

Urheilupuiston koulu

Kisatie 2, 01800 Klaukkala

Sisäilma-, rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus
12.9.2019

Työnro 3111346.16

RTA Saija Korpi
DI Eeva Jokinen
Rkm Timo Ekola



Tiivistelmä

Tutkimuksen kohteena oli Nurmijärvellä sijaitseva Urheilupuiston koulurakennus. Rakennus on valmistunut vuonna 1980 ja rakennuksen peruskorjaus on toteutettu vuosina 2005 – 2006. Rakennuksessa on koettu sisäilman laatuun liitettyjä oirekokemuksia. Tutkimusten tarkoituksena oli selvittää rakenteiden kuntoa ja selvittää sisäilmaan liitettyjen oireiden aiheuttajaa ja syytä sekä arvioida alustavasti rakenteiden korjaustarvetta. Työn toimeksiantajana on Nurmijärven kunta (Tilakeskus) ja yhteyshenkilönä kohteessa on toiminut Mika Laakso.

Tutkimuksissa tarkasteltiin pääasiassa alapohja- ja ulkoseinärakenteiden toteutustapaa ja kuntoa. Rakenteiden kunnon selvittämisessä käytettiin kosteusmittauksia, rakenneavauksia, mikrobinäytteenottoja, VOC-materiaalinäytteenottoja (BULK) sekä merkkiainekokeita rakenteiden tiivyyden selvittämiseksi. Lisäksi tarkasteltiin sisätilojen painesuhteita ja sisäilmassa mahdollisesti esiintyviä teollisia mineraalikuivuja laskeumalevynäytteiden avulla. Sisäilmaolosuhteita (lämpötila, kosteus, hiilidioksidi) seurattiin jatkuvatoimisin ja tallentavin mittalaittein yhden viikon ajan. Alakattojen päällystöjen puhtautta tarkasteltiin aistinvaraisesti.

Merkittävimmin sisäilman laatua heikentävinä tekijöinä voidaan pitää alapohjarakenteisiin (lattiapinnoitteet ja pinnoitealustat) muodostuneita kosteusvaurioita, lattiapinnoitteista emittoituvia poikkeavia VOC-yhdisteitä sekä ulkoseinäeristeisiin muodostuneita kosteus- ja mikrobivaurioita. Merkkiainekokeiden ja rakenneavaushavaintojen perusteella ulkovaipan sisäpintaliittymissä on merkittäviä tiiveyspuutteita, joiden seurauksena korvausilmaa sekoittuu hallitsemattomasti ulkoseinien eristetilojen kautta sisäilmaan päin. Merkittävimmät korjaustoimenpiteet tulevat kohdistumaan alapohja- ja ulkoseinärakenteisiin.

Rakennuksen ulkopuolisessa kosteudenhallinnassa on paikallisia puutteita sokkelin vedeneristyksissä etenkin liikuntasalin maanpainsenän kohdalla (lounaispuoli) ja opettajainhuonetilojen kohdilla sijaitsevalla sokkeliosuudella. Paikoin maanpinnat kaatavat myös rakennukseen päin. Yleisesti ulkopuolista kosteudenhallintaa on kattavasti parannettu vuonna 2005 – 2006 peruskorjauksen yhteydessä.

Rakennuksen betonirakenteisissa alapohjarakenteissa todettiin laajoilla alueilla lattiapinnoitteiden ja pinnoitealustojen liima-aineiden vaurioitumista kosteuden vaikutuksesta, erityisesti vinyylilaattapinnoitteilla lattia-alueilla sekä paikoin muovimattopinnoitetuilla lattia-alueilla. Näyteanalyysien perusteella ko. alueilla esiintyy myös pinnoitteiden ja pinnoitealustojen kemialliseen vaurioitumiseen viittaavia, raja-arvot ylittäviä haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuuksia. Alapohjarakenne on pääsääntöisesti kosteusteknisesti toimiva rakenne. Vaurioitumisen merkittävimpana syynä on todennäköisesti alun perin liian kostealle alustalle suoritettu pinnoitus sekä ikääntymisestä aiheutuva vinyylilaattasaumojen aukeaminen, jolloin pintarakenne ei kestä pinnallista vesirasitusta. Liikuntasalissa puurakenteinen alapohjarakenne on ns. riskirakenne (rakenteessa ei ole varsinaista vedeneristystä eikä laatan alla ole lämmöneristystä) ja alapohjaeristeisiin on muodostunut ainakin paikallisia mikrobivaurioita.

Rakennuksen ulkoseinärakenteiden (tiili-villa-tiili) lämmöneristeisiin ja ikkunoiden ympärillä oleviin apukarmipuihin on muodostunut kosteus- ja mikrobivaurioita, joiden syynä on puutteellisesti tuulettuva rakenne sekä ennen peruskorjausta epätiiviyden vesipeltiliittymien ja rakenneliittymien kautta rakenteisiin päässyt ulkopuolinen kosteus. Tiilissä on paikoin havaittavissa myös pakkas-/kosteusrapautumisen aiheuttamia lohkeamia.

Tutkimusten yhteydessä havaittiin lisäksi, että alakattojen päällä ja kaapelihyllyillä on rakennuksen toisessa kerroksessa mm. rakennusmateriaaliperäisiä epäpuhtauksia ja avointa mineraalivillaa, jotka voivat heikentää sisäilman laatua. Rakennuksen lämpö-, kosteus- ja hiilidioksiditasot ovat normaaleiksi katsottavalla tasolla. Tilojen ilmanvaihto tulee säätää uudelleen siten, että rakennuksen kaikkien tilojen painesuhteet saadaan 0...-5 Pascalia alipaineiseksi.

Urheilupuiston koulu

SISÄLLYSLUETTELO

1	Yleistiedot	4
1.1	Tutkimuskohde.....	4
1.2	Tilaaaja.....	4
1.3	Vastuhenkilöt ja tutkimuksen suorittajat	4
1.4	Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus	4
1.5	Tutkimuksen ajankohta.....	4
2	Kohteen yleiskuvaus.....	5
3	Lähtötiedot	6
3.1	Tilaaajan luovuttamat lähtötiedot	6
3.2	Tutkimuksen aikana saadut tiedot	6
3.3	Tiedossa oleva korjaushistoria.....	6
3.4	Aikaisempien tutkimusten tulokset.....	7
4	Tutkimusmenetelmät ja käytetyt tutkimuslaboratoriot.....	7
5	Rakenneteknisten tutkimusten tulokset	7
5.1	Piha-alueet, sadevesijärjestelmät ja salaojat.....	7
5.1.1	Havainnot.....	7
5.1.2	Johtopäätökset.....	10
5.1.3	Toimenpide-ehdotukset	10
5.2	Perustukset ja maanvastaiset seinärakenteet	10
5.2.1	Sijainti ja rakenne.....	10
5.2.2	Havainnot.....	11
5.2.3	Kosteusmittaukset	11
5.2.4	Johtopäätökset.....	12
5.2.5	Toimenpide-ehdotukset	12
5.3	Alapohjarakenteet	12
5.3.1	Sijainti ja rakenne	12
5.3.2	Havainnot.....	14
5.3.3	Kosteusmittaukset	18
5.3.4	Mikrobianalysit.....	20
5.3.5	Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC).....	20
5.3.6	Johtopäätökset.....	22
5.3.7	Toimenpide-ehdotukset	23
5.4	Julkisivut; ulkoseinät, ikkunat ja ovet	23
5.4.1	Sijainti ja rakenne.....	23
5.4.2	Havainnot.....	23
5.4.3	Mikrobianalysit.....	27
5.4.4	Merkitseminen.....	28
5.4.5	Johtopäätökset.....	30
5.4.6	Toimenpide-ehdotukset	30
5.5	Välipohjarakenteet	31
5.5.1	Sijainti ja rakenne.....	31
5.5.2	Havainnot.....	31

5.5.3	Mittaustulokset	31
5.5.4	Johtopäätökset	31
5.6	Väliseinät ja sisäpuoliset pintarakenteet	32
5.6.1	Sijainti ja rakenne	32
5.6.2	Havainnot	32
5.6.3	Johtopäätökset	33
5.7	Yläpohjat ja vesikatot	33
5.7.1	Sijainti ja rakenne	33
5.7.2	Havainnot	33
5.7.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	36
5.8	Alakatot ja muut havainnot	36
5.8.1	Johtopäätökset	39
5.8.2	Toimenpide-ehdotukset	39
6	Ilmanvaihto	39
6.1	Ilmanvaihto-järjestelmän kuvaus	39
6.2	Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus	40
6.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	42
7	Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset	42
7.1	Paine-ero	42
7.1.1	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	44
7.2	Sisäilman lämpötila	44
7.2.1	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	45
7.3	Sisäilman suhteellinen kosteus	45
7.3.1	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	46
7.4	Hiilidioksidipitoisuus	46
7.4.1	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	47
7.5	Teolliset mineraalikuidut ja pölyt	47
7.5.1	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	48
8	Altistumisolosuhteiden arviointi	48
9	Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä	49
9.1	Johtopäätökset	49
9.2	Suosittelavat jatkotoimenpiteet	49
9.3	Käytönaikaista toimintaa turvaavat toimenpiteet	50
9.4	Korjaussuunnittelussa ja -työssä huomioitavaa	50
10	Päiväys ja allekirjoitukset	50

LIITTEET:

- Liite 1 Pohjapiirustukset
- Liite 2 Kosteusmittauspöytäkirja
- Liite 3 Olosuhdemittausten kuvaaja
- Liite 4 Analyysivastaukset
- Liite 5 Tutkimusmenetelmät ja viitearvot

JAKELU:

Mika Laakso, Nurmijärven kunta, Tilakeskus

mika.laakso@nurmijarvi.fi

1 Yleistiedot

1.1 Tutkimuskohde

Tutkimuksen kohde:	Urheilupuiston koulu
Osoite:	Kisatie 2, 01800 Klaukkala
Tehtävä:	Sisäilma-, rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus
Työnumero:	3111346.16

1.2 Tilaaja

Nimi:	Nurmijärven kunta, Tilakeskus, Ylläpitoyksikkö
Osoite:	Keskustie 2 B, 01800 Nurmijärvi
Yhteyshenkilö:	Mika Laakso
Puhelin:	040 317 2307
Sähköposti:	mika.laakso@nurmijarvi.fi

1.3 Vastuuhenkilöt ja tutkimuksen suorittajat

Nimi:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Osoite:	Puutarhakatu 10, 33210 Tampere
Sähköposti:	etunimi.sukunimi@ains.fi
Vastuuhenkilö:	Rkm Timo Ekola
Puhelin:	040 190 8477
Tutkimushenkilöt:	DI Eeva Jokinen Rkm Timo Ekola RI Irmeli Nutikka RI Erkkä Autio

1.4 Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus

Urheilupuiston koulun henkilökunnalla on esiintynyt rakennukseen liitettävää oireilua. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää koulurakennuksen rakenteiden kosteusteknistä kuntoa ja toteutustapaa sekä sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä. Tutkimukset koskivat koko koulurakennusta.

1.5 Tutkimuksen ajankohta

Tutkimukset suoritettiin touko-heinäkuussa 2019.

Jatkuvatoimiset olosuhdemittaukset (paine-erot, sisäilman lämpötila, kosteus ja hiilidioksidipitoisuus) suoritettiin toukokuussa, jolloin opetus oli normaalisti vielä käynnissä.

