hieman todellista kosteusarvoa alhaisempi johtuen heti vinyylilaatan irrottamisen jälkeen alkaneesta betonipinnan kuivumisesta kuivempaan sisäilmaan. Ko. tilassa vinyylilaatan alla oli aistittavissa hajua ja mattoliimaa oli tahmeaa. Myös luokkatilassa oli aistinvaraisesti arvioiden huono ilma.

Taulukko 3. Näytepalamittaus tulokset vinyylilaattapäällysteen alta. Rakennekosteusmittaus tulokset ja mittauskohtien tarkat etäisyydet pystyrakenteista on esitetty liitteessä 5. Korkeat ja kohollaan olevat kosteuspitoisuudet on tummennettu.

MITTAPISTE	MITTAPÄÄ [nro]	RH [%]	MITTAPISTE	MITTAPÄÄ [nro]	RH [%]
NP1	146	63,7	NP7	12	62,9
NP2	156	49,5	NP8	71	55,4
NP3	98	71,7	NP9	66	71,4
NP4	1	70,1	NP10	128	67,0
NP5	106	80,9	NP11	137	62,9
NP6	74	66,8	NP12	318	64,4

Rakennuksen käyttäjiltä saatujen tietojen mukaan tilassa Ma2 viemäri on ollut tukossa (v.1999) ja viereisestä siivouskomerosta on tullut vettä tilan Ma2 lattian alla oleviin sähköjohtoihin (v. 2000). Näiden lisäksi tilan Ma2 ulkoseinässä on ollut halkeamasta johtuva kosteusvaurio joka on korjattu injektioimalla v. 2002. Em. seikat ovat yhdessä kastelleet lattiapinnoitteen alapuolista betonia, minkä seurauksena on liima ellei vinyylilaattakin alkanut vaurioitumaan kemiallisesti. Vinyylilaatat ovat hieman muovimattoja tiiviimpiä, mutta laattojen saumoista alapuolinen kosteus pääsee poistumaan yhtenäisiä mattoja paremmin.

Luokan Ma2 vieressä olevasta luokasta Ku2 mitattiin muovimaton alta myös kohollaan oleva suhteellisen kosteuden arvo 85,3 %. Tilassa Ma2 olleet kosteusvaurion ja vesivahinkojen seuraukset ulottuvat todennäköisesti ainakin osittain luokkaan Ku2. Muovimaton alla olevasta kohonneesta kosteustilanteesta kertoi myös muovimaton irtoaminen helposti alustastaan viiltoimittauksista tehdessä.

6.4 Lyhytkestoiset suhteellisen kosteuden mittaukset

Lyhytkestoisen suhteellisen kosteuden mittaukset pohjakerroksen pintalaatan alapuoliseen eristetilään ulottuivat 23 cm lattiapinnasta alaspäin. Mittapisteen ET1 ja ET2 alapohjarakenne on mitä ilmeisimmin sama kuin viereisiin tiloihin tehtyjen porareikämittapisteissä MP3 ja MP4. Näin ollen lyhytkestoisella kosteuden mittauksella ei mitattu eristetilän vaan täyttökerroksena olevan hiekkamaan kosteuspitoisuutta. Lämpötila teknisten töiden luokkaan tehdessä mittapisteessä ET1 oli täyttöhiekassa 20,4 °C ja luokkaan Ko2 tehdessä mittapisteessä ET2 23,3 °C. Porareikämittapisteiden täyttöhiekkaan ulottuvissa mittauksissa täyttöhiekan lämpötilat vaihtelivat 17,8–19,7 °C. Etenkin mittapisteen ET2 täyttöhiekan korkea 23,3 °C lämpötila viittaa maaperää lämmittävään lähteeseen. Kosteuspitoisuus täyttöhiekassa oli normaalin korkea. Lähteenä voi olla esim. lattioiden pesuvedet, lattian alla kulkevien vesi- tai viemäriputkien huono eristys tai jopa pieni putkivuoto.

