

TUTKIMUSRAPORTTI

KANNISTON KOULU
KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS
JATKOSELVITYKSET
6.11.2014



Sisällys

1	Tiivistelmä.....	3
2	Yleistiedot.....	4
2.1	Tutkimuskohde.....	4
2.2	Tutkimuksen tilaaja	4
2.3	Tutkimuksen tavoite	4
2.4	Tutkimusajankohta.....	5
2.5	Tutkimuksen tekijät.....	5
2.6	Tutkimuskohteesta käytössä olleet lähtötiedot	5
3	Tutkimusvälineet ja – menetelmät.....	6
3.1	Tutkimusten sijainti.....	6
3.2	Pintakosteuskartoitus	7
3.3	Rakennekosteusmittaukset viiltomittausmenetelmällä	8
3.4	Sisäilman ja ullakon olosuhdemittaukset	8
3.5	Ilmatiiveyden mittaaminen merkkiainekokeella	8
3.6	Huonepölyanalyysit ja pölyn määrän arviointi	8
3.7	Rakenneavaukset	9
4	Kosteuskartoitus, rakennekosteusmittaukset ja rakenneavaukset.....	9
4.1	Tutkitut rakenteet.....	9
4.2	Pintakosteuskartoituksen tulokset.....	10
4.3	Kosteusmittaus muovimaton alta viiltomittausmenetelmällä.....	11
4.4	Väliseinien rakenneavaukset.....	11
4.5	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	13
5	Ullakon ja sisäilman olosuhdemittaukset.....	14
5.1	Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaustulokset ullakolla	14
5.2	Paine-eron mittaustulokset	16
5.3	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	17
6	Rakenteiden ilmatiiveyden tutkimus.....	18
6.1	Havainnot ja mittaustulokset.....	18
6.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	21
7	Pölynäytteenotto.....	22
7.1	Havainnot	22
7.2	Pölynäytteiden analyysitulokset	27
7.3	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	27
8	Ilmoitustaulujen poistaminen neljästä tilasta	29
9	Muut havainnot tutkimusten yhteydessä	29
10	Yhteenvedo toimenpidesuosituksista	32



1 Tiivistelmä

Kanniston koululla tehtiin kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus jatkotutkimuksena aiempaan tutkimukseen (Vahanan Oy 17.9.2014). Jatkotutkimuksen pää tarkoitus oli vertailla alakoulun neljää opetustilaa tutkimalla ko. tiloja ja vertaamalla tuloksia käyttäjiltä saatuun palautteeseen tilassa koetusta sisäilman laadusta. Tutkitut opetustilat olivat lattioiden korjattuja ja korjaamattomia, joissa oli edelleen koettu sisäilmaan viittaavaa oireilua tai ei ollut oireiltu. Rakenteiden ja ilmanvaihdon todettiin toimivan tarkoituksenmukaisesti. Todennäköisin syy edelleen koettuun sisäilman laadun puutteellisuuteen on tilojen ja ilmanvaihdon pölyisyys.

Pintakosteuskartoitusta tarkentaneissa viiltomittauksissa todettiin paikallisesti kohonnutta kosteutta (yli 85 % RH) hallintotilojen käytävällä (87,8 % RH), terveydenhoidon tiloissa ovenkynnyksessä (93,6 % RH) ja alakoulun luokkatilassa 2.070 (90,8 % RH). Suosittelemme lattian muovimatton paikallista uusimista terveydenhoidon tilojen 3.030–3.031 välipohjasta. Hallintotilan käytävän paikallisesti kohonnutta suhteellista kosteutta voidaan pitää hyväksyttävänä alueen pienuuden vuoksi. Luokkatilan 2.070 paikallisesti kohonneen kosteuden alueen muovimattoa ei ole tarvetta uusida huomioiden Lifeline-matton varsin alhainen emissio hieman kohonneella alustan suhteellisella kosteudella. Väliseinien rakenneavauksissa tiloissa 2.039 ja 2.088 ei havaittu kosteuteen viittaavia jälkiä väliseinien sisällä.

Ullakon ilman lämpötila- ja suhteellisen kosteuden viikon pituisissa mittauksissa todettiin yhdessä kohdassa (TP28) kuudesta mittauspisteestä kosteuksia 80–90 % RH. Korkeampi RH johtui todennäköisesti ullakon lämpeämisestä, rakenteista vapautuvasta kosteudesta ja muita mittauspisteitä alemmasta tuulettuvuudesta. Muissa mittauspisteissä ilman kosteus oli tasolla 50–80 % RH. Ilman absoluuttinen kosteus seurasi ulkoilman kosteuden tasoa. Ullakon tuulettuvuutta ja kosteusteknistä toimintaa voidaan tulosten perusteella pitää hyvänä.

Alakoulun kahdessa luokkatilassa mitattiin ulkoseinän yli toisesta luokasta keskimäärin alipainetta 1 Pascalia (kahtena päivänä 5-8 Pascalia) ja toisesta luokasta keskimäärin 2-3 Pascalia ylipainetta. Käytävät olivat 3-6 Pascalia alipaineisia tiloihin 2.039 ja 2.070 nähden, mikä viittaa myös ilman liikkeeseen wc-tilojen suuntaan. Mittaushetkellä ilmanvaihto oli täydellä teholla. Alakoulun wc-tilat voivat aiheuttaa pientä alipainetta erityisesti niitä lähellä oleviin luokkatiloihin, mutta tämän vaikutus sisäilman laatuun on todennäköisesti vähäinen.

Alakoulun käytävien rakenteiden ilmatiiveyttä tarkasteltiin aistinvaraisesti ja merkkiainelaitteella. Sähkökaapin rakenteissa todettiin aistinvaraisesti arvioiden epätiiviyttä kohtia, joista on suositeltavaa tiivistää sähkökaappien ja alaslasketun katon välisen seinän läpiviennit. Alaslasketun katon yli vaikuttava paine-ero on todennäköisesti niin pieni, että rakenteen tiiviyyttä ei ole tarvetta parantaa. Ilmanvaihtokuilun ovi oli ilmatiivis merkkiainekokeella. Suosittelemme kuitenkin kuilun siivousta ja ylimääräisten materiaalien poistoa kuilusta. Tilan 2.112 yläpohjarakenne oli merkkiainekokeen perusteella ilmatiivis ja tämä on tilanne todennäköisesti myös muulla yläpohjan alueella. Paine-eromittauksessa ei todettu tuulen aiheuttavan merkittävää painetta tilan 2.112 yläpuoliseen ullakkotilaan. Tarvittaessa voidaan tehdä ulkoseinien merkkiainekoe rakenteen ilmatiiveyden ja tilapäisen tilojen alipaineisuuden merkityksen arvioimiseksi.

Pölyn määrää alakoulun neljässä luokkatilassa ja ilmanvaihtokanavistossa arvioitiin aistinvaraisesti ja pölyn koostumus tutkittiin pölynäytteillä. Pölyä havaittiin em. pinnoilla, siten että vähiten pölyä oli tuloilmakanavassa. Pöly oli pääasiassa rakennusmateriaaliperäistä kiviaines-pölyä, mikä on todennäköisesti peräisin rakentamisajalta ja/tai lattiakorjausten ajalta. Suositte-



lemme kaikkien em. pintojen kattavaa siivousta ja siivoustyön laadunvarmistusta. Tarvittaessa luokkatilojen valaisimien korkeussäädöllä voidaan alentaa tuloilmapuhalluksen aiheuttamaa pintapölyn siirtymistä valaisimista sisäilmaan.

Neljästä tilasta poistettiin testiluonteisesti korkkilinoleumilmoitustaulut. Taulujen taustasta ei havaittu merkittävästi pölyä. Suosittelemme seuraamaan ja arvioimaan taulujen poiston vaikutusta käyttäjien kokemaan sisäilman laatuun.

Tutkimusten yhteydessä havaittiin lasten oleilevan välitunneilla portaikoissa, jonka ilmanvaihtoa ei ole suunniteltu säännölliseen käyttöön. Suosittelemme ohjeistamaan lapsia viettämään välitunnit muissa tiloissa tai ulkona. Suosittelemme puhdistamaan sisäänkäynnin katon vedenpoistokourun, jossa havaittiin roskia. Lisäksi suosittelemme selvittämään ullakolla havaittujen kahden vesikaton vuotokohdan syyt ja paikallistamaan mahdolliset muut vesikaton vuotokohdat sekä korjaamaan puutteet vesikaton vesitiiveydessä.

2 Yleistiedot

2.1 Tutkimuskohde

Kanniston koulu ja päiväkoti
Kenraalintie 6
01700 Vantaa

2.2 Tutkimuksen tilaaja

Vantaan kaupunki
Tilakeskus
Juha Vuorenmaa
Kielotie 13
01300 Vantaa

2.3 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella Kanniston koulun toisen kerroksen alakoulun neljän luokkatilan kosteus- ja sisäilmateknistä toimintaa ja vertailla tätä. Tilat valittiin siten, että joukossa oli tiloja joissa käyttäjillä oli ollut sisäilman laatuun viittaavia oireita sekä oireettomia tiloja. Toisaalta puolella em. luokkatiloja oli tehty lattiarakenteen muovimaton korjaus liittyen mittaustuloksiin, joiden perusteella muovimaton alapuolella oli kohonnut kosteuspitoisuus. Tutkimusmenetelmät valittiin täydentämään aiempia tutkimuksia.

Hallintotiloissa ja terveydenhoitajien tiloissa tehtiin lattiarakenteen kosteuskartoitus ja -mittaus lisävarmistuksena aiempiin tutkimuksiin.

Tutkimusten perusteella esitetään mahdolliset korjaus- ym. toimenpidesuosituksukset.



2.4 Tutkimusajankohta

Kenttätöitä tehtiin kohteessa 24.–26.9.2014:

- lattiarakenteen pintakosteuskartoitus,
- lattiapäällysteen alapuoleiset suhteellisen kosteuden mittaukset (viilto-
mittaukset),
- jatkuvatoimisten mittausjärjestelyjen (lämpötila, suhteellinen kosteus
ja paine-ero) asentaminen ja tiedonkerääjien purku,
- yläpohjarakenteen ja käytävän rakenteiden ilmatiiveyden aistinva-
rainen arviointi sekä mittaus merkkiainekokeella,
- pölynäytteet huonepinnoilta ja ilmanvaihtokanavasta sekä pölymää-
rän visuaalinen arviointi,
- väliseinien kunnontarkastelut rakenneavauksin,
- muut aistinvaraiset havainnot tutkimusten yhteydessä.

2.5 Tutkimuksen tekijät

Vahanen Oy
Linnoitustie 5
02600 Espoo

Sami Niemi, DI, yksikönpäällikkö
Klaus Viljanen, DI, asiantuntija, projektipäällikkö
Terhi Markkula, RI AMK, asiantuntija

Projekti: KOS 2920/7

2.6 Tutkimuskohteesta käytössä olleet lähtötiedot

Tutkimuksen kohteena oli vuonna 2011 valmistunut kolmikerroksinen koulu- ja päi-
väkotirakennus. Välipohjarakenteena on ontelolaatasto, jonka päällä on kuituvahvis-
tettu pintabetonilaatta. Alapohja on ryömintätilainen ontelolaatta-lämmoneriste-
pintalaatta -rakenne. Ulkoseinärakenteena on pääosin sandwich-elementti, jonka ul-
koverhous on toteutettu kuitusementtilevyillä. Osittain ulkoseinät ovat tiiliverhoiltuja
kuorielementtejä. Kohteessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto.

Tutkimusta tehdessä käytettävissä oli seuraavat kohteesta tehdyt tutkimusraportit:

- Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Tutkimusraportti 17.9.2014. Va-
hanen Oy
- Kanniston koulun 1.086, 1.095, 1.113 ja 1.097 tilojen lattiarakenteiden raken-
nekosteusmittaukset. Mittausraportti. 1.8.2014. Vahanen Oy.
- Kosteusmittaus näytepalamenetelmällä. Muistio 12.8.2013. Vahanen Oy.
- Lattiarakenteiden rakennekosteusmittaukset. Mittausraportti 12.7.2013. Vaha-
nen Oy.



- Liikuntasalin sisäilman VOC-näyte. 5.7.2013. Metropolilab.
- Lattiarakenteiden rakennekosteusmittaukset sekä kolmen tilan olosuhde- ja hiilidioksidimittaukset. Tutkimusraportti 4.6.2013. Vahanen Oy.
- Mikrobi-ilmanäytteiden (10 kpl alakoulun luokkatilat) analyysivastaus 15.4.2013. Metropolilab.
- Sisäilman VOC-näyte (4 kpl alakoulun luokkatilat). 25.4.2013. Metropolilab.
- Lattiarakenteiden rakennusaikaiset kosteusmittaukset porareikämenetelmällä. YIT Oyj. Tammi-toukokuu 2011.
- Rakennustekninen kosteusvauriokuntoarvio 14.–15.11.2012. Työterveyslaitos.