2 Kohteen yleiskuvaus

Pääasiallinen rakennusmateriaali
 Rakennusvuosi
 Perusparannus
 Kerrosluku
 Pinta-ala
 Tilavuus
 Perustamistapa

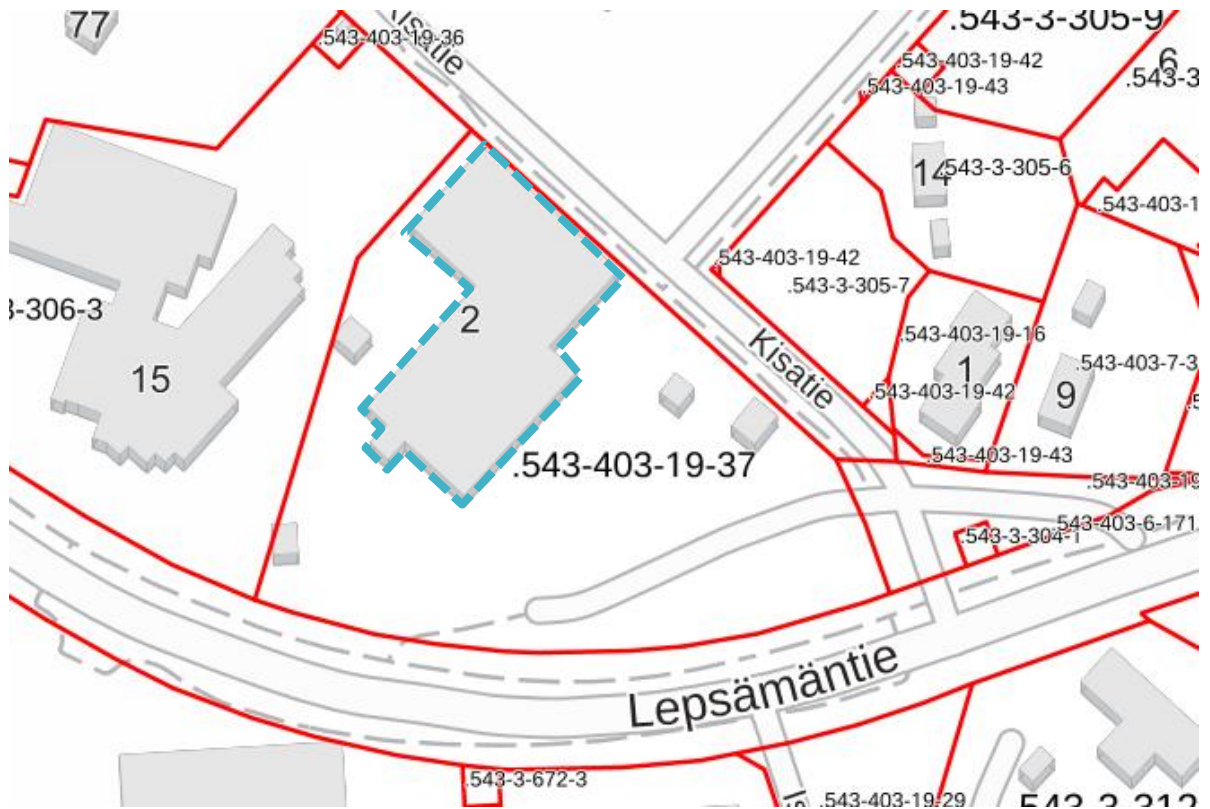
Tiili, betoni
 1980
 2005
 2
 4 845 m²
 22 450 m³
 Paaluperustus

Ilmanvaihtojärjestelmät
 Lämmitysjärjestelmät

Koneellinen tulo-poisto
 Kaukolämpö



Kuva 1
 Tutkimusalue korostettuna kuvassa (Lähde; Google Maps)



Kuva 2
 Tutkimusalue korostettuna kuvassa (Lähde; Paikkatietoikkuna)

3 Lähtötiedot

3.1 Tilaajan luovuttamat lähtötiedot

- Pohjapiirustukset, P&R Arkkitehdit Oy, 25.2.2005
- Rakenneleikkauspiirustuksia, Insinööritoimisto Packalen & Eloranta, 6.6.1979
- Perustustasopiirustukset, Insinööritoimisto Packalen & Eloranta, 24.8.1978
- Lämpökuvausraportti, Klaukkalan yläaste, Jakitec Ky, 30.9.2015
- Sähköpostikeskustelu, tiedot tiloista, joissa oireillaan, Mika Laakso, Essi Mellin, 01/2019

3.2 Tutkimuksen aikana saadut tiedot

Siistijöiden ja ruokapalveluvastaavan tekemä koonti tiloista, joissa kyseiset työntekijät ovat havainneet oireilua tai puutteita ilmanvaihtuvuudessa. Tiedoksiänto on lähetetty Urheilupuiston koulun rehtorille (Essi Mellin), siivoustyönjohtajalle (Simo Venola), työsuojeluvaltuutetulle (Kirsi Kirves) sekä terveydenhoitajalle (Päivi Kytömäki). Kyseinen tiedoksiänto tehty 20.5.2019.

3.3 Tiedossa oleva korjaushistoria

Rakennus on otettu käyttöön vuonna 1980. Rakennuksessa on valmistumisen jälkeen suoritettu perusparannus vuonna 2005-2006, jonka yhteydessä on uusittu mm:

- Vesikatteet ja kattoikkunakuvut
- Ikkunat

- Ilmanvaihtojärjestelmät
- Perusmuurien vedeneristys, osa salaojajärjestelmistä
- Osa sisätilapinnoitteista

3.4 Aikaisempien tutkimusten tulokset

Lämpökuvausraportti, Klaukkalan yläaste, Jakitec Ky, 30.9.2015

- Raportin perusteella ikkuna- ja ulkoseinäliittymissä on todettavissa yhtenäisiä ja selviä epätiiviyskohtia, joista todettiin laajalti ilmavuotoa sisäilmaan päin.
- Lisäksi liikuntasalissa todettiin laajalti ilmavuotoa salin yläosassa, yläpohja- ja ulkoseinäraakenteiden liittymässä

4 Tutkimusmenetelmät ja käytetyt tutkimuslaboratoriot

Tässä tutkimuksessa on käytetty seuraavia tutkimusmenetelmiä (täsmennä tarvittaessa):

- Kosteusmittaukset: pintakosteuskartoitus, viiltomittaus, rakennekosteusmittaus
- Rakenneavaukset
- Materiaalinäytteiden mikrobianalyysi
- Rakenteiden tiiveyskoe (merkkiainetutkimus)
- Pinnoille laskeutuneen pölyn tutkimukset
 - § Pölyn mineraalikulujen laskenta (14 vrk)
- Tuloilmakanavien pöly ja puhtaus
 - § Pölyn koostumus/laatu
- Pitkäaikaiset paine-eromittaukset
- Pitkäaikaiset lämpötilan, suhteellisen kosteuden ja hiilidioksidin seurantamittaukset
- Lattiapinnoitteiden VOC-materiaalinäytteet

Tutkimusmenetelmien tarkemmat kuvaukset, tulosten tulkintaperusteet, käytetyt mittalaitteet, mittalaitteiden kalibroitiedot ja virhetarkastelu on esitetty liitteessä 5.

Rakenneavaukset ja niiden paikkaukset kohteessa suoritettiin tilaajan toimesta.

5 Rakenneteknisten tutkimusten tulokset

5.1 Piha-alueet, sadevesijärjestelmät ja salaojat

5.1.1 Havainnot

Rakennus sijaitsee loivalla rinnetontilla, jossa maan pinta viettää pohjoiseen päin. Tämän vuoksi rakennuksen eteläpäädyssä sijaitsevan liikuntasalin ulkoseinät ovat osittain maanpinnan tason alapuolella. Maan pinnan kallistukset ovat lisäksi paikoitellen rakennukseen päin (rakennuksen koillisen puoleinen seinusta sekä sisäpiha), jolloin sadevedet ja lumen sulamisvedet voivat kerääntyä rakennuksen sokkelia vasten. Pääosin maanpinnan kallistukset ovat kuitenkin pois päin rakennuksesta.

Rakennuksen ulkopuolista kosteudenhallintaa on parannettu vuoden 2005 – 2006 peruskorjauksen yhteydessä asentamalla sokkelia vasten patolevy sekä salaojat ja sadevesijärjestelmät. Näkyviä havain- toja patolevyistä ei kuitenkaan saatu joka puolella rakennusta, kuten opettajanhuoneiden/liikuntasalin vastaisella seinustalla. Ko. seinustoilla patolevyn yläreuna on voinut jäädä maanpinnan alapuolelle.

Salaojien toimivuutta ei tämän tutkimuksen yhteydessä erikseen selvitetty. Tutkimusten aikana koulura- kennuksen pihassa oli käynnissä perusparannustoimenpiteitä, joiden tarkoituksena on piha-alueen viih- tyvyyden lisääminen. Saatujen tietojen mukaan pihojen kaivuutyön yhteydessä on salaojien tarkastus- kaivoja nostettu esiin. Salaojien tarkastuskaivoja ei ollut ennen pihaurakkaa nähtävissä. Salaojien ole- massaoloa todettiin pistokokeenomaisesti yksittäisistä, esillä olevista salaojakaivoista.

Kattovedet on ohjattu pääosin sisäpuolisina vedenpoistoina sadevesiviemärintijärjestelmään, mutta osa kattovesistä on johdettu suoraan maahan, jolloin ne lisäävät perustuksiin ja ulkoseinien alaosiin kohdistuvaa kosteusrasitusta.



Kuva 3
Liikuntasalin ulkoseinä on osittain maan pinnan alapuolella.



Kuva 4
Liikuntasalin pohjoispäädystä patolevyn reuna jää paikoitellen maanpinnan alapuolelle.



Kuva 5
Liikuntasalin lounaan puoleisella (sisäpihan) puoleisella seinällä ei patolevyä havaittu ollenkaan.



Kuva 6
Rakennuksen koillisen puoleisella seinustalla maanpinta viettää rakennukseen päin.



Kuva 7
Sisäpihan puolella maanpinnan kallistukset ovat rakennukseen päin. Opettajanhuoneiden edustalla on nurmikkoa. Nurmialueen kohdalla sokkelia vasten ei ole asennettu patolevyä.



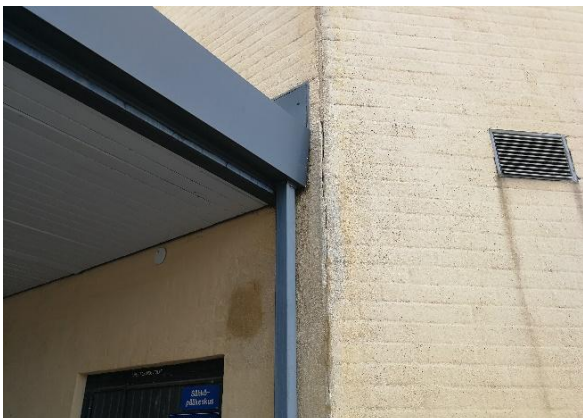
Kuva 8
Patolevyt on asennettu 2005-2006 perusparannuksen yhteydessä. Patolevyt selvästi havaittavissa pihan ollessa kaivettuna auki rakennuksen kaakkoispuolella.



Kuva 9
Pihat oli tutkimushetkellä kaivettu auki ja pensaikot seinustalta poistettu. Rakennuksen vierustalle on asennettu sepelikaistat peruskorjauksen yhteydessä.



Kuva 10
Sisäntulojen yhteydessä olevilta katoksilta johdetaan kattovedet suoraan maahan sokkelin vierustalle, jolloin sokkeli- ja perustusrakenteille kohdistuu kosteusrasitusta.



Kuva 11
Pääsisäänkäynnin syöksytornin alku vuotaa molemmin puolin katosta rakennuksen ulkoseinälle.



Kuva 12
Yleiskuva salaojien tarkastuskaivoista auditorion ja musiikkiluokkien puoleisella alueella.



Kuva 13
Yleiskuva salaojien tarkastuskaivosta rakennuksen takapihan puoleisella alueella.