6.5 Porareikämittaukset

Eri syvyyksiltä tehtyjen kosteusjakaumamittauksen (mittapisteen MP1–MP8) perusteella kohteen alapohjarakenteet toimivat kosteusteknisesti ainakin pääosin varsin hyvin kun vielä huomioidaan pintakosteuskartoituksen tulokset sekä viilto- ja näytepalamittaukset. Kosteusjakaumamittaus tulokset eivät myöskään viittaa putkivuotoihin.

Maapohjassa kosteus siirtyy painovoiman, kapillaarivoiman ja vesihöyryn osapaine-eron (diffuusio) vaikutuksesta. Kapillaarisella siirtymisellä tarkoitetaan materiaalin kykyä imeä vettä it-

seensä materiaalin ollessa kosketuksissa veteen tai toiseen ”märkään” materiaaliin. Kosteuden kapillaarinen siirtyminen maapohjasta alapohjarakenteeseen on mahdollista, jos maaperän huokosilman suhteellinen kosteus ylittää 98 %. Mittapisteissä M2, MP3, MP4 ja MP6 täyttömaan suhteellinen kosteus oli 95–100 %. Näiden mittapisteiden kohdalla on täyttömaan ja betonin välissä 75 mm polystyreeni (styrox), joka toimii näissä tapauksissa kapillaarikatkona maakosteutta vastaan. Mittapisteessä MP3 oleva muovi toimii puolestaan höyrynsulkuna maakosteutta vastaan. Toimivalla salaojituksella voidaan varmistaa, että veden pinta alapohjan alapuolella ei nouse salaojituskerroksen alapinnan yläpuolelle.

Väestönsuojaan tehdyn mittapisteen MP7 syvyys ei yltänyt maaperään asti ja liikuntasaliin tehdyn mittapisteen MP8 täyttömaan mitattu suhteellinen kosteus oli vain 79 %, mikä viittaa liikuntasalin lattian alapuolisen maa-aineksen tuulettumiseen johonkin.

Mittapisteet MP1 ja MP5 tehtiin alustatilan päällä olevaan alapohjarakenteeseen, joissa maapohja ei ole kosketuksissa alapohjarakenteeseen. Alustatilan koneellinen tuuletus mahdollistaa betonirakenteen kuivumisen sekä ylös että alaspäin. Betonirakenteet olivatkin varsin kuivia nyt tehdyissä mittauksissa.

Kaikissa mittapisteissä ylin porareikämittaussyvyys oli 2 cm betonipinnasta alaspäin. Mittapisteissä MP1–MP6 ja MP8 suhteellinen kosteus oli 48–71 %, kun taas väestönsuojaan tehdyn mittapisteen MP7 suhteellinen kosteus samalla syvyydellä oli 82 %.

6.6 Ilmavuotoselvitykset

Merkkisavulla havaittuna koulussa on ilmavuotoja huoneilmaan alapohjarakenteesta ainakin lattian läpivienneissä, lattian ja seinien yhtymäkohdissa ja tarkistuskaivojen kansien yhteydessä. Merkittävä sisäilman laatua ja terveellisyyttä heikentävä tekijä on hallitsemattomat ilma- vuodot seinä-, lattia- ja kattorakenteiden kautta.

Koneellinen poistoilmanvaihto muodostaa rakennukseen alipaineen, jolloin korvausilma tulee rakennuksen ovi- ja ikkunarakenteiden kautta sekä ulkovaipan epätiivetyksien kautta. Tässä tutkimuksessa ei selvitetty rakennuksen painesuhteita.

7. JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1 Pintakosteuskartoitus

Erilaiset lattiapinnoitemateriaalit huomioon ottaen lattian pintakosteusarvot olivat lähes samoja ja alhaisia suurimmassa osassa tutkituista tiloista. Muista tiloista poikkeavat, kohonneet pintakosteusalueet lattiassa olivat pääsääntöisesti joko vesipisteiden tai ulko-ovien läheisyydessä tai putkikanaalin selvissä kosteusvauriokohdissa.