Tutkimuksen tuloksia vertailtiin eri tilojen välillä, jotka erosivat keskenään siinä, onko tiloissa koettu sisäilmaan viittaavaa oireilua viikolla 36 vuonna 2014, sekä siinä tehtiinkö tilassa lattiamaton korjaus kesällä 2014 (taulukko 1). Tiedot käyttäjien oireilusta eri tiloissa on saatu tutkimuksen tilaajalta, eikä tässä tutkimuksessa oteta kantaa oireilujen laatuun tai syihin. Vertailu oireilujen ja tutkimuksen havaintojen/tulosten välillä tehdään saatuihin tietoihin perustuen.

Taulukko 1. Tutkimukseen sisältyneiden vertailutilojen eroavaisuudet.

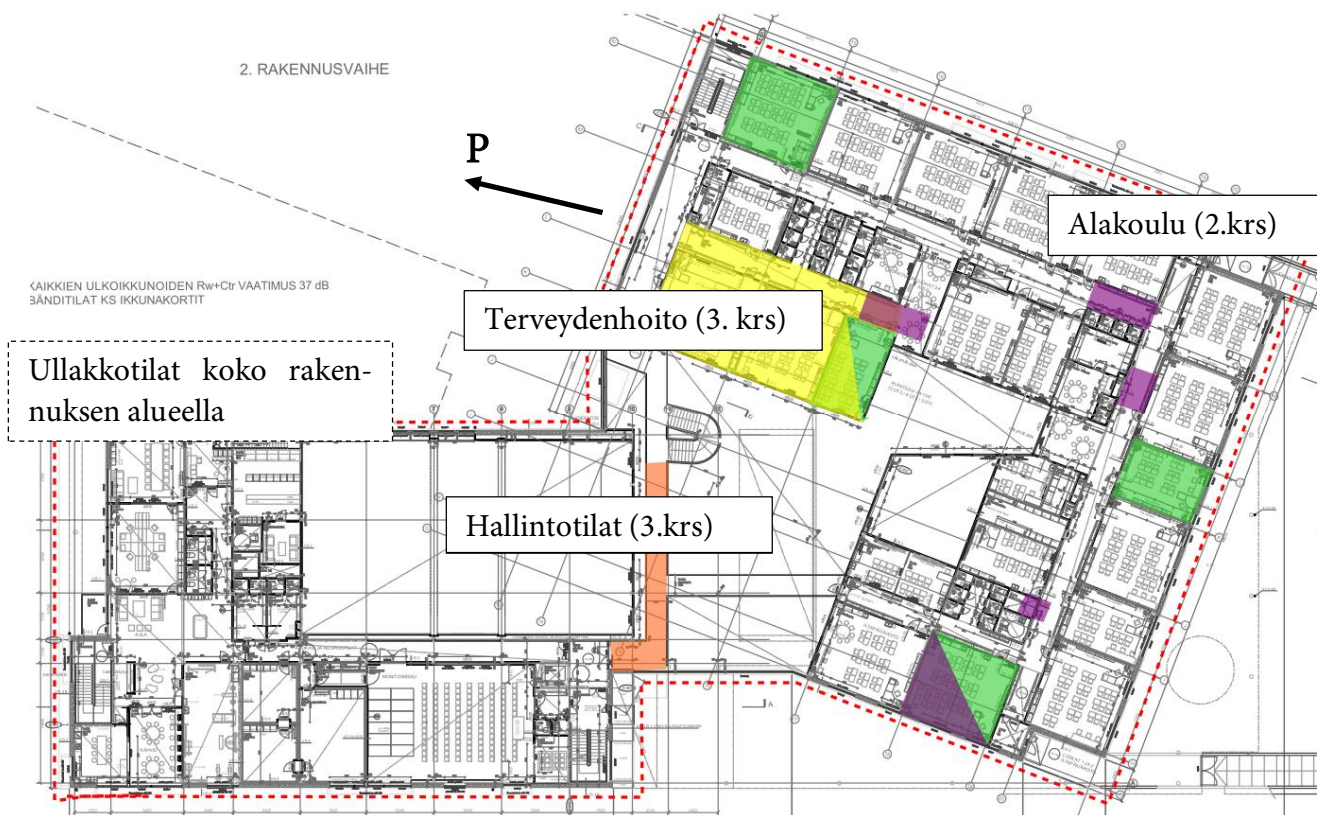
Luokkatila	Lattian muovimatto korjattu kesällä 2014	Tiloissa koettu mahdollisesti sisäilmaan liittyvää oireilua viikolla 36
2.039	kyllä	kyllä
2.070	ei	ei
2.088	kyllä	ei
2.112	ei	kyllä*

*Tilan uudella opettajalla ei esiintynyt oireilua 3 viikon aikana (ilmeisesti vk. 37–39) tilan käytön aloittamisesta.

3 Tutkimusvälineet ja – menetelmät

3.1 Tutkimusten sijainti

Tutkimukset tehtiin Kanniston koulun alakoulun, terveydenhoidon ja hallinnon tiloissa (kuva 1). Lisäksi yläpohjan ullakkotilaa tutkittiin, mutta vesikatteen vesitiiveyttä ei tutkittu.



Kuva 1. Kanniston koulun vuoden 2014 lisätutkimukset tehtiin pääosin alakoulun alueella. Pohjakuva on toisesta kerroksesta. Alakoulun vertailutilojen tutkimusalueet merkitty vihreällä ja merkkiainetutkimukset violetilla.

3.2 Pintakosteuskartoitus

Kiinteistön tiloja kartoitettiin sekä aistinvaraisesti että pintakosteudenilmaisimella. Pintakosteuskartoitukset ovat ainetta rikkomattomia vertailumittauksia, jossa samasta rakenteesta eri kohdista ja alueilta mitattuja arvoja verrataan keskenään. Pintakosteuskartoituksissa pintakosteudenilmaisimella suoraan mitattavaan rakenteeseen, ja käytetyllä laitteistolla mitatut arvot luetaan mittapäähän kytketyn lukulaitteen näytöstä. Näin saadaan kartoitettua alueet, joilla on mahdollisesti muusta alueesta poikkeavia pintakosteusarvoja. Kartoituksessa käytetty pintakosteudenilmaisimena oli Gann Hydromette LB70 -mittapää ja UNI1- lukulaitteyhdistelmä. Liitteissä 1-2 on esitetty ko. pintakosteuskartoituksen sijainti (vertailuarvojen lukemat).

Pintakosteudenilmaisimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat muutkin tekijät, mm. mahdolliset kosteuden rakenteiden pintaan nostamat suolakerrostumat, teräkset sekä eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintaosien vaihtelut. Pintakosteudenilmaisimella mitattava kosteuspitoisuuden vertailulukeman koko mittaamaltaan syvyydeltä, eikä sen tulosten perusteella voi määrittellä kosteuspitoisuutta rakenteen eri syvyyksillä. Laite ei siis varsinaisesti mittaa kosteuspitoisuutta, joten sillä ei voida suoraan arvioida rakenteissa vallitsevaa kosteusrasitusta. Laitteen antamia arvoja voidaan vertailla keskenään, jolloin saadaan tietoa mahdollisista alueista, joissa rakenteen kosteuspitoisuus on kohonnut. Vertailu

edellyttää yleensä viiltomittausta (ks. kappale 3.3) ainakin yhdestä vertailtavasta pisteestä, jolloin tiedetään mitä pintakosteusilmaisimen antama vertailuarvo tarkoittaa kosteuspitoisuutena.

3.3 Rakennekosteusmittaukset viiltomittausmenetelmällä

Pintakosteuskartoituksen tulokset varmennettiin mittaamalla lattiapäällysteen alta ilman suhteellinen kosteus ja lämpötila Vaisala Oy:n HMP42 mittapäällä. Mittaus tehtiin asentamalla mittapää lattiapäällysteen alle viillon kautta. Viilto tiivistettiin Ego-bon-tiivistemassalla ja mittapään annettiin tasaantua noin 15 min, minkä jälkeen tulokset luettiin HMI41 näyttölaitteella. Mittapään mittaustarkkuus suhteellisen kosteuden osalta on vähintään ± 2 % RH. Käytetyt anturit kalibroidaan Vahanen Oy:ssä kahden kuukauden välein. Liitteissä 1 ja 2 on esitetty ko. viiltomittausten sijainnit. Mittausmenetelmän tarkka kuvaus on esitetty liitteessä 5.

3.4 Sisäilman ja ullakon olosuhdemittaukset

Painesuhteiden seurantamittaus toteutettiin alakoulussa jatkuvatoimisilla paine-eromittauksilla Dwyer Magnesense ja Tinytag Plus mittalaite-tiedonkerääjäyhdistelmillä noin viikon mittausjaksolla 5 minuutin tallennusvälillä. Dwyer Magnesense -paine-eromittarin mittaustarkkuus on ± 1 %.

Ullakkotilan ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus mitattiin jatkuvatoimisella mittauksella käyttäen Testo 174H-mittalaite-tiedonkerääjäyhdistelmiä. Tallennusvälinä oli 5 minuuttia ja olosuhteita mitattiin viikon mittausjaksona liitteessä 3 esitetyiltä alueilta ullakolla. Testo 174H-mittalaitteen tarkkuus on $\pm 0,5$ °C (-20...70 °C) ja ± 3 % RH (2...98 % RH) sekä $\pm 0,03$ % RH/°C.

3.5 Ilmatiiveyden mittaaminen merkkiainekokeella

Rakenteiden ilmatiiviyttä tutkittiin Sensistor 9012 WRS merkkiaineanalysaattorilla. Merkkiainekokeessa (MAK) laskettiin kaasua (5 % H₂ + 95 % N₂) yläpohjarakenteeseen (MAK5) sekä alakoulun käytävillä alaslaskettuun kattoon (MAK1-3) sekä ilmanvaihtokuiluun (MAK4). Analysaattorilla tutkittiin, virtaako kaasua rakenteiden läpi huone-/käytävätiloihin. Luokan 2.112 mittauksen aikana tila alipaineistettiin Blower-door-laitteiston avulla. Paine-eroa yläpohjan yli ei mitattu. Muissa merkkiainekokeissa tiloja ei alipaineistettu, mutta MAK2:ssa viereisten wc-tilojen ovet avattiin, jotta poistoimu aikaansaisi mahdollisimman kovan alipaineen tarkasteltavien tilojen välille.

3.6 Huonepölyanalyysit ja pölyn määrän arviointi

Pölyn koostumuksen arvioimiseksi neljän tilan valaisimen päältä sekä tilan poistoilmalaitteen kanavapinnoilta otettiin pyyhkimällä pintapölynäytteitä minigrip-pusseihin yhteensä 8 kappaletta. Lisäksi yksi näyte otettiin käytävältä alaslasketusta katosta ilmanvaihtokanavan päältä. Pölyn koostumus analysoitiin elektronimikroskooppilla ja röntgenmikroanalysaattorilla Mikrofokus Oy:ssä. Pölynäytteiden otto paikat on esitetty liitteen 1 pohjapiirustuksessa ja Mikrofokus Oy:n analyysivastaukset liitteessä



4. Tulo- ja poistoilmakanavien ja huonepintojen pölyn määrää arvioitiin lisäksi silmä määräisesti sormipyyhinnällä.

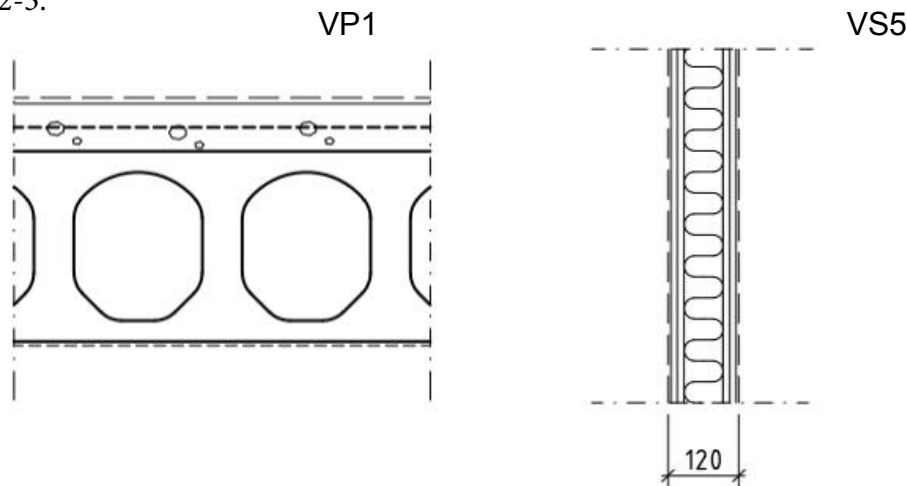
3.7 Rakenneavaukset

Rakenneavauksissa poistettiin pala väliseinän levytyksestä rasiaporalla ja kuviosahalla. Rakenteesta poistettiin mineraalivillaa. Väliseinän materiaaleja ja pintoja arvioitiin aistinvaraisella tarkastelulla mm. kosteuden viittaavien jälkien suhteen.

4 Kosteuskartoitus, rakennekosteusmittaukset ja rakenneavaukset

4.1 Tutkitut rakenteet

Kanniston koulun välipohjarakenne VP1 ja väliseinärakenne VS5 on esitetty kuvissa 2-3.



Kuvat 2-3. Välipohjarakenne VP1 ja väliseinärakenne VS5. A-insinöörit Suunnittelu Oy. 30.10.2009.