Kuva 14
Yleiskuva salaojien tarkastuskaivosta rakennuksen pääsisäänkäynnin puoleisella alueella.

5.1.2 Johtopäätökset

Rakennuksen piha-alueet ovat pääosin hyväkuntoiset ja etupihan viihtyisyyttä ollaan lisäämässä tutkimushetkellä käynnissä olleilla pihanparannustoilla. Sokkelien vedeneristystä on parannettu vuonna 2005 patolevytyksillä, mutta patolevytyksestä ei saatu kaikilta sokkeliosuuksilta näköhavaintoa. Osa kattovesistä on johdettu suoraan maahan eikä sadevesijärjestelmään. Maanpinnan kallistukset ovat paikoitellen rakennukseen päin.

5.1.3 Toimenpide-ehdotukset

Maanpinnan kallistukset tulisi muuttaa joka puolella rakennusta rakennuksesta pois päin viettäviksi. Lisäksi tulee varmistaa kaikilla seinustoilla perusmuurin vedeneristysten eli patolevyn olemassaolo. Mikäli patolevyn yläreuna on jäänyt maanpinnan alapuolelle, tulee se kaivaa esiin tai muussa tapauksessa perusmuurin vedeneristys tulee asentaa erityisesti liikuntahalliosan maanpaineseinille.

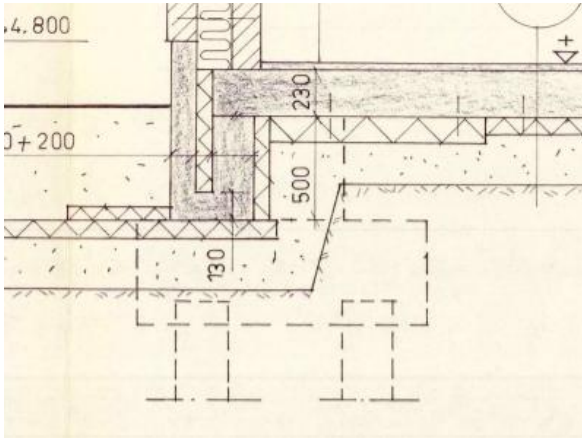
Syöksytorvien alla olevat rännikaivot tulee puhdistaa säännöllisin väliajoin. Kattovedet tulee ohjata hallitusti kaivoihin siten, että vedet eivät pääse roiskumaan sokkelirakenteisiin. Sadevesijärjestelmä tulee huoltaa ja puhdistaa säännöllisesti toimivuuden takaamiseksi.

Salaojajärjestelmän toimivuutta ei tämän tutkimuksen yhteydessä tarkastettu. Salaojajärjestelmä tulee kuvata sen kunnon ja toimivuuden varmistamiseksi sekä huoltaa säännöllisesti huuhtelemalla.

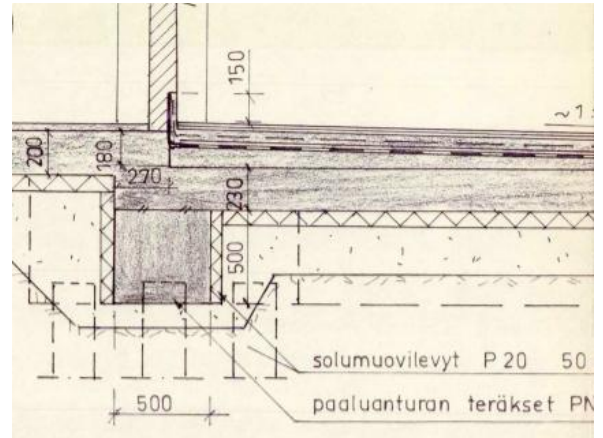
5.2 Perustukset ja maanvastaiset seinärakenteet

5.2.1 Sijainti ja rakenne

Alkuperäisten suunnitelmien mukaan rakennuksessa on teräsbetonipaaluihin tukeutuva paaluperustus ja kantava alapohjalaatta. Sokkelipalkit ja kantavat palkit on lämmöneristetty sisäpuolelta EPS-eristeellä, jonka vahvuus suunnitelmien mukaan on 50 mm. Rakennuksen keskellä olevien kantavien palkkien alapintaa ei suunnitelmien mukaan ole lämmöneristetty, jolloin kosteuden kapillaarinen nousu palkkirakenteen yläpintaan on mahdollista.



Kuva 15
Rakennuksen perustamistapana on käytetty paaluperustusta.



Kuva 16
Paaluantura keittiön ja ruokasalin väliseinällä.

Rakennuksen pohjoispäässä, liikuntasalin kohdalla on osittain maanvaraisia seinärakenteita. Seinärakenteesta ei ollut käytettävissä rakennesuunnitelmia.

5.2.2 Havainnot

Sokkelirakenteissa havaittiin ympäri rakennusta kosteuden aiheuttamaa pinnoitteiden vaurioita ja hilseilyä. Lisäksi oli havaittavissa jonkin verran raudotteiden korroosioaurion aiheuttamaa betonin lohkeilua. Sokkelin eristehalkaisu on suunnitelmien mukaisesti EPS-eristetty, mikä pienentää rakenteen kosteusteknistä riskiä.



Kuva 17
Sokkelirakenteissa on havaittavissa kosteuden aiheuttamaa pinnoitteiden vaurioitumista. Liikuntasalin luoteiskulmauksessa maanpintatason yläpuolella ei ollut havaittavissa sokkelin kosteuseristeenä käytetyn patolevytyksen yläreunaa.



Kuva 18
Näkyviltä osin sokkelirakenteissa on havaittavissa kosteuden aiheuttamaa pinnoitteiden vaurioitumista.

5.2.3 Kosteusmittaukset

Liikuntasalin maanvastaisesta seinärakenteesta sisäpuolen kuoriverhouksensa taustalta mitattiin eristetilän hetkellistä kosteuspitoisuutta kolmessa eri pisteessä. Mittaustulos oli koholla liikuntasalin luoteiskulmalla, jossa suhteellisen kosteuden mittaustulokseksi saatiin 94,4 %RH / 17,4 °C. Kyseisellä alu-

eelle ei ollut havaittavissa maanpinnan tason yläpuolella sokkelin kosteuseristeenä käytettyä patolevytystä (vrt. kuva 17). Kosteusmittausten tarkemmat tulokset on esitetty liitteessä 2 olevassa kosteusmittaustaulukossa ja mittapisteiden sijainnit liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.

Liikuntasalin maanvastaisesta seinärakenteesta otettiin mikrobinäytteitä ja lisäksi seinän tiilikuoren tiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeen avulla, joiden tulokset on raportoitu ulkoseinärakenteita käsittelevässä luvussa 5.4.

5.2.4 Johtopäätökset

Sokkelin pinnoitteessa on havaittavissa kosteuden aiheuttamia vauriota ja pinnoitteen hilseilyä. Maanvastaisen seinärakenteen eristetilassa esiintyy paikoin kohonnutta kosteutta, mikä viittaa siihen, että maanvastaisen seinärakenteen ulkopuolinen vedeneristys on ainakin paikoin puutteellisesti toteutettu. Liikuntasalin kohdalla ei havaittu patolevytyksen yläreunaa, jolloin reuna voi olla selvästi maanpinnan alapuolella eikä vedeneristys ole täten riittävä. Sokkelin kosteuden aiheuttamia vaurioita esiintyy myös muualla rakennuksessa.

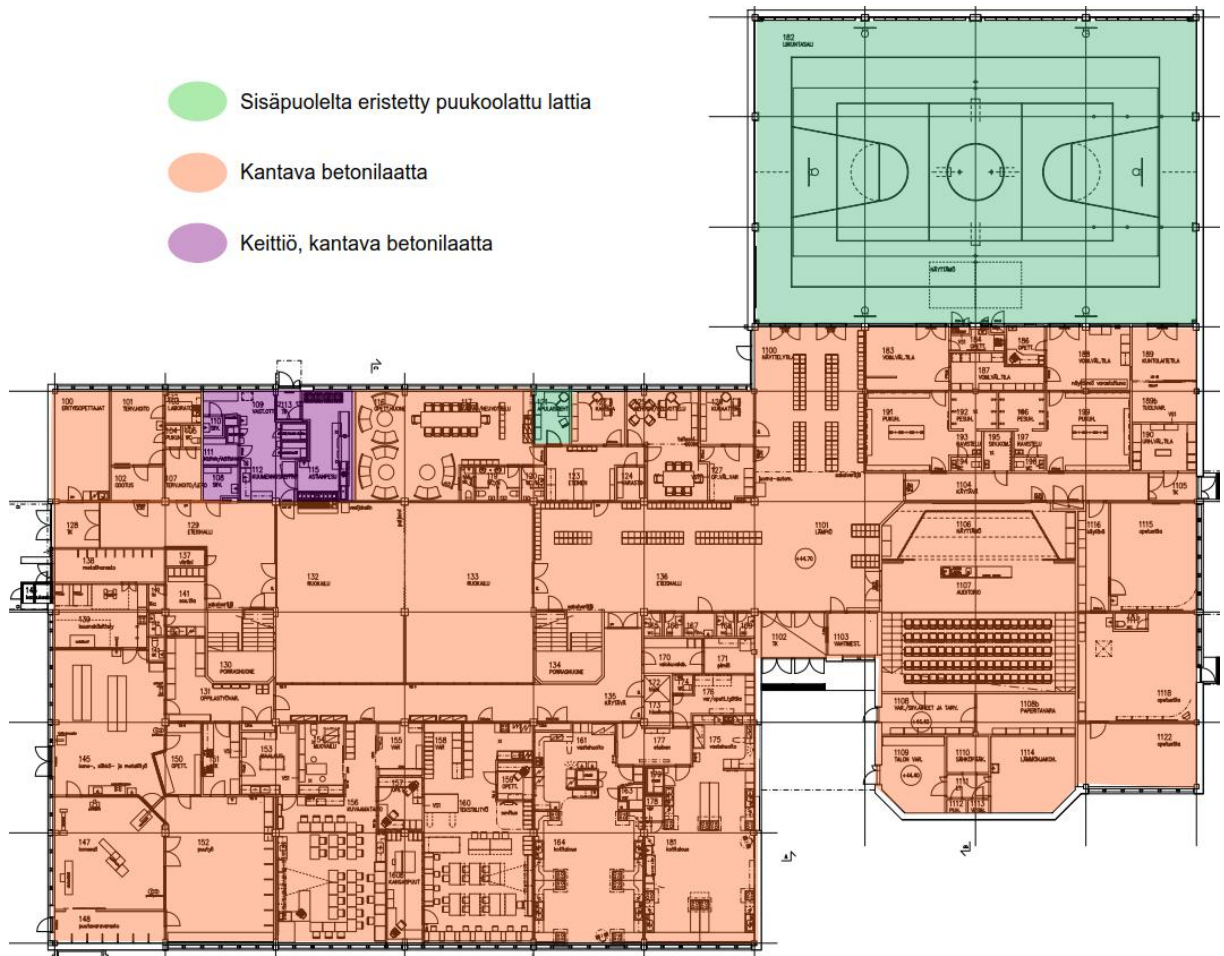
5.2.5 Toimenpide-ehdotukset

Sokkelin patolevyn asennus suositellaan tarkastettavaksi erityisesti liikuntasalin luoteiskulmalla ja opettajainhuoneen puolen julkisivulla, jossa maanpintatason päällä ei ollut näkyvissä patolevyn yläreuna. Puutteellisesti asennetut vedeneristeet tulee kunnostaa. Korroosiovaurioiden aiheuttamat lohkeamat tulee laastipaikata asianmukaisesti. Sokkelin uudelleenpinnoitus tulee tehdä kosteutta läpäisevällä tuotteella.

5.3 Alapohjarakenteet

5.3.1 Sijainti ja rakenne

Seuraavassa kuvassa on esitetty alapohjan eri rakennetyypit sijaintikaaviossa.