Maanvastaisten seinien pintakosteusarvot olivat alhaisia suurimmassa osassa tutkituista tiloista. Suurimmassa osassa maanvastaisista seinistä on sisäpinnassa levytys. Levytyksen ja betoniseinän välissä on lämmöneriste. Näin ollen pintakosteusilmaisimella ei havaita betonissa mahdollisesti olevia kohonneita kosteuksia ilman sisäseinän levytyksen avusta.

Maanvastaisten seinien ulkopuolisen vedeneristeen, mahdollisesti betonin halkeamakohdista, taakse päässyt vesi voi vaurioittaa paikallisesti seinää aiheuttaen maalipintojen kupruilua tai jopa terveyshaittoja seinärakenteesta riippuen.

7.2 Viilto- ja näytepalamittaukset

Yleisesti on todettavissa, että heti päällysteen alla olevan RH:n noustessa jossakin vaiheessa useaksi kuukaudeksi 90 RH%:n yläpuolelle, vaurioituu päällyste ja liima erittäin suurella todennäköisyydellä. Päällysteestä tulevat emissiotasot lisääntyvät yleensä hieman RH:n noustessa 80 %:n yläpuolelle ja kohtuullisesti 85 RH%:n yläpuolella. Lievä emissiotasojen nousu ei välttämättä aiheuta terveyshaittaa mikäli ilmanvaihto toimii asianmukaisesti.

Ainoastaan Studiokäytössä olevan väestönsuojan lattiapinnoitteen alla todettiin selvästi liian korkea suhteellisen kosteuden arvo. Tutkimuksen aikana käynnistyi väestönsuojien kunnostus ja asbestipurku.

Riskikosteita alueita todettiin pohjakerroksen tiloissa Ma2, Ku2 sekä ryhmätila ja 1. kerroksessa toisen sisäpihan ulko-oven edustalla. Tilassa Ma2 on ollut sekä lattia- että seinärakenteessa kosteusvaurio. Vauriot ovat ulottuneet todennäköisesti myös tilaan Ku2. Ryhmätilassa on selkeästi puutteellinen ilmanvaihto.

7.3 Porareikämittaukset

Kosteusjakaumamittausten perusteella kohteen alapohjarakenteet toimivat kosteusteknisesti ainakin pääosin varsin hyvin kun vielä huomioidaan pintakosteuskartoituksen tulokset sekä viilto- ja näytepalamittaukset.

Alustatilojen koneellinen tuuletus on kuivattanut alustatilan lisäksi myös alapohjarakenteena olevaa kaksoislaattaa.

Maanvaraisten betonilaatan lämmöneristeenä toimiva polystyreeni (styrox) toimii tässä tapauksessa myös kapillaarikatkona maakosteutta vastaan. Maanvaraisen lattiarakenteen alla on ainakin paikallisesti pieniä ilmavälejä lämmöneristeen ja täyttömaan välissä.

7.4 Ilmavuotoselvitykset

Tässä tutkimuksessa ilmavuotoja ei tutkittu systemaattisesti, mutta saatiin selviä viitteitä ilmiön vaikutuksesta sisäilman laatuun etenkin kun huomioidaan rakennuksen käyttäjien tunteukset huonosta sisäilmasta ja mittauksen mukaiset vähäiset kosteudet rakenteissa. Osa huonosta sisäilmasta johtuu suurella todennäköisyydellä riittämättömästä lähes alkuperäisestä ilmanvaihtojärjestelmästä.