Välipohjarakenne VP1 on rakennesuunnitelmien perusteella ylhäältä alaspäin:

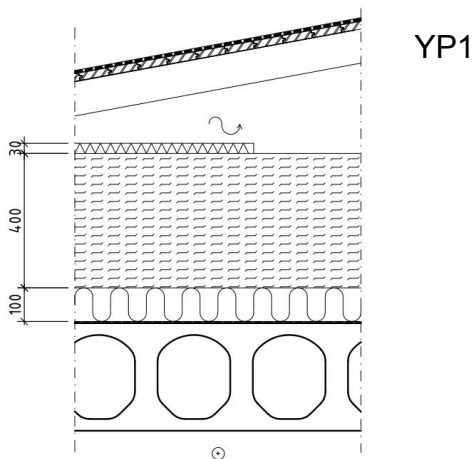
- lattian pintamateriaali
 - Suurimmassa osassa tiloja Upofloor Lifeline CS -muovimatto
 - Märkätiloissa keltainen pintakarhennettu turvalattia muovimatto
 - Hallintotiloissa osassa huoneista laminaatti/parketti
- pintabetoni 60–80 mm
- ontelolaatta 320 mm

Välipohjarakennetta tarkasteltiin alakoulun, hallintotilojen ja terveydenhuollon tilojen kosteuskartoituksessa ja -mittauksessa, ks. kappaleet 4.2–4.3.

Väliseinärakenteen VS5 runkona on teräsranka (myös välipohjan päällä on teräsrankarakenteinen alajuoksu), jonka päällä on vaneri- ja kipsilevytykset. Suunnitelmien mukaan levyt on asennettu vähintään 10 mm irti lattiasta. Väliseinärakennetta VS5 tarkasteltiin rakenneavauksissa, ks. kappale 4.4.

Yläpohjarakenne YP1 on rakennesuunnitelmien perusteella ylhäältä alaspäin (kuva 4):

- vesikate, bitumikermi
- raakaponttilauta ja kattokannattajat k900
- reunakaistalla tuulensuoja Paroc WPS 3n, 30 mm
- puhallusvilla 400 mm
- lämmöneriste, mineraalivillalevy, 100 mm
- höyrynsulku, BTL2, kauttaaltaan alustaan liimattu



Kuva 4. Yläpohjarakenne YP1. A-insinöörit Suunnittelu Oy. 30.10.2009.

4.2 Pintakosteuskartoituksen tulokset

Käytetyn pintakosteusanturin antama vertailuluvun maksimiarvo oli 159.

Pintakosteuskartoituksessa saatiin hallintotilojen käytävältä vertailulukemia välillä 55–62. Keskimäärin vertailulukema oli 55. Korkeimman vertailulukeman sekä keskimääräisen vertailulukeman kohtaan tehtiin viiltomittaukset V1 ja V2, ks. kappale 4.3.

Terveystiloissa pintakosteuskartoituksen vertailuluvut olivat 50–65 välillä. Vertailuarvo oli paikallisesti tätä korkeampi tiloissa 3.030–3.031. Vertailulukema oli em. tiloissa yhdessä kohdassa noin 2 m² alueella välillä 65–72 ja lisäksi tilassa 3.030 pistemäisessä 30 cm halkaisijaltaan kohdassa 120. Vertailulukeman 72 kohtaan tehtiin viiltomittaus V3, ks. kappale 4.3.

Toisen kerroksen alakoulun tiloissa pintakosteuskartoitus tehtiin tutkimukseen kuuluvissa vertailutiloissa 2.039, 2.070, 2.088 ja 2.112. Vertailuarvot olivat välillä 50–65. Tätä korkeampia arvoja mitattiin paikallisesti tilasta 2.112 (66–67) ja tilasta 2.070 (65–70), missä kohdin kosteustasot tarkistettiin viiltomittauksilla V4 ja V6. Viiltomittaukset tehtiin lisäksi tiloissa 2.039 ja 2.088 tulosten vertailtavuuden vuoksi (V5 ja V7).

4.3 Kosteusmittaus muovimaton alta viiltomittausmenetelmällä

Viiltomittauksilla tarkennettiin pintakosteuskartoituksen havaintoja. Taulukossa 2 on esitetty viiltomittausten (mittausmenetelmä liitteessä 5) tulokset lämpötilasta ja suhteellisesta kosteudesta muovimaton alapuolelta. Viiltomittausten mittauskohdat on esitetty liitteissä 1 ja 2.

Taulukko 2. Kanniston koulu ja päiväkotiki, toisen ja kolmannen kerroksen tilojen lattiapäällysteen alapuoleisen suhteellisen kosteuden mittaustulokset 26.9.2014. Tulostaulukossa on esitetty myös lämpötilan (t) ja suhteellisen kosteuden (RH) mittaustulosten perusteella lasketut ilman kosteussisällöt (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu viiltomittapisteen kohdalta, lattianrajasta.

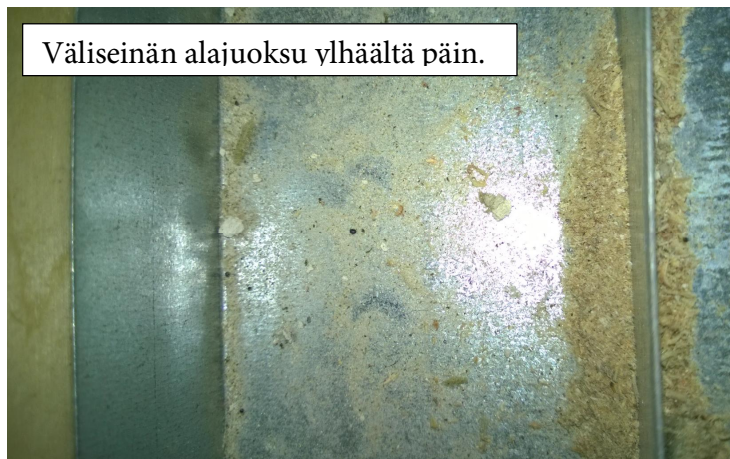
Mittapiste/ tila	mittauskohta/ – syvyys	mitta- pään nro	t (°C)	RH (%)	abs (g/m ³)
V1 (Gann 65) tila 3.017	sisäilma	H15	21,1	25,8	4,7
	maton alus	H16	21,2	87,8	16,2
V2 (Gann 55) tila 3.017	sisäilma	H15	20,9	25,5	4,6
	maton alus	H16	21,3	77,4	14,4
V3 (Gann 72) tila 3.031	sisäilma	H13	20,6	27,6	4,9
	maton alus	H14	21,3	93,6	17,4
V4 (Gann 67) tila 2.112	sisäilma	H16	22,2	46,7	9,2
	maton alus	H13	22,5	83,6	16,7
V5 (Gann 60) tila 2.088	sisäilma	H14	21,7	48,0	9,2
	maton alus	H15	21,7	71,7	13,7
V6 (Gann 70) tila 2.070	sisäilma	H15	20,6	51,4	9,2
	maton alus	H16	20,8	90,8	16,5
V7 (Gann n. 55) tila 2.039	sisäilma	H14	22,0	51,7	10,0
	maton alus	H13	21,5	67,9	12,8

4.4 Väliseinien rakenneavaukset

Väliseinien (kappale 4.1 rakennetyyppi VS5) rakenneavaukset RA1 ja RA2 tehtiin alakoulun tiloissa 2.039 ja 2.088. Alkuperäisen suunnitelman mukaisia rakenneavauksia ei tehty tiloissa 2.070 ja 2.112, koska tilojen seinät olivat umpirakenteisia harkko/betoniseiniä. Rakenneavauksia tehtiin, koska tiettävästi rakennusvaiheessa alakoulun välipohjan päälle oli päässyt vettä, kun osassa väliseiniä oli jo asennettu levytykset. Rakenneavauksissa RA1 ja RA2 ei havaittu kohonnutta kosteutta eikä merkkejä rakenteen kosteusvaurioitumisesta (kuvat 5-11). Rakenneavausten sijainti on esitetty liitteessä 1.



Rakenneavauksen paikka
työmiehen takana.

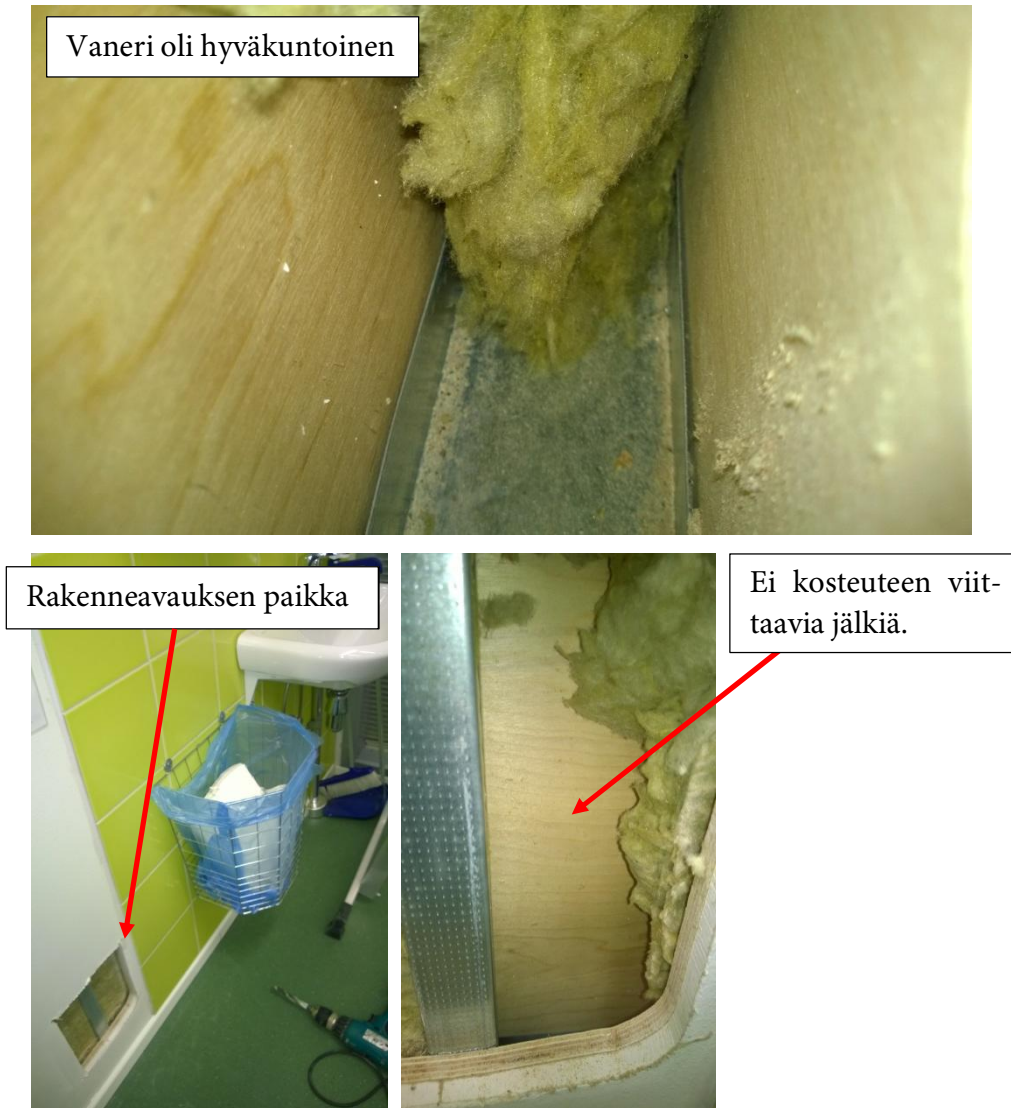


Väliseinän alajuoksu ylhäältä päin.



Vaneri oli hyväkuntoinen

Kuvat 5-8. Väliseinän rakenneavaus RA1 tilassa 2.039.



Kuvat 9-11. Väliseinän rakenneavaus RA2 tilassa 2.088.

4.5 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Lattiarakenteiden muovimattojen alapuolisena suhteellisen kosteuden raja-arvona mattoliiman vaurioitumisen kannalta pidetään yleisesti 85 % suhteellista kosteutta. Pintakosteuskartoitusta tarkentaneissa viiltomittauksissa todettiin paikallinen yli 85 % suhteellinen kosteus (87,8 %) hallintotilan käytävällä 3.017, terveydenhoitajan huoneen ovenkynnyksessä 3.030–3.031 ja alakoulun luokassa 2.070. Hallintotilan käytävän hieman kohonnuttu kosteutta voidaan pitää hyväksyttävänä kohonneen kosteuden alueen paikallisuuden vuoksi ja lisäksi, koska raja-arvon tiukka tulkinta ei ole tarkoituksenmukaista tilassa, missä ei oleilla jatkuvasti. Tilan 2.070 ruokalan puoleisella seinustalla havaittu 90,8 % suhteellinen kosteus on pintakosteuskartoituksen perusteella paikallinen. Lisäksi käytetty Lifeline-muovimatto pysyy varsin vähäpäästöisenä vaikka suhteellisen kosteuden raja-arvo 85 % RH hieman ylittyisikin heti maton alla (ks. Tutkimusraportti 17.9.2014, Vahanen Oy), joten emme suosittele muovimaton uusimista tilasta 2.070. Terveydenhoitajien tiloissa 3.030–3.031 havaitun korkean 93,6 % suhteel-

lisen kosteuden vuoksi suosittelemme muovimaton paikallista uusimista em. tiloissa. Suositeltava korjattava alue on esitetty liitteessä 2.