Kuva 19
Alapohjan rakenteet.

Rakennuksessa on alkuperäisten rakennesuunnitelmien mukaan kantava, betonirakenteinen alapohjalaatta. Pääasiallinen alapohjan rakenne on alkuperäisten suunnitelmien mukaan seuraava (kuva15):

- lattiapinnoite
- pintabetonilaatta
- kantava betonilaatta 200...230 mm
- EPS-eriste 75 mm
- maatyttö

Reuna-alueilla EPS-eristeen vahvuus on 100 mm.

Liikuntasalin alapohjarakenne on lämmöneristetty sisäpuolelta:

- lattiapinnoite
- puukoolaus + mineraalivilla
- betoni 200 mm
- maatyttö

Liikuntasalin puukoolatun lattian rakennekerroksien vahvuuksia ei ole esitetty käytössä olleissa suunnitelma-asiakirjoissa.

Suoritettujen alapohjan rakenneavausten perusteella alapohjarakenteet vastaavat pääosin suunnitelmia, alapohjan betonilaatan ollessa paksumpi. Suoritettujen rakenneavausten perusteella alapohjan perusrakenne on seuraava:

- muovimatto tai vinyylilaatta
- lattiatasoite 5 mm
- pintabetonilaatta 40 mm
- betoni 260 mm
- EPS-eriste 70 mm
- hienojakoinen hiekkatäyttö

Lisäksi eteisaulaan tehtiin suurempi rakenneavaus alapohjan pilarianturan kohdalle, lämmöneristysten toteutustavan selvittämiseksi. Alapohjan kantavien palkkien lämmöneristys on toteutettu suunnitelmien mukaisesti, eikä palkkien tai pilarianturoiden alapuolelle ole asennettu lämmöneristettä. Tällöin palkin ja anturan alapinnan kautta on kosteuden kapillaarinen nouseminen mahdollista. Maa-aines on lisäksi hienojakoista hiekkaa, joka siirtää kosteutta kapillaarisesti. Kosteusmittauksissa mitattiin hieman korkeampia suhteellisen kosteuden lukemia palkkien kohdille tehdyissä mittauksissa, verrattuna alapuolelta lämmöneristetyin, yleisen alapohjarakenteet kosteusmittauksiin.



Kuva 23
Pilarianturan viereen tehty rakenneavaus.



Kuva 24
Pilariantura eristetty EPS-lämmöneristeellä, maa-aines hienojakoista hiekkaa.

Alapohjan lattiapinnoitteena on käytetty alkuperäistä vinyylilaattaa tai perusparannuksen yhteydessä asennettua muovimattoa. Ensimmäisen kerroksen tiloissa vinyylilaattaa on käytetty lähinnä käytävätiloissa sekä ruokasalissa. Muovimattoa on pääasiassa luokkatiloissa ja opettajanhuoneessa sekä muissa henkilökunnan tiloissa.

Vinyylilaattojen kuntoa arvioitaessa havaittiin vinyylilaattasaumojen olevan selvästi avonaisia ja laattojen välissä on muutamien millimetrin suuruiset raot. Kun laattasaumoissa on raot, nousee myös sisäpuolisen kosteusrasituksen merkitys suuremmaksi. Lattianpesuvedet ja kenkien mukana kulkeutuva sulava lumi pääsevät imeytymään laattasaumoista laatan alle. Vinyylilaattoja käännettäessä laattojen reunalueilla oli havaittavissa selviä sisäpuolisen kosteuden aiheuttamia jälkiä. Laattojen taustapinnassa oli havaittavissa aistinvaraisesti myös voimakasta, laattojen ja liima-aineen vaurioitumiseen viittaavaa pistävää hajua. Ero toisen kerroksen välipohjan vinyylilaattoihin oli merkittävä, jossa vinyylilaatan alla ei ollut havaittavissa vauriojälkiä tai vaurioon viittaavaa hajua. Kemiallisen vaurioitumisen lisäksi myös mikrobivauriot ovat mahdollisia. Vinyylilaatoista, muovimatoista sekä niiden alapuolisesta betonista otettiin materiaalinäytteitä (bulk-näytteitä) VOC-analyyysiin. Näytteiden tarkemmat tulokset on kerrottu luvussa 5.3.5. Kohdat, joista laattoja käännettiin, on esitetty liitteessä 1 olevissa pohjakuvissa tunnuksella VM.

Kopio- ja monistushuoneessa on kantavan laatan päälle toteutettu levyrakenteinen lattia, jossa levyn alla on kova mineraalivillakerros. Mineraalivilla voi toimia sisäilman kuitulähteenä. Pintakosteudentunnistimella ei havaittu viitteitä kohonneesta kosteudesta betonipinnalla.



Kuva 25
Huonetila 183, voimisteluvälinetila. Vinyylilaatan alusta ja liima-aine ovat pilaantuneita kosteuden vaikutuksesta. Liima-aine on haisevaa ja pistävän hajuista.



Kuva 26
Huonetila 188, voimisteluvälinetila. Vinyylilaatan alusta ja liima-aine ovat pilaantuneita kosteuden vaikutuksesta. Liima-aine on haisevaa ja pistävän hajuista.



Kuva 27
Huonetila 136, eteishalli. 1. kerroksen vinyylilaattojen alla oli selviä kosteuden aiheuttamia vauriojälkiä ja vinyylilaattojen alustat sekä liima-aineet ovat aistinvaraisesti pilaantuneita.



Kuva 28
Valkoiset jäljet betonin päällä olevassa tasoitteessa laatan reuna-alueilla ovat poikkeavan kosteuden aiheuttamia.



Kuva 29
Ruokailutilasta irrotettu laatta. Kosteuden aiheuttamia värimuutoksia tasoitteessa/liimajäämissä laatan reuna-alueilla. Aistinvaraisin havainnoin liima-aines on pilaantunut.



Kuva 30
Muovimattopinnoitteiden kuntoa tutkittiin kääntämällä pinnoitteita ja ottamalla VOC(bulk)-näytteitä. Kotitalousluokissa pinnoitteen alla oli havaittavissa normaalista poikkeavaa hajua.



Kuva 31
Ensimmäisessä kerroksessa vinyylilaattojen saumoissa on havaittavissa selviä rakoja. Avomien saumojen kautta pinnallisten vesien tunkeutumisen laatan alle.



Kuva 32
Toisen kerroksen vinyylilaatoissa ei ollut havaittavissa saumojen erkaantumista tai vauriojälkiä laattojen alla. Pinnoitealustassa ei ollut havaittavissa poikkeavaa hajua.



Kuva 33
Lattioiden pesun yhteydessä pinnoille jää irtovettä. Avonainen vinyylilaattasauma mahdollistaa vesien imeytymisen laatan alle.



Kuva 34
Pesuvesien käyttöä olisi suositeltavaa vähentää (vuosisiivous).

Kantavassa alapohjalaatassa on liikuntasauvoja, joiden kautta ilmavuodot alapuolisesta maatyöstä ovat mahdollisia.

Liikuntasalin alapohjarakennetta tarkasteltiin salin reuna-alueille sekä salin keskelle tehtyjen rakenevausten kautta. Liikuntasalin alapohjarakenne on seuraava:

- kumimatto
- lattiavaneri 9 mm
- lankkulattia 35 mm
- koolaus 50 x 100 50 mm
- muovikalvo
- koolaus 50 x 100 + villa 50 mm
- koolaus 50 x 100 + villa 50 mm
- betoni 170 mm
- muovikalvo
- hieno hiekka

Liikuntasalin lattia vastaa täten pääosin suunnitelmia, betonilaatan ollessa suunniteltua ohuempi. Alapohjarakenteessa ei ole varsinaista vedeneristyskerrosta, jolloin kosteuden siirtyminen maapohjasta puukoolauksiin sekä mineraalivillaeristeeseen on mahdollista. Rakenne on tyypillinen kosteusteknisesti riskialtis rakenne. Lisäksi mineraalivillakuitujen siirtyminen alapohjarakenteesta sisäilmaan on todennäköistä. Liikuntasalin eristetilaan on asennettu märkätilojen puoleiselle reuna-alueelle imukanavien päät, joiden tarkoituksena on alipaineistaa alapohjatila. Alipaineistuksen toimintaa ei erikseen selvitetty.



Kuva 35
Yleiskuvaa liikuntasalista.



Kuva 36
Liikuntasalin lattian rakenneavaus. Lattialankkujen ja mineraalivillaeristeen välissä on muovikalvo.



Kuva 37
Liikuntasalin lattiarakennetta. Eristeenä on käytetty mineraalivillaa.



Kuva 38
Liikuntasalin lattian rakenneavaus. Betonilaatan päällä tai alapuolella ei ole vedeneristävää kerrosta.

5.3.3 Kosteusmittaukset

Alapohjarakenteen kosteustilannetta tarkasteltiin pintakosteuskartoituksen avulla, jonka jälkeen tehtiin muovimattopinnoitteen alapuolisia viiltomittauksia sekä alapohjan betonirakenteen kosteusmittauksia. Pintakosteuskartoituksessa havaittiin viitteitä kohonneesta kosteudesta mm. liikuntasalin pukuhuone- ja varastotiloissa, musiikkiluokassa (1118) sekä kotitalousluokissa (164, 181). Pintakosteuskartoituksen perusteella suoritettiin viiltomittauksia muovimattopinnoitteen ja betonilaatan väliseen tilaan yhteensä 27 eri mittapisteeseen. Mittaustulokset vaihtelivat välillä 60,1...97,6 %RH. Yli 80 %RH ylittäviä mittaustuloksia mitattiin seuraavista tiloista: kotitalous (181), kotitalous (164), tekstiilityö (160), kuvaamataito

(156), voimisteluvälinetila (183), voimisteluvälinetila (187), pukuhuone (199) sekä auditorio (1107). Viilto-
mittauspisteiden tarkemmat sijainnit on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa tunnuksella VM ja
mittaustulokset on esitetty liitteessä 2 olevassa kosteusmittauspöytäkirjassa.

Viiltomittauksen kanssa samoihin kohtiin tehtiin myös rakenteiden kosteusmittauksia ns. porareikämit-
tausmenetelmällä alapohjarakenteen kosteusjakauman selvittämiseksi. Jokaiseen mittauskohtaan tehtiin
kolme porareikää eri syvyyksille; mittaussyvyydet olivat 15 mm, 30 mm ja 70 mm. Näistä kaksi mata-
linta mittauspistettä osuivat alapohjan pintabetonilaattaan. Mittauskohtia oli yhteensä 18 kpl. Mittaustu-
lostojen perusteella yli 80 %RH ylittäviä suhteellisen kosteuden lukemia mitattiin molemmissa kotitalous-
luokissa (164, 181), kuvaamataidon luokkatilassa (156), ruokasalissa (132, 133) ja voimisteluvälineti-
lassa (183). Kotitalousluokkiin ja kuvaamataidon luokkaan tehtyjen mittauksen perusteella alapohjapalk-
kien kohdalla kosteusrasitus on voimakkaampaa (palkkien kohdalla suhteellinen kosteuden lukemat oli-
vat korkeammat).

Liikuntasalin alapohjan sisäpuolisen eristetilan suhteellista kosteutta mitattiin neljässä eri pisteessä. Mit-
taustulokset vaihtelivat välillä 64...82 %RH. Korkein suhteellisen kosteuden mittaustulos mitattiin liikun-
tasalin keskiosalta ja toiseksi korkein (80 %RH) ulkonurkalta.



Kuva 39
Huonetila 183, esimerkki pintakosteushavain-
noin kosteaksi todetusta alueesta. Betonipinta
on pintakosteushavainnoin märkä (Gann 128,
normaali n 50-70).



Kuva 40
Pintakosteushavainto, vrt. edellinen kuva.