Vaikka alustatiloissa on nyt hyvät olosuhteet, on niissä ollut ennen niiden kunnostusta mikrobikasvustolle suotuisat olosuhteet. Kaikkien läpivientien ja lattioiden ja seinien rajakohtien on oltava tiiviitä huonetilojen sisäpinnasta, sillä rakenteiden sisällä olevassa eristekerroksessa voi olla runsaastikin epäpuhtauksia, vaikka rakenteet ovat nyt kuivia. Myös alapohjarakenteissa olevat pienet ilmavälit ovat selkeitä paikkoja, joissa ainakin ajoittain on otolliset olosuhteet mikrobikasvulle. Kunnostuksien yhteydessä läpivientien timanttityöstössä käytetty vesi on suurella todennäköisyydellä kastellut kaksoislaatan välissä olevaa eristekerrosta luoden olosuhteet mikrobikasvulle. Alustatilojen koneellisen poiston teho ei ole riittävä alustatilojen alipaineistamiseen yläpuolisiin tiloihin nähden. Alustatilojen kosteuspitoisuutta se kylläkin alentaa jo nykyisellään riittävän tehokkaasti.

Rakennusfysikaalisesti oikein toimivan ulkovaipan ulkopinnassa tulee olla rakennekerros, joka estää sade- ja pintavesien kulkeutumisen haitallisessa määrin rakenteisiin. Ulkovaipan sisäpinnassa tulee olla ilmatiivis rakennekerros, joka estää epäpuhtauksien kulkeutumisen rakenteiden sisältä huonetilaan rakenteen läpi kulkeutuvien ilmavirtojen mukana.

Rakenteiden läpi suodattava korvausilma ei ole puhdasta. Suodattuvaan korvausilmaan sitoutuu rakenteeseen kerääntyneitä epäpuhtauksia, kuten pölyä, nokea, siitepölyä ja homeitiöitä. Ilmavuotokohtiin voi muodostua paikallisia kosteus- ja homevaurioita.

8. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Väestönsuojien osalta tilaajaa on ohjeistettu puhelimitse ja sähköpostitse tutkimusten edetessä lattian pinnoitemateriaalin purusta puhtaalle betonille asti sekä betonilaatan kosteuspitoisuuden tarkastamista ennen uuden pinnoitemateriaalin asentamista väestönsuojien asbestikorjauksen ja perusparantamisen yhteydessä tehtäväksi.

Tämän tutkimuksen perusteella rakennuksen maanvastaisten rakenteiden kosteustekninen kunto ei edellytä rakennuksen purkua vaan rakennus voidaan ainakin nyt tarkasteltujen rakenteiden puolesta peruskorjata kohtuullisin kustannuksin tämän päivän vaatimuksia vastaaviksi.

Peruskorjauksen yhteydessä on kiinnitettävä erityistä huomiota korjaustyön aikaiseen laadunhallintaan kosteuden ja ilmavuotojen osalta. Kosteudenhallinnassa kiinnitetään huomiota rakenteiden alkuperäiseen kosteuspitoisuuteen, rakenteiden kastumiseen työn aikana sekä rakenteiden pinnoittamiseen liittyviin kosteusarvoihin. Ilmatiiviys voidaan tarvittaessa tarkistaa merkkiainelaitteistolla jo ennen pintojen päällystämistä.

Muita peruskorjauksen yhteydessä erityistä huomioitavaa tarvitsevia asioita ovat seuraavat:

- Kaikki alkuperäiset ja ainakin yli 15 vuotta vanhat lattiapäällysteet suositellaan uusittaviksi.
- Lattiapäällyste on poistettava puhtaalle betonipinnalle saakka ja betonia tulee kuivattaa riittävästi ennen uuden päällysteen asennusta ainakin pohjakerroksen tilojen Ma2 ja Ku2 osalla. Tilojen lattiaa kastellut kosteuslähte on varmuudella todettava ja estettävä lattian uudelleenkastuminen.
- Vanhaan betonilattiaan mahdollisesti absorboituneiden epäpuhtauksien ja betonin alkalisuuden vähenemisen myötä betonirakenteiden tavoitekosteutena ennen päällystystä tulee pitää 5 RH yksikköä uusien rakentamisen raja-arvoja alhaisempia kosteusarvoja.
- Maanvastaisten lattioiden pinnoittamisessa on kiinnitettävä huomiota materiaalien riittävään vesihöyryn läpäisevyyteen.
- Vesipisteiden viemäröntien lattialäpivientien tiivistyksen on tarkastettava ja varmistettava että vettä ei pääse (uusien) lattiapinnoitteiden alapuolelle.
- Putkikanaalien luukut ja viemärien ja salaojien tarkistuskaivojen kannet on tehtävä ilmatiiviiksi.
- Lattian ja seinien väliset raot sekä läpivientien ympäristöt tulee tiivistää siten, ettei niistä tapahdu ilmavuotojen kautta enää ilmavirtauksia huonetilaan päin. Onnistunut tiivistys vaatii usein tarkat suunnitelmat.
- Ikkunakarmien ja seinien väliset raot tulee tiivistää ilmatiiviiksi.
- Koulun koko ilmavaihto on uusittava tilojen käyttötarvetta vastaavaksi. Tulo- ja poistoilmavaihdon tulee toimia hallitusti kaikissa tiloissa. Ilmanvaihdon toimivuus tulee tarkastaa ja säätää uudelleen kaikkien myös tiivistyskorjaustöiden jälkeen.

- Selvät vuodoista aiheutuneet kosteusvauriokohdat ja niiden kosteuslähteet pukuhuoneiden alapuolisessa putkikanaalissa on korjattava.
- Alustatilojen ilmanvaihto tulee tarkistaa ja mitoittaa uudelleen. Alustatilojen tulee olla varmuudella alipaineisia muihin tiloihin nähden, mikäli korvausilma otetaan muualta kuin ulkoilmasta.
- Maanvaraisiin lattioihin tehtävien uusien putkivetojen kohdalla tulee varmistua siitä, että maaperän kosteus ei korjausten jälkeenkään pääse haitallisesti nousemaan lattiabetoniin.
- Maanvastaisten seinien sisäpinnassa oleva levytys on avattava vähintään alaosiltaan betoniseinän kunnan tarkastamisen sekä betonilaatan ja -seinän liitoskohtien tiivistämistä varten. Uusissa seinissä on käytettävä vain kosteutta sietäviä materiaaleja.
- Maanvastaisten (ei levytettyjen) seinien ja kiinteiden kalusteiden väliin on suositeltavaa jättää 3-5 mm ilmarako tuulettumisen vuoksi.
- Liikuntasalin lattiarakenne on tarkistettava myös lattian keskialueelta, jossa se ei tuuletuyhtä hyvin mitä reuna-alueilla.
- Rakennuksen käyttäjien tulee kiinnittää erityistä huomiota siihen, ettei siivous- ja pesu- vesiä pääsen lattiapinnalta rakenteeseen. Vesi voi olla peräisin esimerkiksi huonosti vetävästä viemäristä. Lisäksi käyttövedet tulee huomioida kaikissa tiloissa käyttötarkoituksen ja satunaisenkin kosteusrasituksen suhteen.

Ilmavuotoreitit ovat sekä epäpuhtauksien että kosteuden kulkureittejä. Tiivistyksen jälkeen eivät rakenteet enää pääse kuivumaan ilmavuotoreittejä pitkin, mikä voi aiheuttaa kosteusrasituksia rakenteille. Tämä on huomioitava pintamateriaaleja valittaessa. Mikäli sisäpinnoissa huomataan silti tiivistyksien jälkeen vaurioitumista, voi se johtua pintamateriaalin liian vähäisestä vesihöyrynläpäisevyydestä. Tällöin voidaan pinnat uusia paremmin vesihöyryä läpäisevillä materiaaleilla.

Helsingissä 23.11.2007
Humi-Group Oy

Riikka Sutela

Riikka Sutela, RI
puh. 050 5015 888