Väliseinien rakenneavauksissa ei todettu merkkejä kosteusvauriosta väliseinän materiaaleissa. Näin ollen väliseinien osalta ei ole tarvetta jatkotoimenpiteisiin.

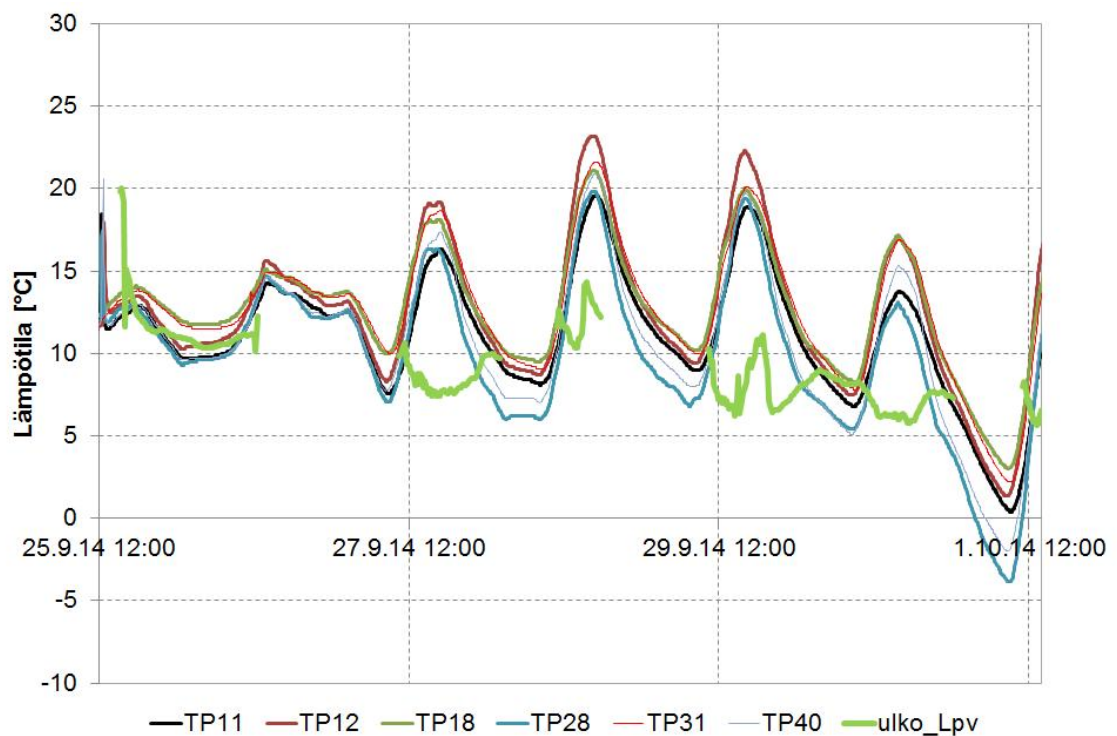
Viiltoimittauksen tulosten perusteella ei ole havaittavissa syy-yhteyttä lattiamaton alapuolisen kohonneen kosteuspitoisuuden ja tilan käyttäjien oireilun välillä.

5 Ullakon ja sisäilman olosuhdemittaukset

5.1 Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaustulokset ullakolla

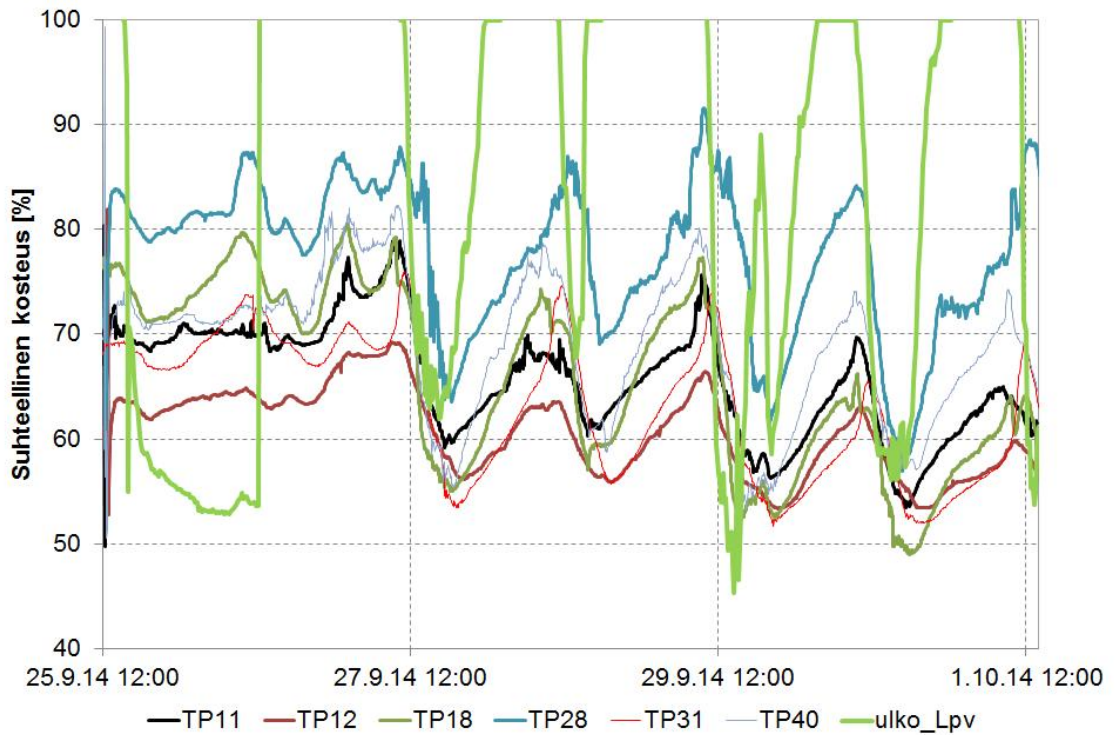
Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden olosuhdemittaukset toteutettiin ullakkotilassa kuudessa kohdassa aikavälillä 25.9–1.10.2014. Mittaustulokset on esitetty kuvaajissa 1 ja 2. Mittauspaikat on esitetty liitteessä 3. Ulkoilman mittauslaitteen patteri oli loppunut kesken mittauksen, mistä syystä ulkoilman vertailuarvoina käytetään Leppävaaras- sa vastaavana ajankohtana varjosta mitattua (vastaava Testo 174H loggeri) ulkoilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaustuloksia. Leppävaaran mittaustuloksissa on katkoksia ilmeisesti liittymän loggeriin kondensoituvan kosteuteen.

Ullakon lämpötila vaihtelee päivän mittaan ja nousee useana päivänä yli ulkoilman lämpötilan (kuvaaja 1).



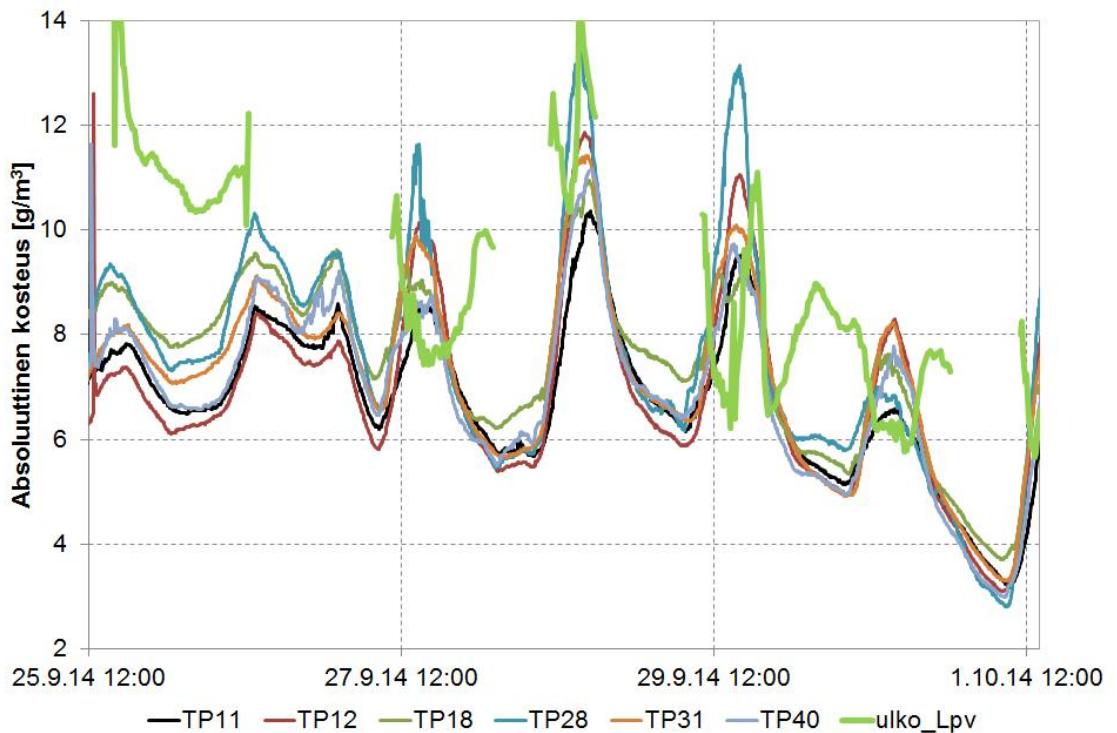
Kuvaaja 1. Lämpötila ullakkotilan ilmassa kuudessa mittauspisteessä. Vihreällä paksulla viivalla on esitetty Leppävaaras- sa tehdyn mittauksen mukainen ulkoilman lämpötila.

Ullakon ilman suhteellinen kosteus vaihteli välillä 52–92 % (kuvaaja 2).



Kuvaaja 2. Suhteellinen kosteus ullakkotilan ilmassa kuudessa mittauspisteessä. Vihreällä paksulla viivalla on esitetty Leppävaarassa tehdyn mittauksen mukainen ulkoilman suhteellinen kosteus.

Ullakon ilman kosteussisältö (kuvaaja 3), absoluuttinen kosteus, laskettiin lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittausten tuloksista.



Kuvaaja 3. Absoluuttinen kosteus ullakkotilan ilmassa kuudessa mittauspisteessä. Vihreällä paksulla viivalla on esitetty Leppävaarassa tehtyjen mittausten perusteella laskettu ulkoilman absoluuttinen kosteus.

5.2 Paine-eron mittaustulokset

Paine-eroa mitattiin ullakkotilassa pääovien katoksen säleikön yli (kuva 12). Tarkoitus oli selvittää millaisia paine-eroja syntyy tilan 2.112 yläpuolisen ilmatilan ja ulkoilman välillä johtuen tuulenpaineesta. Rakennuksen suuntauksen perusteella tuuli saattaa muodostaa ylipainetta yläpohjan yläpuolelle, mikä voisi aiheuttaa ilmavirtauksia ullakkotilasta alapuolisiin luokkatiloihin.



Kuva 12. Näkymä tilojen 2.111 ja 2.112 yläpuolisessa yläpohjarakenteessa.

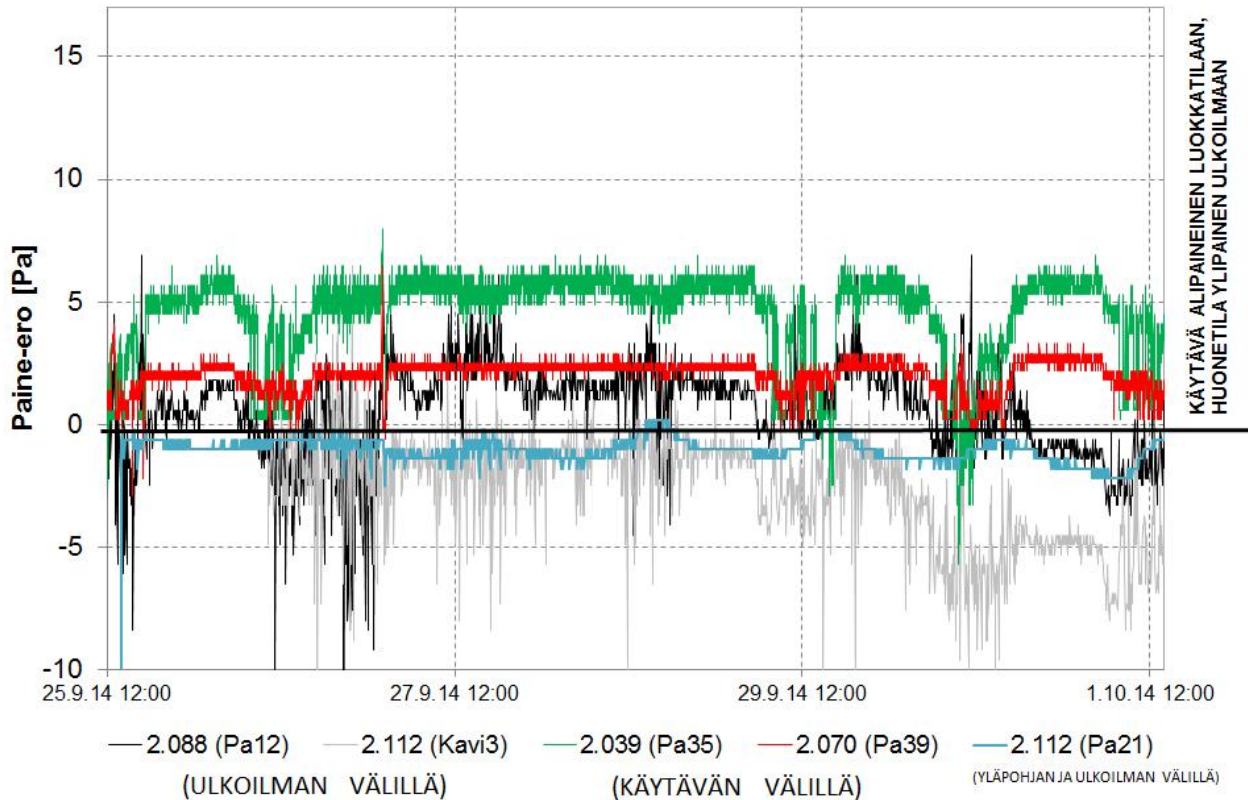
Paine-eroa mitattiin myös alakoulun luokkatiloissa 2.088 ja 2.112 ulkoseinän yli sekä käytävän vastaisen väliseinän yli (kuva 13) tiloissa 2.039 ja 2.070.