Kuva 41
Yleiskuva/esimerkki alapohjan rakennekosteus-
mittauspisteistä kotitalousluokkatilasta.



Kuva 42
Yleiskuva/esimerkki alapohjan rakennekosteus-
mittauspisteistä eteisaulasta.



Kuva 43
Yleiskuva/esimerkki alapohjan viilto- ja rakennekosteusmittauspisteistä kotitalousluokassa.



Kuva 44
Yleiskuva/esimerkki liikuntasalin alapohjan eristetilan ja maanpaineulkoseinän rakennekosteusmittauspisteistä.

5.3.4 Mikrobianalyysit

Mikrobinäytteitä otettiin liikuntasalin alapohjan mineraalivillaeristeestä. Näytteiden tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa. Näytteenotokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.

Taulukko 1

Alapohjan materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset

Näytenu- mero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
MN42	Liikuntasali 182, ulkoseinän vierusta	AP	Mineraalivilla	Viittaa vaurioon
MN43	Liikuntasali 182, ulkoseinän vierusta	AP	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN44	Liikuntasali 182, salin keskeltä	AP	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN45	Liikuntasali 182, väliseinän vierustalta	AP	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta

Materiaalinäytteissä (MN42 ja MN43), jotka otettiin osittain maanvastaisen ulkoseinän läheisyydestä, todettiin molemmissa vahva viite vauriosta. Näytteissä esiintyi pääasiassa runsaasti *Penicilliumia* sekä yksittäisiä kosteusvaurioon viittaavia mikrobipesäkkeitä. Näyte MN44 otettiin liikuntasalin keskivaiheilta ja siinä todettiin heikko viite vauriosta. Näytteessä esiintyi yksittäisiä kosteusvaurioon viittaavia mikrobipesäkkeitä. Väliseinän vierustalta otetussa näytteessä (MN45) esiintyi niin ikään yksittäisiä kosteusvaurioon viittaavia mikrobipesäkkeitä ja heikko viite vauriosta.

5.3.5 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)

VOC-emissionäytteitä eli niin kutsuttuja BULK-näytteitä otettiin sekä muovimatto-/vinyylilaattapinnoitteesta että niiden alapuolisesta betonilaatasta. Näytteitä otettiin pääasiassa kohdista, joissa kosteusmittausten (pinta-, viilto-, tai rakennekosteusmittaus) perusteella esiintyy poikkeavaa kosteutta. Näytteenotokohdat on merkitty liitteessä 1 olevaan pohjakuvaan. Lisäksi otettiin yksi vertailunäyte opettajanhuoneesta alueelta, jossa ei todettu poikkeavaa kosteutta viilto- tai rakennekosteusmittausten perusteella.

Tarkemmat tiedot laboratorion käyttämästä tutkimusmenetelmästä esitetään laboratorion (Mikrobioni Oy) testausselesteessä liitteessä 4.

Saatuja tuloksia verrataan Työterveyslaitoksen asettamiin viitearvoihin. Viitearvot perustuvat Työterveyslaitoksen asiakas- ja seurantanäytteiden BULK-emissioihin (Lähde: <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/09/sisaympariston-viitearvoja.pdf>). Materiaalista emittoituvien päästöjen määrä esitetään yksikössä $\mu\text{g}/(\text{m}^3\text{g})$.

Muovimattojen osalta viitearvot riippuvat muovimatossa käytetystä pehmittimestä. Tulosten ja muovimattojen iän perusteella on oletettavaa, että pehmittiminä on käytetty dietyyliheksyyliiftalaattia sisältävää pehmittintä, jolloin muovimaton raja-arvot ovat taulukon 1 mukaiset. Kyseisiä viitearvoja käytetään myös vinyylilaattojen emissioiden arvioinnissa. Vinyylilaatoille ei ole annettu omia viitearvoja.

Taulukko 2

Työterveyslaitoksen esittämät viitearvot BULK-emissioista muovimatoille, kun pehmittimenä on käytetty dietyyliheksyyliiftalaattia (DEHP).

Muovimatto	
TVOC, $\mu\text{g}/(\text{m}^3\text{g})$	200
2-Etyyli-1-heksanoli, $\mu\text{g}/(\text{m}^3\text{g})$	70

Tasoitteelle ja betonille raja-arvot ovat alhaisemmat ja ne on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 3

Työterveyslaitoksen esittämät viitearvot BULK-emissioista tasoitteille ja betonille.

Tasoite ja betoni	
TVOC, $\mu\text{g}/(\text{m}^3\text{g})$	50
2-Etyyli-1-heksanoli, $\mu\text{g}/(\text{m}^3\text{g})$	40

Muovimatosta ja sen alapuolisesta betonista otettiin näytteitä kotitalousluokassa (181), kuvaamataidon luokassa (156) ja opettajanhuoneessa (116). Vinyylilaatosta ja sen alapuolisesta betonista otettiin materiaalinäytteitä ruokasalissa (133), eteishallissa (136), opetustilassa 1115 sekä toisen kerroksen opetustilassa 7 (217). Betonista otetut näytteet otettiin noin 0...20 mm syvyydestä.

Tulokset analysoitiin Mikrobioni Oy:n laboratoriossa Kuopiossa. Näytteenottokohdat on merkitty tunnuksetta BULK liitteessä 1 olevaan pohjakuvaan ja laboratorion testausseleste on esitetty liitteessä 4. TVOC-tuloksen mittausepävarmuus on ilman näytteenottoa 34 % ja yksittäisten, tolueeniekvivalenttina määritettyjen yhdisteiden mittausepävarmuus on yleisesti suurempi.

Taulukossa 3 on esitetty näytteiden VOC-emissiotulokset TVOC-kokonaispitoisuuden ja 2-etyyli-1-heksanolin osalta.

Taulukko 4

VOC-emissionäytteiden tulokset (viitearvot ylittävät tulokset lihavoitu).

	Tila	Materiaali	TVOC, $\mu\text{g}/(\text{m}^3\text{g})$	2-Etyyli-1-heksanoli, $\mu\text{g}/(\text{m}^3\text{g})$
BULK1	Kotitalous 181	Muovimatto + kiinnitysliima + tasoite	250	200
BULK2	Kotitalous 181	Betoni	240	150
BULK3	Kotitalous 181	Muovimatto + kiinnitysliima + tasoite	180	130
BULK4	Kotitalous 181	Betoni	140	93

BULK5	Kuvaamataito 156	Muovimatto + kiinnitysliima + tasoite	330	240
BULK6	Kuvaamataito 156	Betoni	170	79
BULK7	Opettajanhuone 116	Muovimatto + kiinnitysliima + tasoite	110	30
BULK8	Opettajanhuone 116	Betoni	110	11
BULK9	Ruokailu 133	Vinyylilaatta + kiinnitysliima + tasoite	110	44
BULK10	Ruokailu 133	Betoni	150	60
BULK11	Eteishalli 136	Vinyylilaatta + kiinnitysliima + tasoite	27	3
BULK12	Eteishalli 136	Betoni	39	1.6
BULK13	Opetustila 1115 (Café)	Vinyylilaatta + kiinnitysliima + tasoite	66	13
BULK14	Opetustila 1115 (Café)	Betoni	58	46
BULK15	Opetustila 7, 217	Vinyylilaatta + kiinnitysliima + tasoite	24	-

Tuloksista voidaan havaita, että kokonais-VOC-pitoisuus eli TVOC ylittää vertailuarvon lähes kaikissa muovimatoista ja sen alapuolisesta betonista otetuissa näytteissä. Vinyylilaattojen osalta viitearvot ylittivät vain kahdessa näytteessä (BULK10, BULK14) ainoastaan alapuolisen betonin osalta. Vinyylilaattojen osalta merkittäviä ovat myös aistinvaraiset vauriohavainnot, joita on käyty läpi luvussa 5.3.2. *Havainnot.*

5.3.6 Johtopäätökset

Alapohjarakenteissa todettiin kohonneita kosteuslukemia etenkin rakennuksen auditorion puoleisessa siivessä sekä kotitalousluokkien puoleisella rakennuksen osuudella. Ensimmäisen kerroksen lattiapinnoitteena on käytävätiloissa käytetty pääasiassa vinyylilaattaa ja luokkatiloissa muovimattoa. Ensimmäisen kerroksen alkuperäisten vinyylilaattojen saumakohdissa on havaittavissa selviä rakoja, joiden kautta lattioiden pesuvedet ja kenkien mukana tuleva kosteus on päässyt vinyylilaattojen alle. Laattojen alapuolella oli havaittavissa selviä vaurioitumiseen viittaavia jälkiä ja osassa laattoja oli havaittavissa myös selvää mikrobivaurioon viittaavaa hajua.

Muovimattopinnoitteista otetuissa VOC-materiaalinäytteissä oli selvästi kohonneita TVOC- ja 2-etyyli-1-heksanoli-pitoisuuksia, jotka niin ikään viittaavat lattiapinnoitteen alapuoliseen kosteusvaurioitumiseen. Alapohjan perusrakenne on kuitenkin kosteusteknisesti toimiva, lukuun ottamatta alapohjan palkkien ja pilarianturoiden kohtia, joissa kosteuden kapillaarinen siirtyminen on mahdollista. Palkkilinjojen tai pilarianturoiden alustoja ei ole lämmön- tai vedeneristetty.

Liikuntasalissa alapohjarakenne on lämmöneristetty sisäpuolelta mineraalivillalla. Betonista alapohjarakennetta ei ole lämmöneristetty alapuolelta, eikä rakenteessa ole varsinaista vedeneristekerrosta. Kosteuden nouseminen alapuolisesta maa-ainestäytöstä alapohjarakenteeseen ja edelleen sisäpuoliseen lämmöneristekerrokseen on mahdollista (kapillaarinen kosteus, diffuusio). Liikuntasalin mineraalivillan eristeestä otettiin yhteensä neljä materiaalinäytettä mikrobialyysiin, joista kahdessa näytteessä todettiin vahva viite vauriosta ja kahdessa näytteessä heikko viite vauriosta. Mikrobin lisäksi mineraalikulujen kulkeutuminen alapohjarakenteesta sisäilmaan on mahdollista. Liikuntasalin osalta alapohjarakenne on kosteusteknisesti riskialtis rakenne, se ei ole lämpö- ja kosteusteknisesti toimiva.

5.3.7 Toimenpide-ehdotukset

Suoritettujen tutkimusten ja saatujen tutkimustulosten perusteella suositellaan ensimmäisen kerroksen lattiapinnoitteiden uusimista sekä lattiarakenteen kuivattamista ja / tai kapseloimista tarvittaessa. Lattiapinnoitteet ja niiden alapuoliset liima- ja tasoiteaineet tulee jyrsiä puhtaalle pinnalle asti. Lattianpurkurakan yhteydessä on varmistettava myös kotitalousluokassa 164 esiintyneen kosteusvaurion syy. Lisäksi mahdolliset halkeamat alapohjalaatassa ja kaikki rakenneliittymät sekä läpiviennit tulee tiivistää ilmatiiviiksi alapohjan täyttömaasta tapahtuvien ilmavuotojen estämiseksi. Uusien lattiapinnoitteiden tulee olla hyvin kosteutta läpäisevää, jotta palkkien ja pilarianturoiden kohdalta mahdollisesti nouseva kosteus pääsee haihtumaan sisäilmaan.

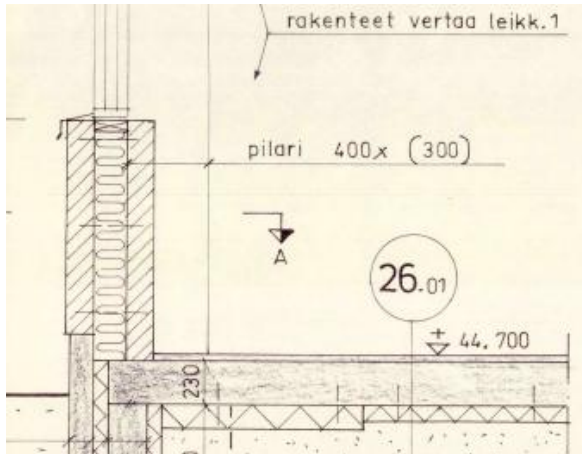
Liikuntasalin alapohjarakenteesta suositellaan poistettavaksi mikrobivaurioitunut ja sisäilman kuitulähteenä toimiva mineraalivillaeriste. Uuden sisäpuolisen lämmöneristeen tulee olla kuituvapaa tai mineraalivillakuitujen kulkeutuminen sisäilmaan tulee estää.

Rakenteet tulee suunnitella lämpö- ja kosteusteknisesti toimiviksi rakenteiksi.

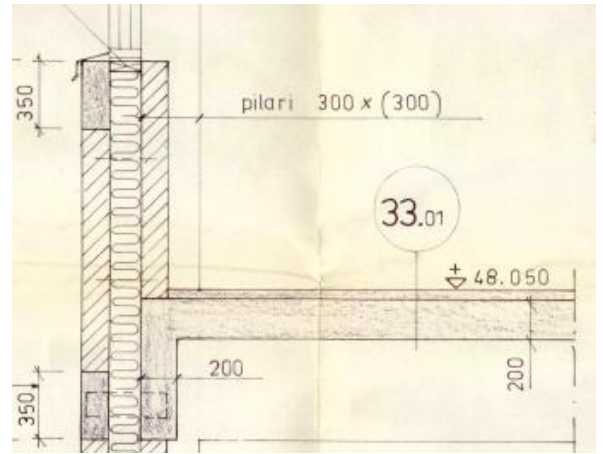
5.4 Julkisivut; ulkoseinät, ikkunat ja ovet

5.4.1 Sijainti ja rakenne

Rakennuksessa on alkuperäisten rakennesuunnitelmien mukaan pääasiassa kalkkihiiekkatiili-villa-tiili- tai betoni-villa-tiili-rakenteisia ulkoseiniä. Alkuperäiset ulkoseinän rakenneleikkaukset on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 45
Alkuperäinen ulkoseinärakenne (1. krs).



Kuva 46
Alkuperäinen ulkoseinärakenne (2. krs).

5.4.2 Havainnot

Suoritettujen tutkimusten perusteella ulkoseinärakenne vastaa alkuperäisiä rakennesuunnitelmia. Koko rakennuksessa ulkoverhouksena toimiva tiiliuorimuri on rapattu jälkikäteen. Samassa yhteydessä tiiliverhouksen taustan tuulettuvuutta on pyritty parantamaan alareunaan tehtyjen tuuletusaukkojen avulla. Tiiliverhouksen taakse ei kuitenkaan ole jätetty asianmukaista tuuletusväliä ja mahdollisesti olemassa oleva tuuletusväli on tukkiutunut laastipurseilla. Tuuletusväli ei täten ole alhaalta ylös asti yhtenäinen tai avoin. Lisäksi rapatun tiiliverhouksen ulkopinnoilla oli paikoitellen havaittavissa pakkasrapautumista, mikä viittaa voimakkaaseen kosteusrasitukseen ja/tai tiilen puutteelliseen pakkasenkestävyyteen.



Kuva 47
Yleiskuvaa julkisivusta rakennuksen kaakkoispuolelta.



Kuva 48
Auditorion vastainen julkisivu.



Kuva 49
Liikuntasalin julkisivun yläosassa tiilipinnoilla pakkasrapautumaa, joka paikattu.



Kuva 50
Musiikkiluokan yhteydessä olevan varastohuoneen 1122 ulkoseinän yläosassa pakkasrapautumaa.



Kuva 51
Julkisivun tuulettuvuutta on jälkikäteen pyritty parantamaan avaamalla tiiliverhouksen pysytsaumoja ja tekemällä saumoihin reikiä.



Kuva 52
Julkisivun tuulettuvuutta on jälkikäteen pyritty parantamaan avaamalla tiiliverhouksen pysytsaumoja ja tekemällä saumoihin reikiä.

Ulkoseinä rakenteiden kunnon selvittämiseksi ulkoseinään tehtiin yhteensä 38 rakenneavausta, joista otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiin. Näytteiden tulokset on esitetty seuraavassa luvussa. Osa rakenneavauksista (yht. 8 kpl) tehtiin ikkunoiden alaosiin, purkamalla ikkunapenkkirakennetta. Ikkunapenkkien alle suoritettavat avauskohdat on merkitty pohjakuvaan tunnuksella US-IKK. Ikkunan alapuolisia avauksia tehtiin molemmissa kerroksissa. Rakennuksen ikkunat on uusittu vuonna 2006. Rakenneavauksien yhteydessä havaittiin, että alkuperäiset ikkunan alapuut ja vanhat pystypuut on jätetty rakenteeseen (kuvat 51, 52, 53, 56). Ikkuna-aukkoa on remontin yhteydessä pienennetty sekä korkeus- että leveys suunnassa.

Rakenneavauksista tehtyjen havaintojen perusteella vanhat ala- ja pystypuut olivat useammassa avauskohdassa huonokuntoisia, ja niissä esiintyi selviä ulkopuolisesta kosteudesta aiheutuneita vesivalumajälkiä. Valumajäljet ovat muodostuneet alkuperäisten ikkunaliittymien ja vesipellitusten epätiiviyyskohtien kautta tapahtuneista vuotoista, sillä uusissa ikkunan ala- tai pystypuissa ei havaittu vuotojälkiä. Opettajanhuoneeseen 117 tehdyssä avauksessa ikkunan alkuperäisissä ala- ja pystypuissa ei havaittu merkittäviä vesivuotojälkiä, mutta ikkunoiden välisen peitelevyn takaa otetussa mineraalivillanäytteessä havaittiin heikko viite vauriosta. Mineraalivillaeristeissä havaittiin paikoin myös tummentumia, jotka viittaavat rakenteen kautta tapahtuviin ilmavuotoihin.



Kuva 53
Ikkunarakenteen alkuperäisissä alapuissa ja pystypuissa on vanhoja vesivuotojälkiä (kotitalousluokka 164).



Kuva 54
Opettajanhuoneessa tehdyssä avauksessa ikkunan alkuperäisissä ala- ja pystypuissa ei ollut havaittavissa merkittäviä vuotojälkiä.



Kuva 55
Toisen kerroksen fysiikka-kemia 2 (233), ikkunan rakenteessa runsaasti vanhoja vesivuotojälkiä.



Kuva 56
Pystypuiden sisäpuolella olevassa lämmöneristeessä ilmavuotojen aiheuttamaa tummentumaa. Rakenne ei ole tiivis sisätiloihin nähden (fysiikka-kemia 2).



Kuva 57
Opetustilassa 11 on rakennuksen käyttäjien toimesta havaittu poikkeavaa hajua. Haju oli paikallistettavissa ulkoseinärakenteeseen.



Kuva 58
Opetushuoneessa 11 ikkunan alkuperäisessä ala- ja pystypuussa selviä vanhoja vesivuotojälkiä. Rakenneavauksesta oli havaittavissa selvästi mikrobivaurioon viittaavaa hajua.

Rakennuksen ikkunat ovat avattavia, kolmilaisia MSE-ikkunoita. Rakennuksen ovet ovat alumiinirunkoisia, ikkuna-aukollisia ovia. Ovien kunnossa ei havaittu puutteita.



Kuva 59
Yleiskuvaa rakennuksen ikkunoista.



Kuva 60
Ikkunat ovat kolmilaisia MSE-ikkunoita.



Kuva 61
Ikkunat ovat yleisesti vielä hyväkuntoisia.



Kuva 62
Ulko-ovet ovat ikkuna-aukollisia, alumiinirunkoisia ovia. Ovet ovat pääosin hyväkuntoisia.

5.4.3 Mikrobianalyysit

Ulkoseinän rakenneavauksista otettiin yhteensä 41 materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Näytteitä otettiin pääasiassa ulkoseinärakenteiden mineraalivillaeristeestä ja lisäksi kaksi materiaalinäytettä otettiin ikkunarakenteiden alapuusta.

Aistinvaraisesti selvää mikrobivaurioon viittaavaa hajua todettiin opetustilassa 11, jossa hajun lähde oli paikannettavissa ulkoseinärakenteeseen ja ikkunaliittymään.

Näytteiden ottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa. Mikrobinäytteiden analyysivas-
taukset on esitetty liitteessä 4. Näytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen laboratorioissa Kuopiossa.

Taulukko 5

Ulkoseinän materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset

Näyte- numero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
MN1	Opetustila 5, 212,	US1, alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN2	Opetustila 7, 217	US2, ikkunan alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN3	Opetustila 7, 217	US3, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN4	Opetustila 8, 218	US4, alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN5	Opetustila 10, 223	US5, alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN6	Opetustila 10, 223	US5, alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN7	Opetustila 11, 246	US7, ikkunan alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN8	Opetustila 11, 246	US7, ikkunan alta	Ikkunan alapuu	Vahva viite vauriosta
MN9	Opetustila 11, 246	US8, alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN10	Maantieto-biologia 2, 244	US9, alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN11	Fysiikka-kemia 2, 233	US10, ikkunan alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN12	Fysiikka-kemia 2, 233	US10, ikkunan alta	Ikkunan alapuu	Viittaa vaurioon
MN13	Fysiikka-kemia 2, 233	US11, alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN14	Fysiikka-kemia 3, 226	US12, ikkunan alta	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN15	Media-luokka, 203	US13, alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN16	Media-luokka, 203	US14, ikkunan alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN17	Opetustila 3, 201	US15, alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN18	Kuntolaitteet 189	US16, alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN19	Tuulikaappi 1105	US17, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN20	Musiikkiluokka 1118	US18, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN21	Musiikkiluokka 1118	US19, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN22	Soitinvarasto 1122	US20, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN23	Soitinvarasto 1122	US21, ikkunan alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN24	Kotitalous 1, 181	US22, alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN25	Kotitalous 2, 164	US23, ikkunan alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN26	Kotitalous 2, 164	US23, ikkunan alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta

MN27	Kotitalous 2, 164	US24, alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN28	Kuvaamataito 156	US25, alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN29	Kuvaamataito 156	US26, ikkunan alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN30	Puutavaravarasto 148	US27, alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN31	Kone-, sähkö- ja metallityö 145	US28, alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN32	JOPI-luokka 100	US29, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN33	JOPI-luokka 100	US30, ikkunan alta	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN34	JOPI-luokka 100	US31, alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN35	Opettajanhuone 116	US32, alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN36	Opettajanhuone 117	US33, ikkunoiden välistä	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN37	Rehtori 125	US34, alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN38	Kuraattori 126	US35, alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN39	Liikuntasali 182	US36, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN40	Liikuntasali 182	US37, alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN41	Liikuntasali 182	US38, alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta

Ulkoseinästä otetuissa materiaalinäytteissä todettiin suurimmassa osassa näytteissä joko vahva tai heikko viite mikrobivauriosta. Ainoastaan kymmenessä näytteessä ei havaittu viitettä vauriosta. Näytteitä otettiin pääasiassa ulkoseinäarakenteiden alaosista tai ikkunoiden alapuolelta. Ikkunoiden alaosista tai vanhoista alapuista otetuissa näytteissä todettiin lähes kaikissa näytteissä vahva viite vauriosta, lukuun ottamatta näytettä MN36, jossa todettiin heikko viite vauriosta. Vahva viite vauriosta esiintyi mineraalivillassa myös niissä kohdissa, joissa ikkunan alapuu vaikutti aistinvaraisesti arvioituna vauriottomalta.