Kuva 13. Esimerkki paine-eromittauksesta tilan 2.112 ja viereisen käytävän välillä.

Em. paine-eromittausten tulokset on esitetty kuvaajassa 4. Tila 2.088 oli keskimäärin 2-3 Pascalia ylipaineinen ulkoilmaan nähden ja tila 2.112 alipaineinen ulkoilmaan nähden. Tilan 2.112 alipaine oli keskimäärin 2 Pascalia ja aikavälillä 30.9–1.10.2014 noin 5-8 Pascalia. Käytävän ja huonetilojen välillä tehdyssä mittauksessa käytävät olivat 6 Pascalia (2.039) ja 3 Pascalia (2.070) alipaineiset luokkatiloihin nähden. Tarkas-

teltu tilan 2.112 yläpuolinen ulkoilmaan yhteydessä oleva ullakkotila oli noin yhden Pascalin alipaineinen ulkoilmaan nähden.



Kuvaaja 4. Paine-eromittauksien tulokset alakoulun tiloissa.

5.3 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Ullakkotilasta mitatut lämpötilat olivat ulkoilman tasolla, mutta nousivat useana ilta-päivänä selvästi ulkoilman lämpötilaa korkeammalle (kuvaaja 1), mikä johtuu todennäköisesti katolle osuvasta auringonsäteilystä. Toisaalta ajoittain ullakkotilasta mitattiin ulkoilmaa alempia lämpötiloja, enintään 4 °C, mikä liittyy loggerin sijaintiin vesikatteen alapuolella. Tällöin vesikate viilenee yön vastasäteilyn vaikutuksesta alle ulkoilman lämpötilan ja laskee samalla ilman lämpötilaa erityisesti vesikatteen läheisyydessä.

Ullakkotilassa mitattiin keskimäärin 50–80 % suhteellisia kosteuksia, kun samaan aikaan ulkoilman suhteellinen kosteus oli ajoittain 100 %. Yhdessä ullakkotilan osassa (mittapiste TP28) mitattiin hetkittäin korkeampia suhteellisen kosteuden arvoja (80–90 %). Kohonnut suhteellinen kosteus (ja absoluuttinen kosteus) liittyy todennäköisesti ullakkotilan em. lämpötilan nousuun yli ulkoilman lämpötilan, jolloin ullakkotilan rakennusmateriaaleista vapautuu vesihöyryä ullakon ilmaan. Tätä voidaan pitää rakenteen normaalina toimintana, eivätkä hetkelliset korkeammat suhteelliset kosteudet (80–90 %) edellytä toimenpiteitä. Muissa mittapisteissä ullakkotilan tuuletus on hie-man mittapistettä TP28 tehokkaampi, joten näissä pisteissä RH ei noussut vastaavalla tavalla hetkellisesti tasolle 80–90 % RH.

Yläpohjarakenteessa käytetty epäorgaaninen puhallusvilla ei toimi mikrobien kasvu- alustana. Ullakkotilan runkorakenteena on höylätty puu ja katteen alusrakenteena raakaponttilautaa, joissa ei havaittu kosteuteen liittyviä jälkiä pois lukien yksittäiset vesivuotoihin liittyvät kohdat raakaponttilaudoituksessa, ks. kappale 9. Tehtyjen lyhyt- aikaisen mittauksen perusteella ullakkotilan tuuletusperiaate on riittävä ja kosteustekni- nen toimivuus on hyvä.

Paine-eromittausten perusteella luokkatilassa 2.112 voi olla hetkittäin sellaiset painesuhteet, että rakenteista voi siirtyä sisäilmaan jonkin verran ilmavirtauksia mahdol- lisista ulkovaipan epätiivetyshetkistä, jotka saattavat kuljettavat mukanaan epäpuhta- uksia. Alipainetta mitattiin tilasta 2.112 enimmillään 5-8 Pascalia ajalla 30.9- 1.10.2014, mihin saattaa vaikuttaa läheisten wc-tilojen poistoilmavirta. Vastaavan suu- ruinen alipaine mitattiin aiemmassa tutkimuksessa aikavälillä 21.-24.6.2014 (Vahanen Oy 17.9.2014) tilasta 2.088. Nyt tilasta 2.088 mitattiin kuitenkin ylipainetta 2-3 Pasca- lia ulkoilmaan nähden. Tilan 2.088 välittömässä läheisyydessä ei ole wc-tiloja. Muutos tilan 2.088 painesuhteessa voi johtua siitä, että kesän mittauksessa ilmanvaihdon käyn- tiasetukset olivat erilaiset kuin nyt. Ilmanvaihto oli päällä syys-lokakuun mittauksessa 1/1-teholla 24/7. Ilmanvaihdon käyntiasetus 1/1 vähentää likaisten tilojen poiston vai- kutusta tilojen välisiin painesuhteisiin. Ilmanvaihdon tulo- ja poistoilmavirrat ovat to- dennäköisesti olleet ilmanvaihtoalueella mittaushetkellä lähes tasapainossa (Vahanen Oy tutkimusraportti 17.9.2014).

Luokkatilojen ja käytävän välisen paine-eromittauksen perusteella käytävät ovat hie- man alipaineiset luokkatiloihin nähden, mutta ilmavirtausten suuruus on todennäköi- sesti vähäinen.

Tilan 2.112 ullakkotilan ja ulkoilman välillä mitattu vähäinen paine-ero viittaa siihen, ettei tuulenpaine aiheuta merkittävää ylipainetta ullakkotilan ilmaan.

Paine-eromittausten perusteella ei ole havaittavissa selkeää syy-yhteyttä mitattujen paine-erojen ja tilan käyttäjien oireilun välillä.

Rakenteiden läpi tapahtuviin ilmavirtauksiin vaikuttaa em. painesuhteiden lisäksi ra- kenteiden ilmatiiveys, ks. kappale 6.

6 Rakenteiden ilmatiiveyden tutkimus

6.1 Havainnot ja mittaustulokset

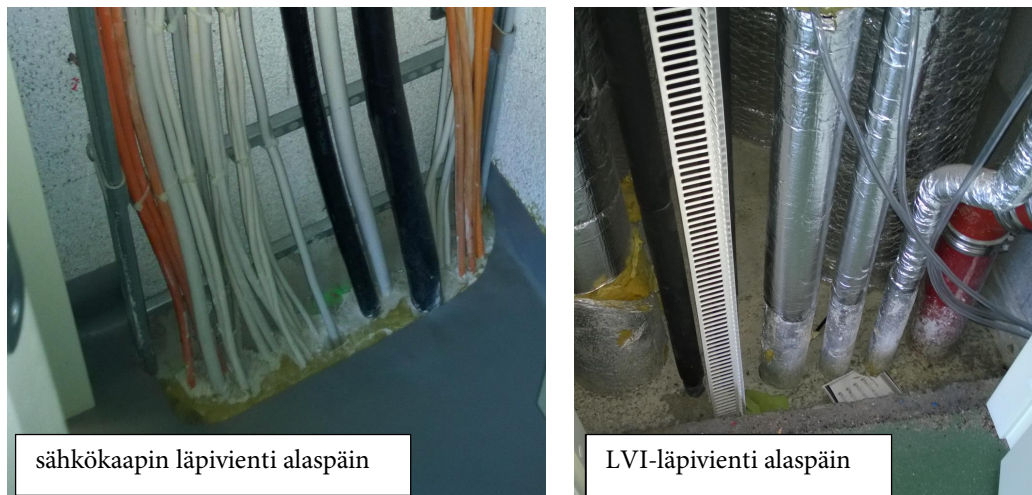
Alakoulun tiloissa tutkittiin rakenteiden ilmatiiveyttä aistinvaraisella tarkastelulla ja merkkiainekokeella. Käytävän alaslasketun katon ilmatiiveyttä tutkittiin, koska aiem- massa Vahasen tutkimusraportissa (päivätty 17.9.2014) oli todettu alaslasketussa ka- tossa pölyä ilmanvaihtokanavien päällä kanavan ulkopinnassa. Alaslasketun katon tutkimuspaikat MAK1-3 on esitetty liitteessä 1 punaisilla laatikoilla. Lisäksi merkkiai- neella tutkittiin ilmanvaihtokuilu kohdassa MAK4. Yläpohjan ilmatiiveyttä tutkittiin tilassa 2.112 (MAK5).



Merkkiainetutkimuksissa MAK1-3 paine-ero alaslasketun kattotilan ja käytävän välillä oli alhainen, 0-4 Pa, eikä tutkimuksissa havaittu ilman virtaavan alaslasketussa katossa olevien huoltoluukkujen reunoilta käytävään. MAK3 yhteydessä arvioitiin läheisen sähkökaapin ilmatiiveyttä (kuvat 14–16). Kaapin oven karmit olivat selkeästi epätiiviit. Kaapin ovi ja lisäksi sähköjohtojen läpivienti alaslaskettuun kattoon olivat epätiiviit. Kerrosten väliset sähkö- ja LVI-läpiviennit vaikuttivat aistinvaraisesti arvioituna ilmatiiviyttä (kuvat 17–18). Sähkökaapit on suunniteltu ylipaineisiksi (tuloilmavirta 10 l/s ja poistoilmavirta 5 l/s).

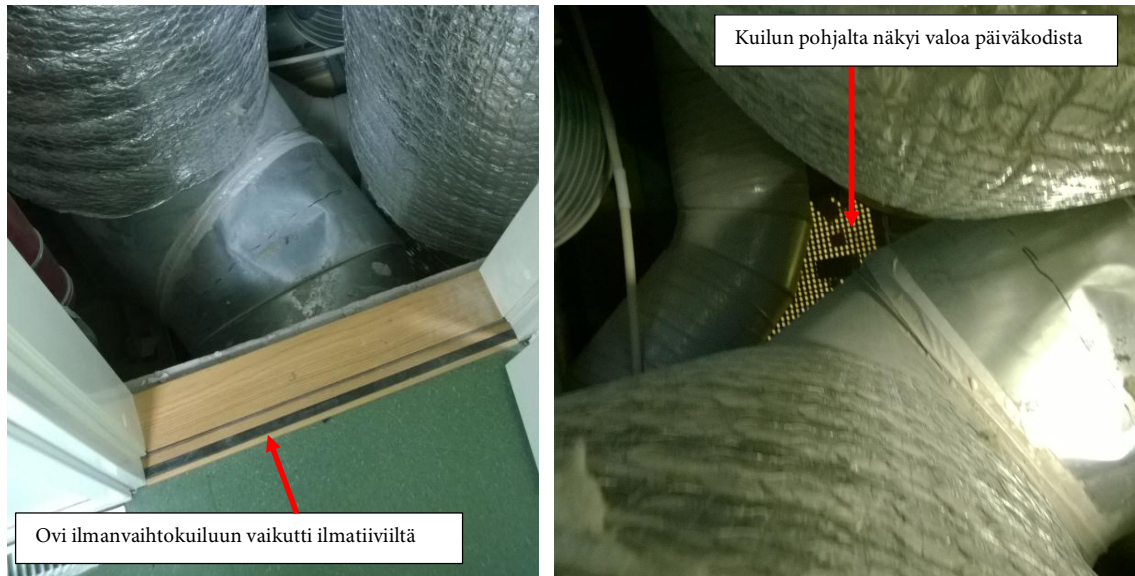


Kuvat 14–16. Alakoulun käytävällä olevan sähkökaapin rakenteet eivät ole ilmatiiviit. Keskellä esitetty oven karmin liitos tiiliseinään ja oikealla sähköläpivienti.



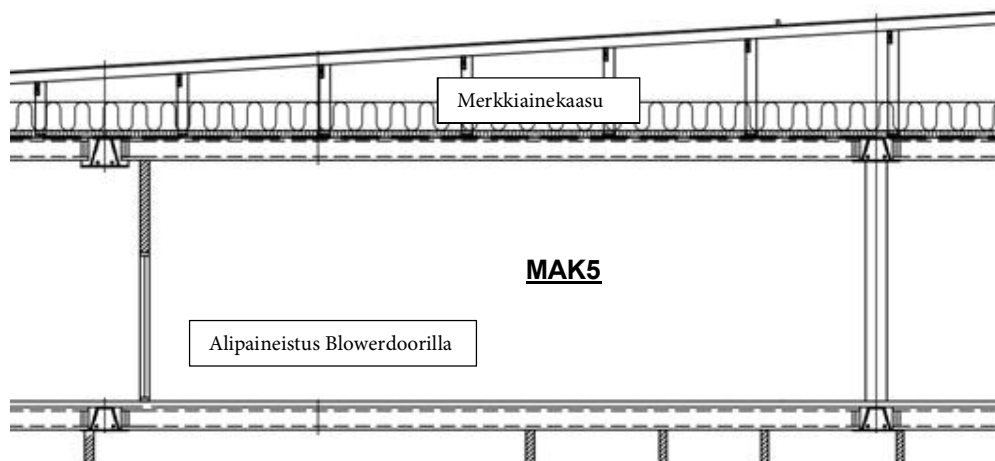
Kuvat 17–18. Sähkökaapin ja LVI-kaapin läpiviennit välipohjan läpi.

Alakoulun ilmanvaihtokuilussa havaittiin olevan ilmayhteys päiväkodin kerrokseen (liite 1, MAK4). Merkkiainekokeessa oven todettiin olevan ilmatiivis, mutta paine-eroa oven yli ei mitattu. (kuvat 19–20) Kuilutilassa oli hieman ylimääräistä rakennusmateriaalia.



Kuvat 19–20. Merkkiainekokeessa 4 testattiin ilmavaihtokuilun oven ilmatiivyyttä. Oikeassa kuvassa on esitetty näkymä alaspäin kuilussa.

Tilassa 2.112 tehdyssä merkkiainekokeessa tila alipaineistettiin blowerdoor-laitteistolla reilulla ilmavirralla tilasta käytävälle. Merkkiaineakaasua johdettiin ullakkotilassa puhallusvillaan tehtyihin kuoppiin höyrünsulun päälle (kuva 21). Merkkiainelaitteella ei havaittu ilmavuotokohtia tilan 2.112 yläpohjarakenteesta. Paine-eroa yläpohjarakenteen yli ei mitattu, mutta paine oli luokkatilassa varmuudella ullakkotilaa alempi blowerdoorin vaikutuksesta.



Kuva 21. Tilan 2.112 yläpohjan yli tehtiin merkkiainekoe.

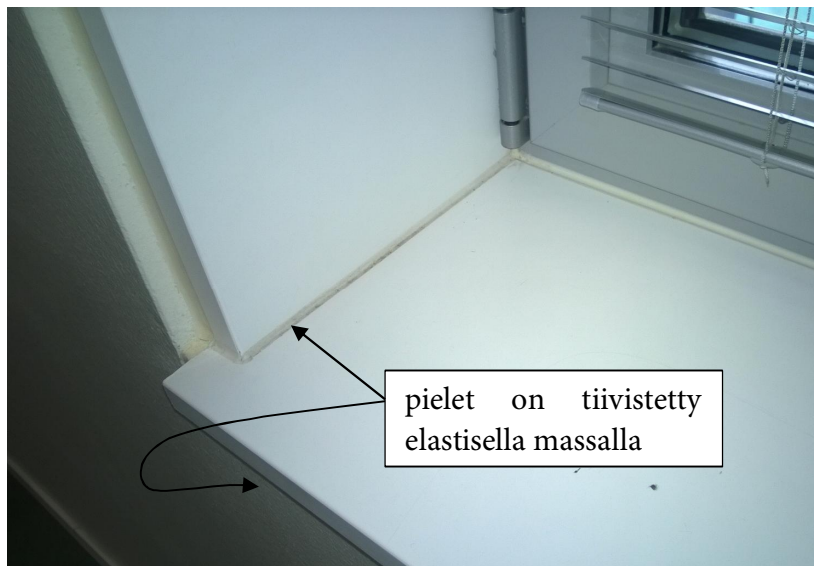
Yläpohjarakenteen bitumista höyrünsulkua ei ole ylösnotettu ilmanvaihtokanavaa vastaan (kuva 22–23).





Kuvat 22–23. Tilan 2.112 yläpuolella yläpohjarakenteen puhallusvilla lapioitiin pois ilmanvaihtokanavan ympäriltä.

Ulkoseinien ilmatiiveyttä ei tutkittu. Aistinvaraisesti arvioituna ulkoseinien ilmatiiveys on kohtuullinen ikkunoiden kohdalla. Ikkunan pielet on tehty levyrakenteisina ja levyt on tiivistetty elastisella massalla reunoistaan. Tiivistyksessä ei havaittu selkeitä vuoto-kohtia, kuten reikiä tai tiivistysmassan huonoa tartuntaa. (kuva 24)



Kuva 24. Ikkunan pielet on tehty levyrakenteisina (tila 2.112).

6.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Käytävän alaslasketun katon ilmatiiveys vaikutti tutkimuksissa kohtuulliselta, vaikkakin suurin syy siihen, että merkkiainetta ei kulkeutunut katosta käytävälle on todennäköisesti alhainen paine-ero käytävän ja katon välillä. Sen sijaan sähkökaapin rakenteissa havaittiin useassa kohdassa epätiiveyskohtia, joiden kautta voi tapahtua hallit-

semattomia ilmavirtauksia. Sähkökaapin ylipaineisuuden vuoksi suosittelemme alakoulun sähkökaappien ja alaslasketun katon välisen seinän läpivientien ja muiden mahdollisten epätiivelyskohtien tiivistystä. Sähkökaappien ovien raoista tuloilma pääsee tasaantumaan käytävälle.

Sähkökaapeissa ja LVI-kuiluissa ei ollut suoraa ilmayhteyttä alempaan kerrokseen, vaan tilojen lattia ja läpiviennit oli valettu umpeen. Näiden läpivientien ilmatiiveys vaikutti kohtuulliselta. Yhdestä LVI-kuilusta havaittu ilmayhteys päiväkotiin ei edellyttä toimenpiteitä, sillä kuilun ovi oli ilmatiivis. Suosittelemme kuitenkin kuilun siivousta ylimääräisestä rakennusmateriaalista ja pölystä. Lisäksi kuilussa olevat avoimet mineraalivillapinnat on suositeltavaa teipata alumiiniteipillä.

Tilan 2.112 yläpohjarakenteen yli tehdyn merkkiainekokeen perusteella yläpohjarakenne on ilmatiivis, eikä yläpohjan läpi näin ollen tapahdu ilmavirtauksia, joilla voisi olla vaikutusta sisäilman laatuun.

Mikäli tässä tutkimusraportissa esitettyjen toimenpide-ehdotusten suorittamisen jälkeen halutaan saada lisätietoa rakenteiden ilmatiiveydestä, suosittelemme ulkoseinä-rakenteen listoituksen ja ikkunapenkkirakenteen purkamista, ilmatiiveyden aistinvaraisista arviointia sekä merkkiainekoetta pistokoemaisesti.

7 Pölynäytteenotto

7.1 Havainnot

Pölyn määrää havainnoitiin aistinvaraisesti vertailutiloissa 2.039, 2.070, 2.088 ja 2.112 tuloilmakanavasta (käytävältä), poistoilmalaitteen kammion pinnoilta, tuloilmalaitteen (Activent-suutinkanava) ja valaisimien päältä. Lisäksi ilmoitustaulujen poiston yhteydessä arvioitiin taulujen taustan pölyisyyttä, ks. kappale 8.

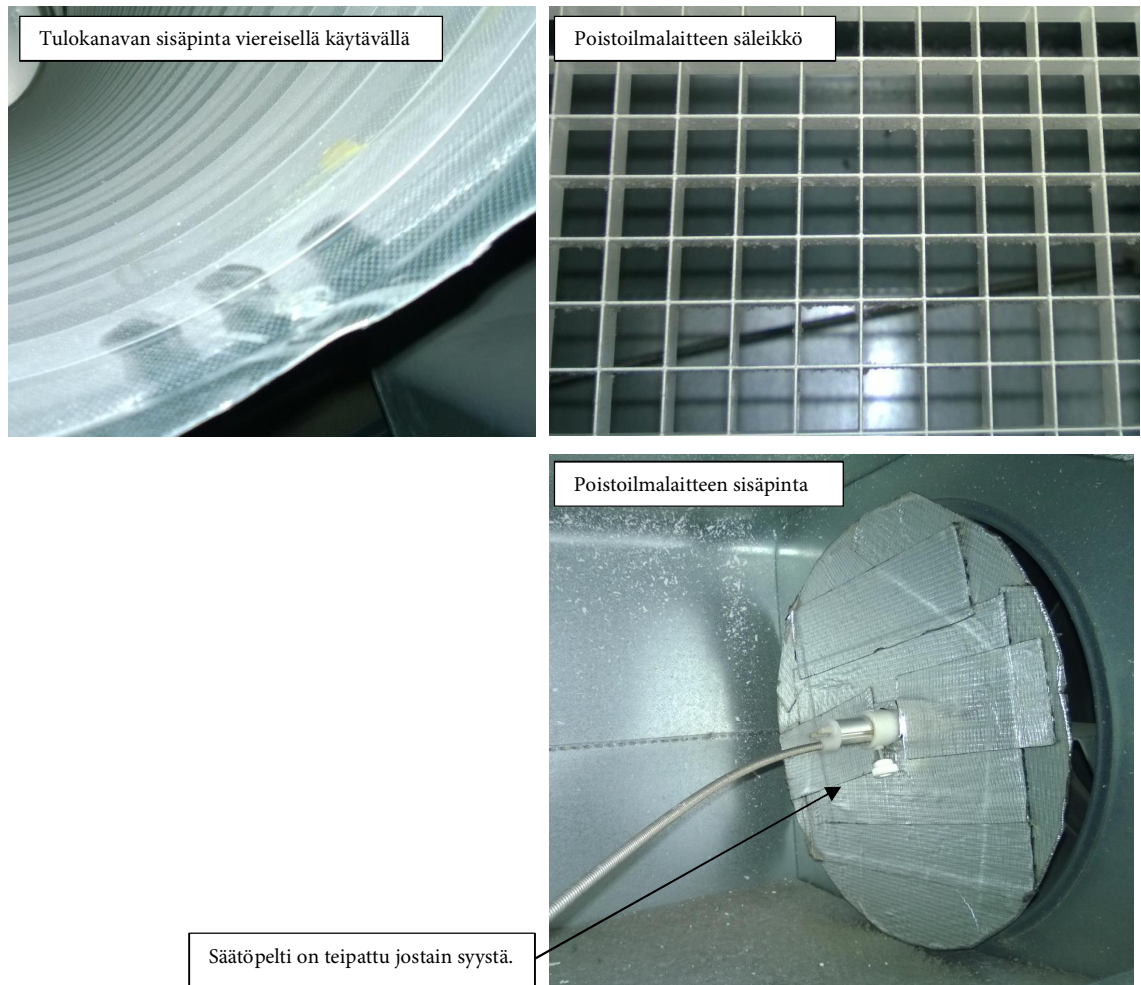


Tilassa 2.039 havaittiin sormipyyhinnän perusteella pölyä tuloilmakanavan sisältä, tuuloilmasuutinkanavan yläpinnasta, poistoilmasäleiköstä ja poistoilmalaitteen kammios-
ta (kuvat 25–28).