Rakennuksen ulkoseinäarakenteen alaosista otetuissa näytteissä vahva viite mikrobivauriosta todettiin musiikkiluokassa 1118 ja sen viereisessä soitinvarastossa 1122. Tuulikaapin 1105 oven pielestä otetussa mineraalivillanäytteessä todettiin niin ikään vahva viite mikrobivauriosta. JOPI-luokassa rakennuksen länsikulmassa todettiin niin ikään vahva viite vauriosta ulkoseinäarakenteen alaosasta otetussa näytteessä. Toisessa kerroksessa ulkoseinän alaosista otetuissa näytteissä todettiin vahva viite vauriosta opetustilassa 7. Lisäksi useassa ulkoseinän alaosasta otetussa näytteessä todettiin heikko viite vauriosta.

5.4.4 Merkkiainekokeet

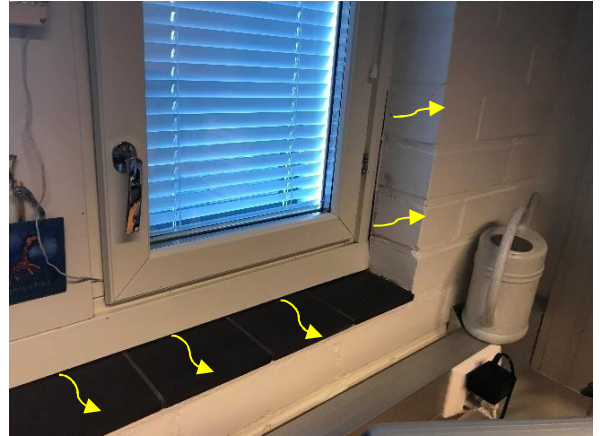
Ulkoseinäarakenteeseen sisäkuoren tiiveyden selvittämiseksi suoritettiin merkkiainekokeita ensimmäisen ja toisen kerroksen tiloissa. Merkkiainekaasua laskettiin ulkoseinän lämmöneristeeseen ensimmäisessä kerroksessa ulkokuoren tuuletusraoista/-aukoista. Toisessa kerroksessa merkkiainekaasua laskettiin eristetilaa vesikatolta niin ikään ulkokuoren tuuletusraoista/-aukoista. Lisäksi rakennuksen pohjoispäädyssä kaasua laskettiin lämmöneristeeseen sisäkuoreen tehtyjen reikien kautta, jotka tiivistettiin huolellisesti.

Merkkiainekokeet suoritettiin normaaliolosuhteissa, tutkittavien tilojen ollessa noin 2...4 Pascalia alipaineisia ulkoilmaan tutkittavaan rakenteeseen/ ulkoilmaan nähden. Merkkiainekaasuna käytettiin typpi-vety-seosta. Merkkiainekaasulla tutkitut ulkoseinäarakenteet on esitetty liitteessä 1 olevissa pohjaku- vissa.

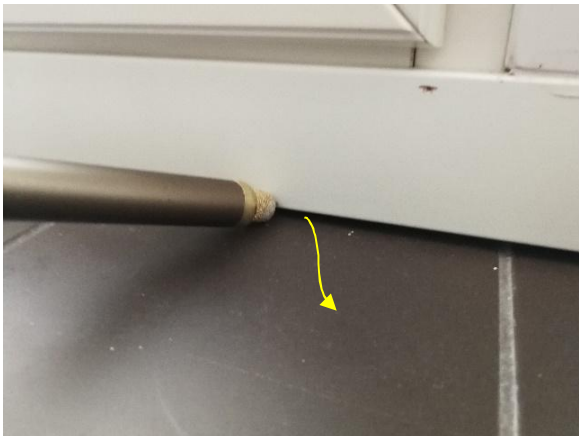
Ulkoseinärakenteen merkkiainekokeissa todettiin toistuvia ja merkittäviä ilmavuotoja ikkuna- ja ulkoseinärakenteiden liittymissä kaikissa tutkituissa tiloissa. Lisäksi paikallisia ilmavuotokohtia havaittiin patterikannakkeiden läpivienneissä, alapohjan ja ulkoseinän liittymärakenteissa sekä vanhoissa sähköputkitusten läpivienneissä.



Kuva 63
Tyypillinen ikkunaliittymä. Merkkiainekokeiden perusteella ulkoseinän lämmöneristeeseen johdettu merkkiainekaasu kulkeutuu ikkunaliittymistä sisäilmaan päin.



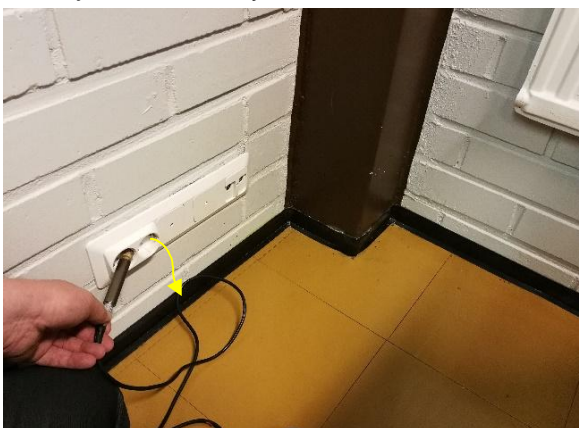
Kuva 64
Tyypillinen ikkunaliittymä. Merkkiainekokeiden perusteella ulkoseinän lämmöneristeeseen johdettu merkkiainekaasu kulkeutuu ikkunaliittymistä sisäilmaan päin.



Kuva 65
Merkittäviä ja toistuvia ilmavuotoja havaittiin ikkuna- ja ulkoseinäliittymissä.



Kuva 66
Merkittäviä ja toistuvia ilmavuotoja havaittiin ikkuna- ja ulkoseinäliittymissä.



Kuva 67
Ilmavuotoa havaittiin osassa pistorasioiden läpivienneistä.



Kuva 68
Ulkoseinissä vanhoja läpivientejä, joista havaittiin selvää ilmavuotoa.



Kuva 69
Ikkunalista poistettuna. Ikkunan alta on avoin ilmayhteys seinän eristetilaan.



Kuva 70
Ikkunan alapuolista seinärakennetta avattuna. Ikkunan alta on avoin ilmayhteys seinän eristetilaan.

5.4.5 Johtopäätökset

Suoritettujen merkkiainekokeiden perusteella ulkoseinärakenteiden lämmöneristeistä tapahtuu merkittäviä ilmavuotoja sisäilmaan päin. Myös lähtötietomateriaalista (Lämpökuvausraportti 30.09.2015 Jakitek) saatujen tietojen perusteella ikkunoiden ympärillä esiintyy systemaattisia ilmavuotoja ympäri rakennusta, jolloin epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan ilmavuotojen mukana on todennäköistä. Ulkoseinän mineraalivillaeristeistä otetuissa materiaalinäytteissä todettiin useimmassa tutkituista tiloista vahva tai heikko viite vauriosta. Epäpuhtauksien kulkeutuminen ulkoseinärakenteiden lämmöneristeistä sisäilmaan päin voi heikentää sisäilman laatua.

Ulkoseinän rakenneavausten yhdessä havaittiin, että alkuperäisten ikkunoiden alapuut on jätetty rakenteeseen. Useammassa tarkastetussa alapuussa havaittiin vesivuotojälkiä ja viitteitä mikrobivaurioista. Vaurioiden syynä on todennäköisesti alkuperäisten ikkunoiden aikana tapahtuneet vesivuodot ikkuna- ja vesipellitusten liittymistä. Uusissa alapuissa ei esiintynyt vesijälkiä.

Ulkopuolelta tarkasteltuna ulkoseinän rapatussa tiiliverhouksessa esiintyy pakkasrapautumaa, mikä viittaa merkittävään kosteusrasitukseen ja/tai tiilien puutteelliseen pakkasenkestävyyteen. Ulkoseinän tuulettuvuutta on jälkikäteen parannettu lisäämällä tiiliverhouksen alareunaan tuuletusaukkoja ja -putkia, mutta verhouksen takana ei ole riittävää ja yhtenäistä tuuletusväliä.

5.4.6 Toimenpide-ehdotukset

Ulkoseinärakenteissa esiintyvien mikrobivaurioiden ja todettujen ilmavuotojen johdosta ulkoseinien vaurioituneet mineraalivillaeristeet ja ikkunoiden alapuut tulee poistaa. Samassa yhteydessä suositellaan julkisivun tuulettavuuden parantamista ja rapautuneen tiiliverhouksen uusimista. Kaikki sisäpuoliset liittymärakenteet ja läpiviennit tulee niin ikään tiivistää ilmatiiviiksi. Rakenne tulee suunnitella lämpö- ja kosteusteknisesti toimivaksi rakenteeksi.

5.5 Välipohjarakenteet

5.5.1 Sijainti ja rakenne

Alkuperäisten suunnitelmien mukaan välipohjarakenteena on paikallavalettu teräsbetonilaatta pintavallulla. Betonilaatan paksuudeksi on rakennepiirustuksissa ilmoitettu 200 mm. Pintabetonilaatan vahvuutta ei ole ilmoitettu.

5.5.2 Havainnot

Välipohjan rakennetta tarkasteltiin yläpuolelta poraamalla (tila 218) ja rakenteen todettiin vastaavan alkuperäisiä suunnitelmia.

5.5.3 Mittaustulokset

Välipohjarakenteille suoritettiin pintakosteuskartoitus, jossa ei havaittu viitteitä kohonneesta kosteudesta. Toisessa kerroksessa käännettiin myös vinyylilaattoja niiden alapuolisen kunnan selvittämiseksi. Vinyylilaattojen alla ei havaittu aistinvaraisesti arvioiden poikkeavaa hajua tai vaurioon viittaavia jälkiä. Toisesta kerroksesta otettiin myös yksi VOC-materiaalinäyte, jonka tulokset on raportoitu luvussa 5.3.5 alapohjan materiaalinäytteiden yhteydessä. Näytteen TVOC-pitoisuudet tai yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet eivät ylittäneet Työterveyslaitoksen asettamia VOC-BULK-näytteiden viitearvoja. Lisäksi välipohjasta otetun näytteen pitoisuudet olivat selvästi alhaisemmat kuin alapohjarakenteesta otetuissa näytteissä.



Kuva 71

Vinyylilaatassa ei havaittu viitteitä vaurioista toisessa kerroksessa (opetustila 6, 221). Poikkeavaa hajua ei havaittu pinnoitteessa tai pintabetonissa.



Kuva 72

Vinyylilaatassa ei havaittu viitteitä vaurioista toisessa kerroksessa (fysiikka-kemia 2, 233). Poikkeavaa hajua ei havaittu pinnoitteessa tai pintabetonissa.

5.5.4 Johtopäätökset

Välipohjarakenne on toteutettu suunnitelmien mukaisesti eikä siinä havaittu viitteitä vaurioista tai kohonneesta kosteudesta. Välipohjarakenne on teknisesti toimiva. Välipohjarakenteiden osalta ei esitetä toimenpide-ehdotuksia.

5.6 Väliseinät ja sisäpuoliset pintarakenteet

5.6.1 Sijainti ja rakenne

Saatujen lähtötietojen perusteella väliseinärakenteena on pääosin käytetty kalkkihiekkatiiltä. Osa väliseinistä on toteutettu myös levyrakenteisina.

5.6.2 Havainnot

Kohteessa tehtyjen havaintojen perusteella väliseinärakenteissa ei havaittu viitteitä vaurioista.

Sisäpuolisia pintarakenteita on uusittu vuonna 2005 toteutetussa perusparannuksessa. Perusparannuksen yhteydessä on uusittu akustiikkalevyjä, seinien maalipintoja ja osa lattiapinnoitteista. Alkuperäistä vinyylilaattaa on kuitenkin suurimassa osassa tiloista.