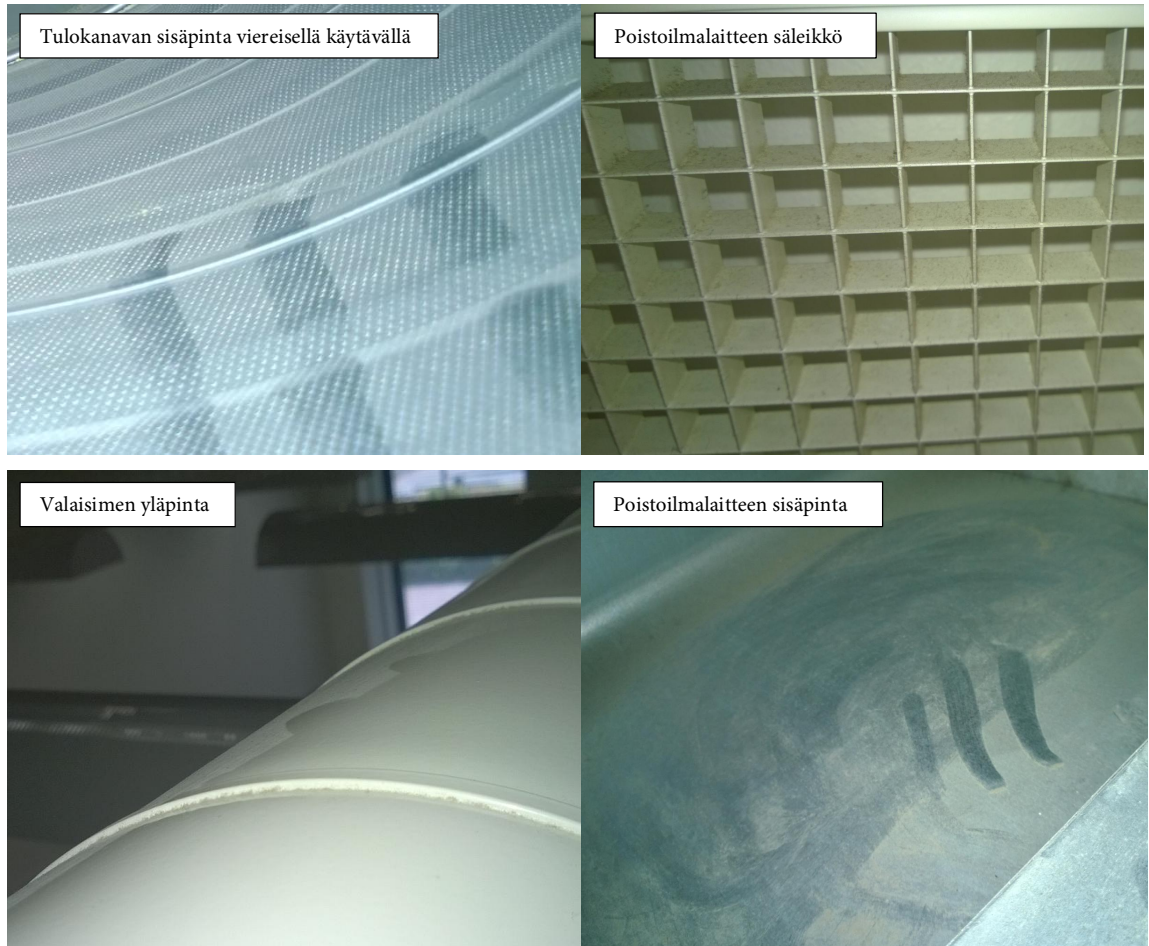
Kuvat 25–28. Aistinvaraisia havaintoja tilan 2.039 pölyisyydestä.

Tilan 2.070 pintojen pölyn aistinvaraisessa arvioinnissa havaittiin pölyä tuloilmakanavan sisältä, tuloilmasuutinkanavan yläpinnasta, poistoilmasäleiköstä ja poistoilmalaitteen kammioista, mutta valaisimien ja tuloilmasuutinkanavan yläpinta sekä poistoilmakammion pinta vaikuttivat vähemmän pölyisiltä kuin kolmessa muussa vertailutilassa (kuvat 29–31).



Kuvat 29–31. Aistinvaraisia havaintoja tilan 2.070 pölyisyydestä.

Tilassa 2.088 havaittiin selvää pölyä valaisimen ja tuloilmasuutinkanavan sekä poistoilmakammion pinnoilta. Myös tuloilmakanavan sisäpinnalla ja poistoilmasäleikössä havaittiin pölyä. (kuvat 32–35)



Kuvat 32–35. Aistinvaraisia havaintoja tilan 2.088 pölyisyydestä.



Tilan 2.112 valaisimen ja tuloilmasuutinkanavan päältä sekä poistoilmasäleiköstä havaittiin kaikista vertailutiloista eniten pölyä. Myös tuloilmakanavan ja poistoilmalaitteen sisäpinoilla havaittiin pölyä. (kuvat 36–39)



Kuvat 36–39. Aistinvaraisia havaintoja tilan 2.112 pölyisyydestä.



Valaisimet ja tuloilmasuutinkanava (Activent) sijaitsevat alakoulun luokkatiloissa toisiinsa nähden siten, että tuloilma suuntautuu valaisimen yläpintaan (kuva 40). Tällöin tuloilmavirta voi irrottaa valaisimen pinnalta pölyä.



Kuva 40. Luokkatilojen tuloilmanvaihto ja valaisimet luokkatilan 2.088 katon rajassa.

7.2 Pölynäytteiden analyysitulokset

Pyyhintäpölynäytteet otettiin vertailutiloista 2.039, 2.070, 2.088 ja 2.112. Näytteitä otettiin luokkatilojen valaisimen ja tuloilmasuutinlaitteen yläpinnasta, poistoilmalaitteen kammion pinnasta sekä yksi näyte tilan 2.070 viereiseltä käytävältä alaslasketussa katossa olevan ilmanvaihtokanavan ulkopinnasta kanavan päältä.

Näytteiden todettiin elektronimikroskoopilla ja röntgenmikroanalysaattorilla koostuvan lähes pelkästään rakennusmateriaaleista peräisin olevasta kiviaineshiukkasesta, joka oli yleensä kalsium-pitoista. Lisäksi näytteissä 1, 4, 5, 7 ja 8 todettiin tekstiili- ja paperikuituja, hilsettä ja tärkkelyshiukkasia. Tilan 2.070 poistoilmalaitteen pinnalta otetussa näytteessä 8 havaittiin hieman kivivillan tapaista mineraalikuitua. Näytteissä ei havaittu homeitiöitä, homerihmastoja tai asbestia.

Pyyhintäpölynäytteiden analyysivastaus on liitteenä 4.

7.3 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Aistinvaraisten arvioinnin perusteella tutkituissa tiloissa 2.039, 2.070, 2.088 ja 2.112 oli pölyä valaisimien ja tuloilmalaitteiden yläpinnalla, poistoilmalaitteiden sisäpinoilla, poistoilmasäleiköissä sekä tuloilmakanaviston sisäpinnalla. Tilakohtaisesti eniten pölyä vaikutti olevan tilojen 2.039 ja 2.112 tarkastelluilla pinnoilla (taulukko 3). Vähiten pölyä havaittiin tilassa 2.070. Tulokanaviston pinnalla havaittiin vähemmän pölyä kuin muilla tarkastelluilla pinnoilla. Yleisesti ottaen pölyn määrää eri pinnoilla voidaan pitää merkittävänä.

Taulukko 3. Aistinvaraiseen arvioon perustuva pölyn määrän arvio neljässä tarkastellussa tilassa.

	Arvioitu pölyn määrä (0=ei pölyä, + pölyä, ++ enemmän pölyä, +++ eniten pölyä)			
tila	valaisimen ja tuloilmasuutinkanavan yläpinta	poistoilmalaitteen pinta	poistoilmasäleikkö	tulokanavan sisäpinta käytävältä alaslasketussa katossa.
2.039	++	+++	++	+
2.070	+**	+**	+	+
2.088	++	++	+	+
2.112	+++	++	+++	+

**kaikkein pölyttömin vertailupinta.

Pyyhintäpölynäytteiden perusteella valaisimen, tuloilmalaitteen ja poistoilmalaitteen pinnoilla oleva pöly on pääosin rakennusmateriaaliperäistä kiviainespölyä. Pölynäytteiden tulosten perusteella tarkastelluilla pinnoilla on todennäköisesti rakentamisen aikaista pölyä (valmistumisvuosi 2011) ja/tai lattian korjauksesta syntyneitä (korjaukset kesällä 2014) hiontapölyä. Jälkimmäistä tukee myös se, että pölyn määrän arvioinnissa tulokanavistossa havaittiin vähiten pölyä.

Pölynäytteiden ja -määrän aistinvaraisen arvioinnin sekä tietojen käyttäjien mahdollisista sisäilmaan liittyvistä oireista perusteella on mahdollista, että joissain tiloissa sisäilman pölyisyys voisi aiheuttaa käyttäjissä oireilua. Tätä tukee se, että neljästä vertailutilasta kahdessa oireilutilassa 2.112 ja 2.039 havaittiin eniten pölyä. Pölyyn liittyviä oireita voi olla esimerkiksi ihon ja hengitysteiden ärsytysoireet. Suosittelemme kattavaa siivousta alakoulun luokkatiloissa sekä ilmanvaihtokanavistossa, jolla poistetaan pölyt em. pinnoilta. Lisäksi, yläpölyjen säännöllinen puhdistaminen on suositeltavaa (esitetty jo aiemmassa raportissa Vahanen Oy 17.9.2014). Yläpölyt on suositeltavaa puhdistaa kerran lukukaudessa. Yläpölyjen puhdistuksessa on erityisesti varmistettava kattovalaisimien ja tuloilmasuutinkanavien yläpintojen huolellisesta puhdistamisesta.

Tuloilmasuutinkanavan sijainti valaisimien lähellä lisää sisäilman pölyhiukkaspitoisuutta. Tarvittaessa yläpölyjen puhdistuksen lisäksi voidaan harkita valaisimien korkeusaseman muuttamista (käytännössä nostamista ylemmäs). Tuloilmasuutinkanavan suutintekniikan muuttaminen, siten että tuloilmavirta ei kohdistu valaisimien suuntaan, ei ole suositeltavaa, sillä se voi aiheuttaa ääniongelmia.



8 Ilmoitustaulujen poistaminen neljästä tilasta

Aiemman tutkimuksen (Vahanen Oy 17.9.2014) perusteella tiloista 2.039, 2.070, 2.088 ja 2.112 poistettiin kokeilumielessä seinäpinoilta kaikki tiloissa olevat korkki-linoleum-ilmoitustaulut, joiden on todettu tuoksuvan melko voimakkaasti. Taulujen poiston yhteydessä ei havaittu merkittävästi pölyä taulujen takapinnassa tai taulun takaisesta seinäpinnasta. Kuvan 41 mukaisia isoja ilmoitustauluja poistettiin kaikista em. tiloista. Tämän lisäksi videotykin takaa poistettiin kapeat ilmoitustaulut tiloista 2.039, 2.088 ja 2.112. Taulujen poistamisen vaikutusta tiloissa koettuun sisäilmaan viittaaviin oireiluihin on tarkoitus arvioida taulujen poiston ja nyt tehdyn tutkimuksen jälkeen.



Kuva 41. Ilmoitustaulun poistaminen käynnissä alakoulun tilassa 2.070.

9 Muut havainnot tutkimusten yhteydessä

Ullakkotilassa tehtiin aistinvaraisia havaintoja lämpötila-kosteus-loggerien asennusvaiheessa. Yläpohjan lämmöneristeenä on suunnitelmista poiketen pelkkää puhallusvillaa, eikä höyrynsulun päällä ole 100 mm lämmöneristelevyä (kuvat 4 ja 22). Vesikaton raakaponttilaudan alapinnassa havaittiin kosteusjälkiä kahdessa kohdassa (kuvat 42–43), jotka viittaavat katteessa olevan vuotokohtia. Suosittelemme vesikaton vuotokohtien paikallistamista ja korjaamista. Mahdollisia vuotokohtia voidaan paikallistaa etsimällä kosteusjälkiä raakaponttilaudan alapinnasta.





Kuvat 42–43. Ullakkotilassa havaittiin kosteusjälkiä raakaponttilaudan alapinnassa. Sijainnit on esitetty liitteessä 3.

Yläpohjan puurakenteet olivat em. kohtia lukuun ottamatta hyvässä kunnossa (kuva 44).



Kuva 44. Ullakkotilan puurakenteet olivat hyvässä kunnossa pois lukien paikalliset kosteusjäljet kuvissa 42–43.

Koulun pääovien yläpuolisen katoksen vedenpoistokourussa havaittiin roskia (kuva 45). Vedenpoiston tukkeutuessa vesi patoutuu ja voi siirtyä hallitsemattomasti katoksen rakenteisiin. Suosittelemme vedenpoistokourun puhdistusta.





Kuva 45. Pääovien yläpuolinen katos.

Alakoulun portaikoissa havaittiin tutkimusten aikana oleilevan lapsia. Tilan ilmanvaihto koettiin aistinvaraisesti arvioituna riittämättömäksi. Suunnitelmien mukaan alakoulun kahden eri porrashuoneen ilmanvaihto toimii koneellisella poistolla, joista vastaa poistokoneet PK1 ja PK3. Suosittelemme lasten ohjeistamista viettämään välitunnit ensisijaisesti muualla kuin portaikoissa.

Ilmanvaihtokonehuoneen 2 raitisilmakammion lattia on pinnoitettu polyuretaanielastomeerilla (kuva 46). Pinnoitteen ei havaittu aistinvaraisesti arvioituna haisevan (myöskään lämmitettynä hiustenkuivaimella), joten epäily elastomeerin mahdollisista VOC-emissioista osoittautui turhaksi.



Kuva 46. Raitisilmakammion lattia on pinnoitettu suunnitelmien mukaisesti polyuretaanielastomeerilla.

Ilmanvaihtokonehuoneessa vaihdettiin kaikki tulo- ja poistoilmasuodattimet tilaajan 19.9.2014 esittämän toiveen mukaisesti. Suodattimet kuvattiin vaihdon yhteydessä Vantti Oy:n toimesta. Osa suodattimista oli vielä melko puhtaita. Kuvissa 47–48 on esitetty ilmanvaihtokoneen 6 vaihdetut suodattimet. Suodattimien kuvauksessa ei havaittu mitään, mikä viittaisi sisäilmaongelman aiheuttajaksi.





Kuvat 47–48. Tulo- ja poistosuodattimien vaihdon yhteydessä suodattimet valokuvattiin.

10 Yhteenvedo toimenpidesuosituksista

Tässä tutkimuslausestuksessa olevat korjaussuositukset eivät ole valmis korjaussuunnitelma. Korjauksista päätetään raportin valmistumisen jälkeen.

Tehtyjen tutkimusten perusteella ja kokemukseemme perustuen suosittelemme seuraavia toimenpiteitä:

- Kattava siivous alakoulun tiloissa käsittäen luokkatilojen pinnat (myös yläpölyt) ja ilmanvaihtokanavistojen sisäpinnat. Em. siivousten jälkeen on suositeltavaa suorittaa laadunvarmistustoimenpiteet, joilla varmistetaan siivousten onnistuminen.
- Välipohjan muovimaton paikallinen uusiminen liitteen 2 mukaisesta kohdasta.
- Alakoulun sähkökaappien alaslaskettuun kattoon menevien läpivientien tiivistäminen.
- LVI-kuilun siivous pölystä ja ylimääräisestä materiaalista ja avointen villapintojen teippaus alumiiniteipillä
- Tilojen 2.039, 2.070, 2.088 ja 2.112 käyttäjien palautteen seuraaminen ja arviointi tiloista poistettujen ilmoitustaulujen vuoksi.
- Raakaponttilaudassa havaittujen kosteusjälkien syyn selvitys ja korjaus sekä muiden mahdollisten vesikaton vuotokohtien etsiminen ullakkotilasta raakaponttilaudan alapintaa tarkastelemalla.
- Lasten ohjeistaminen välituntien viettämisestä muualla kuin portaikoissa.
- Katosrakenteen vesikourun puhdistus roskista.
- Mikäli ulkoseinärakenteiden ilmatiiveydestä halutaan saada lisätietoa, suosittelemme ikkunalistojen ja -penkin rakenneavauksia ja ulkoseinärakenteen merkkiainekoetta koeluonteisesti.

Suosittellemme seuraamaan Kanniston koulun sisäilman laatua mm. käyttäjäpalautteen avulla. Jos sisäilmahaittaepäilyt jatkuvat em. korjaustoimenpiteiden jälkeen, suosittelemme jatkotutkimuksia, jotka on suunniteltava erikseen.

Kanniston koululla on tehty raportin valmistumiseen mennessä ilmanvaihtokanaviston (tulo- ja poistokanavat) puhdistus ja luokkatilojen huolellinen siivous sisältäen yläpölyjen puhdistuksen. Vahanen Oy on tehnyt näiden töiden laadunvarmistuksen aikavälillä 10.–20.10.2014, jossa on todettu em. työt onnistuneesti tehdyiksi.

Espoossa 6.11.2014

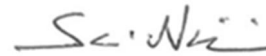
Vahanen Oy



Klaus Viljanen, asiantuntija

p. 044-7688337

Tarkastanut



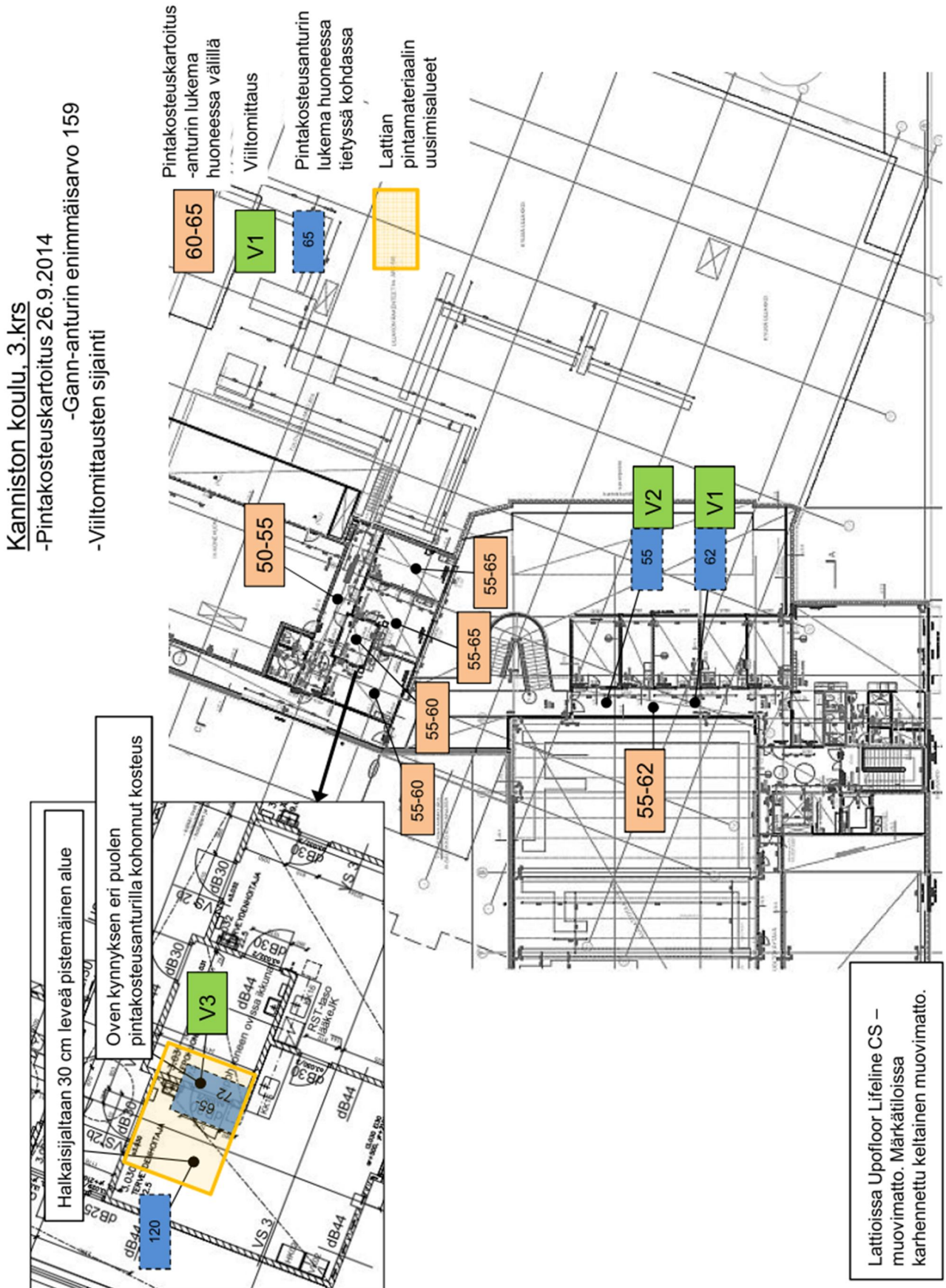
Sami Niemi, yksikönpäällikkö

p. 050-5967904

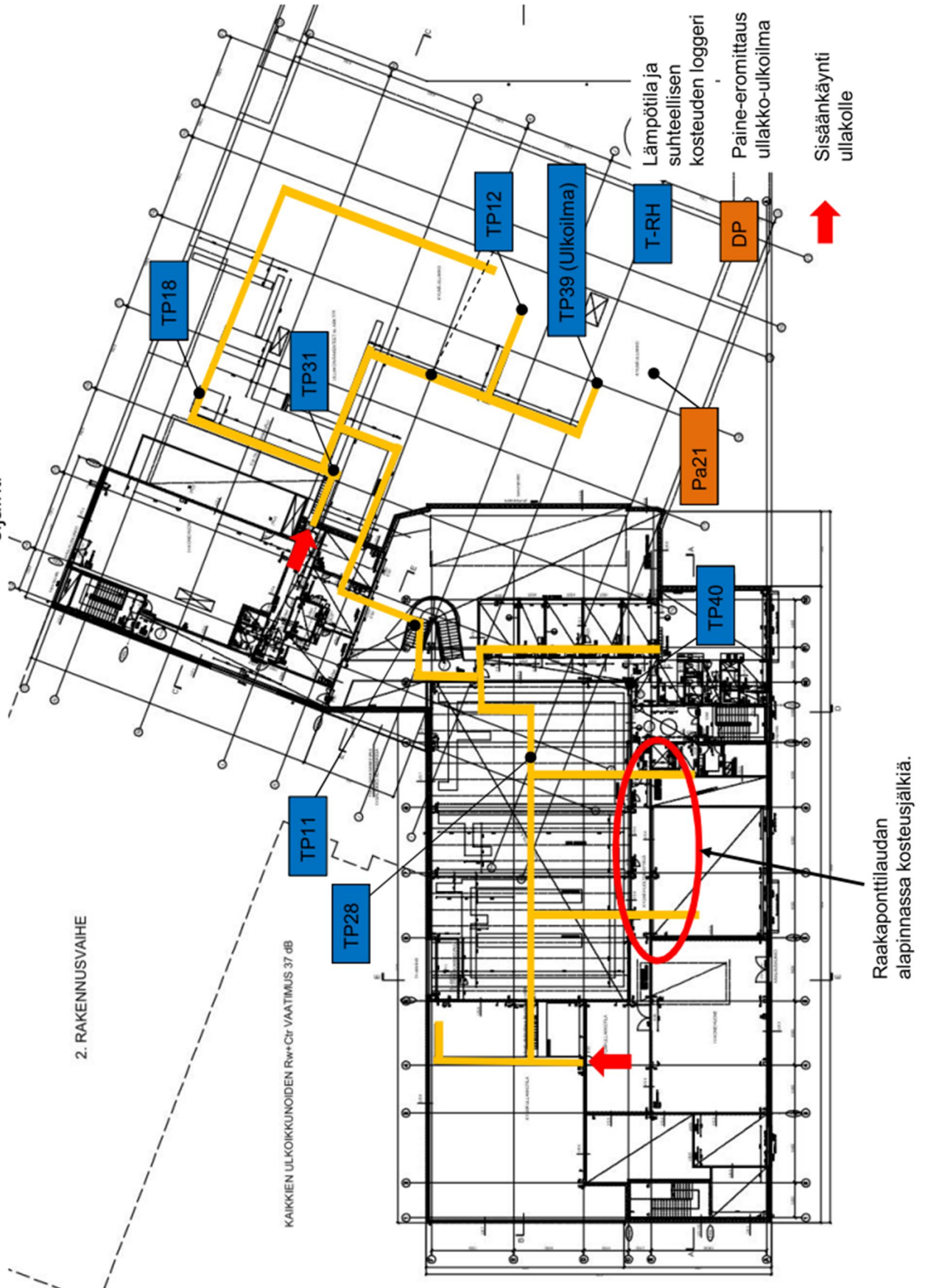
- Liitteet
- Liite 1:** Toisen kerroksen alakoulun pintakosteuskartoituksen tulokset, viiltomittausten, porareikämittausten sekä näytepalamittausten sijainti ja suositukset uusittaville mattoalueille.
 - Liite 2:** Kolmannen kerroksen opettajien tilojen pintakosteuskartoituksen tulokset.
 - Liite 3:** Lämpötila- ja kosteusmittausten sijainti ullakkotilassa.
 - Liite 4:** Pölynäytteiden analyysilausunto. Tutkimus 14–11214. Mikrofokus Oy 26.9.2014.
 - Liite 5:** Suhteellisen kosteuden (RH) mittaus lattiapinnoitteen alta ns. viiltomittauksella







Kanniston koulu, ullakkotila
-Lämpötila-, kosteus- ja paine-eromittausten sijainti



Vahanen Oy
Terhi Markkula
Linnoitustie 5
02600 ESPOO

Näytteenne Kanniston koulu 24.9.2014

PÖLYNÄYTETUTKIMUS, PÖLYN KOOSTUMUS

Pyyhintänäytteet;

1. Tila 2.039 valaisimen ja tulokanavan päältä
2. Tila 2.039 poistoilmakanava
3. Tila 2.088 valaisimen ja tulokanavan päältä
4. Tila 2.088 poistoilmakanava
5. Tila 2.112 valaisimen ja tulokanavan päältä
6. Tila 2.112 poistoilmakanava
7. Tila 2.070 valaisimen ja tulokanavan päältä
8. Tila 2.070 poistoilmakanava
9. Käytävän tilan 2070 edessä, alaslasketun katon yläpuolella olevan IV-kanavan päältä

Kaikkien näytteiden todettiin koostuvan lähes yksinomaan rakennusmateriaaliperäisistä kiviaineshiukkasista, erityisesti kalsium-pitoisista. Hiukkasten koko todettiin suurelta osalta varsin pieneksi. Näytteissä 1, 4, 5, 7 ja 8 todettiin lisäksi jonkin verran tekstiili- ja paperikuitujen osasia, hilsettä ja tärkkelyshiukkasia. Näytteessä 8 todettiin jonkin verran vuorivillan tyyppisiä mineraalikuituja.

Näytteissä ei todettu homeitiöitä/rihmastoa eikä asbestikuituja.

Näytteet analysoitu elektronimikroskoopilla (SEM) ja röntgenmikroanalysaattorilla (SEM/EDS).
(Tilaaajan toimittamat näytteet.)

materiaalitutkimuslaboratorio
MIKROFOKUS Oy



Erik.tutkija Simo Lehtinen, FK

Noudatamme konsulttitoimen yhteisiä sopimusehtoja KSE 1995.
Oheisen lausunnon saa kopioida vain kokonaisena. Osittainen kopiointi edellyttää Mikrofokus Oy:n kirjallista lupaa.

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 Vahanen Oy:n mittapäät kalibroidaan enintään 3 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 kalibroituja suolaliuosten avulla.

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

Mittalaittevalmistajan 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.