Kuva 73
Yleiskuvaa luokkatilasta.



Kuva 74
Käytävätiloissa on vinyylilaatta molemmissa kerroksissa.



Kuva 75
Opettajanhuoneen muovimatto on uusittu 2005.



Kuva 76
Musiikkiluokassa 1118 lattiapinnoite on uusittu 2005.



Kuva 77
Yleiskuvaa liikuntasalista.



Kuva 78
Ruokailutilassa lattian vinyylilaatat ovat alkuperäiset.

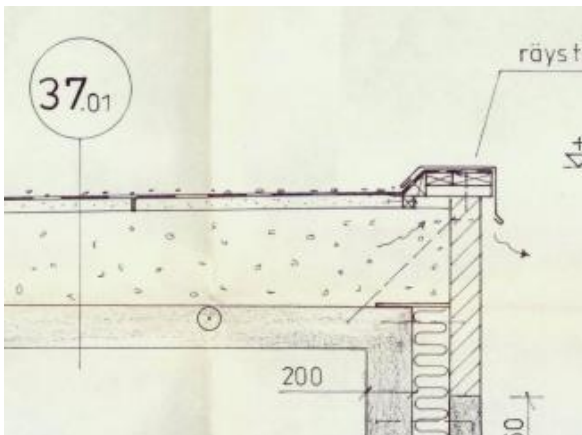
5.6.3 Johtopäätökset

Väliseinärakenteiden osalta ei havaittu näkyviä vaurioita tai viitteitä kohonneesta kosteudesta. Perusparannuksen yhteydessä uusitut pintamateriaalit ovat hyväkuntoisia.

5.7 Yläpohjat ja vesikatot

5.7.1 Sijainti ja rakenne

Alkuperäisten rakennesuunnitelmien mukaan yläpohjarakenteena on käytetty pääasiassa massiivibetoniholvia tai TT-laattaa. Yläpohja on eristetty kevytsoralla. Vesikatteena toimiva bitumikermikate on uusittu 2005 perusparannuksen yhteydessä. Rakenne on yleisesti kosteusteknisesti toimiva rakenne.



Kuva 79
Vesikaton alkuperäinen rakenne.

5.7.2 Havainnot

Vesikattorakenteeseen ei erikseen tehty rakenneavauksia, joten yläpohjarakennetta tai sen kuntoa ei todennettu (rakenne ei ole teknisesti riskialtis rakenne). Vesikate varusteineen vaikutti aistinvaraisesti arvioituna pääosin hyväkuntoiselta ja teknistä käyttöikää on vielä jäljellä. Ylösnotot ja läpiviennit oli aistinvaraisesti arvioiden hyväkuntoiset. Vesikatolla on sisäinen vedenpoisto kattokaivojen kautta, mutta

useat kattokaivojen roskasihdit olivat tarkasteluhetkellä tukkeutuneet ja vettä oli päässyt lammikoitumaan katolle useampaan kohtaan. Vesikatteissa esiintyy jonkin verran paikallisesti katteen ”pussittamista”, mutta varsinaisia vaurioita vesikatteessa ei havaittu.

Vesikatolla on myös useampia kattoikkunoita, jotka on uusittu perusparannuksen yhteydessä 2005-2006. Kattokuvut vaikuttivat aistinvaraisesti hyväkuntoisilta eikä vuotojälkiä havaittu. Kattokupuja on myös huollettu asianmukaisesti.

Auditorion ja sisääntulon välisessä, vesikaton ja auditorion ulkoseinän liittymärakenteessa on esiintynyt vuotoa, joka on korjattu tiivistämällä vesikatteen ylösnosto (tai reunapellitys).



Kuva 80
Yleiskuvaa rakennuksen vesikatoilta.



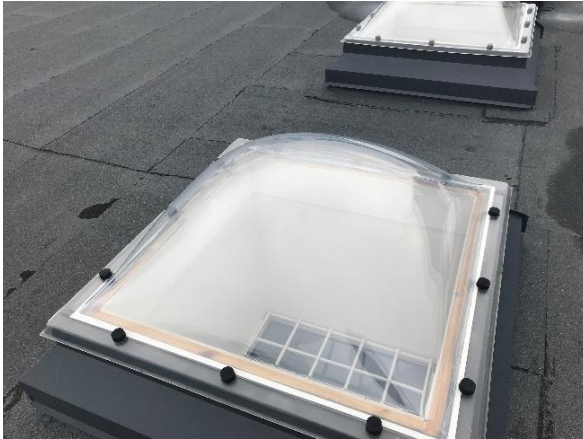
Kuva 81
Vesikatteet on uusittu 2005-2006 ja katteet ovat aistinvaraisesti arvioiden hyväkuntoisia.



Kuva 82
Vesikate on yleisesti vielä hyväkuntoinen ja teknistä käyttöikä on vielä jäljellä.



Kuva 83
Rakennuksessa on useampia kattoikkunoita, jotka on uusittu 2005. Kattoikkunat ovat yleisesti vielä hyväkuntoisia, näkyviä sisäpuolisia vesivauriojälkiä ei havaittu.



Kuva 84
Kattokuvuille on myös suoritettu huoltotoimenpiteitä ja ne vaikuttivat hyväkuntoisilta.



Kuva 85
Liikuntasalin ja auditorion välissä olevien ilmanvaihtokonehuoneiden vesikaton vedenpoisto toteutettu ulosheittäjällä alemman lappeen kautta.



Kuva 86
Liikuntasalin vesikattoa. Kattokaivosta puuttuu roskasihti.



Kuva 87
Rakennuksen itäkulmauksessa vesi lammikoituu voimakkaasti. Kattokaivon roskasihti tukkeutunut.



Kuva 88
Sisääntuloaulan päällä suuri vesilammikko, kattokaivon roskasihti tukkeutunut.



Kuva 89
Lammikoitumista myös ruokasalin kohdalla.

5.7.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Vesikate on aistinvaraisesti hyväkuntoinen. Vesikatton kattokaivot olivat tutkimushetkellä tukkeutuneet ja vesi pääsi lammikoitumaan vesikatolle. Kattokaivot tulee pitää puhtaina ja niiden toimivuus tulee tarkastaa säännöllisesti.

5.8 Alakatot ja muut havainnot

Alakattojen yläpuolisten pintojen pölyisyyttä sekä mahdollisia kuitulähteitä ja avoimia läpivientejä tarkastettiin pistokoeluoontoisesti molemmissa kerroksissa. Alakattojen päällä havaittiin jonkin verran pölyä ja lisäksi myös mineraalivillaeristepaloja, joista kuitujen kulkeutuminen sisäilmaan on mahdollista. Mineraalivillalla on eristetty myös toisen kerroksen wc-tilojen väliseinien yläosat sekä kaikkien luokkien ovenkarmiliitokset väliseiniin. Yläpölyä esiintyi runsaasti korkeiden kaapistojen ja johtokourujen päällä. Johtokourujen päällä oli havaittavissa myös rakennusaikaisia epäpuhtauksia. Vahtimestarin huoneen yläpuolella on vanha ilmanvaihtokanavan läpivienti yläpohjaan, jota ei ole tiivistetty ilmatiiviiksi. Ilmavuodot yläpohjasta ovat mahdollisia.



Kuva 90
Yleiskuvaa alakattojen päältä.



Kuva 91
Alakattojen päällä havaittiin toisessa kerroksessa, useammassa kohdassa mineraalivillaeristepaloja.



Kuva 92
Ilmanvaihtokanavan läpivientä ei ole tiivistetty. Ilmavuodot IV-konehuoneesta ovat mahdollisia.



Kuva 93
Luokkatilassa 210 (kirjasto) kaapelikourujen päällä runsaasti pölyä ja rakennusmateriaalipölyä.



Kuva 94
Toisen kerroksen fysiikka-kemia-luokkien läheisten wc-tilojen yhteydessä runsaasti mineraalivillaaeristettä alakattojen päällä.



Kuva 95
Vahtimestarin huoneen (1103) alakattojen päällä epätiivittä, vanhoja IV-kanavien läpivientejä yläpohjaan. Ilmavuodot yläpohjasta mahdollisia.



Kuva 96
Luokkatilojen ovien karmien liittymät väliseinäraukenteisiin on tiivistetty mineraalivillalla.



Kuva 97
Luokkatilojen ovien karmien liittymät väliseinäraukenteisiin on tiivistetty mineraalivillalla.



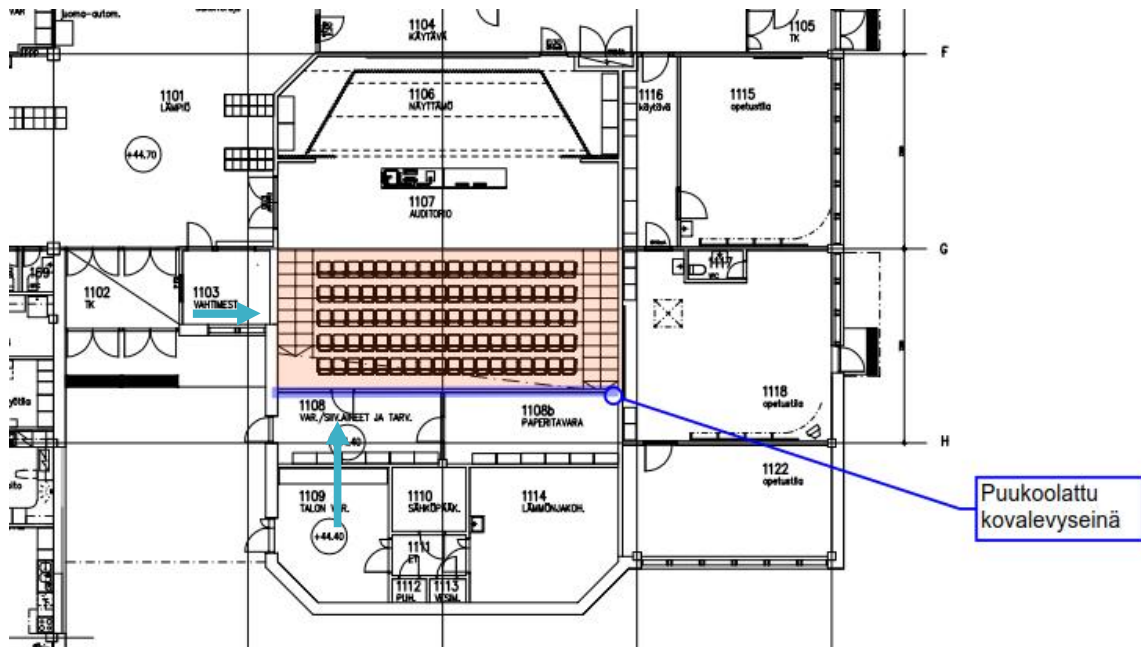
Kuva 98
Luokkatilassa 210 (kirjasto) myös korkeiden kaapistojen päällä runsaasti yläpölyä.



Kuva 99
Sisäntuloaulan yhteydessä olevien kaapistojen päällä runsaasti yläpölyä.

Auditorion alla sijaitsee varastotiloja sekä teknisiä tiloja (tilat 1108, 1108b, 1109 ja 1114). Mikrobivaurioon viittaavaa hajua havaittiin etenkin varastotilassa 1108, jossa säilytetään mm. siivoustarvikkeita. Auditorion katsomon alle jäävän tilan ja varaston 1108 välinen väliseinä on toteutettu puurunkoisena kovalevyllä. Auditorion katsomon alapuoleista tilaa tarkasteltiin aistinvaraisesti poistamalla kovalevytystä. Tilassa kulkee mineraalivillalla eristettyjä käyttövesi- ja lämmitysjärjestelmäputkistoja. Puurakenteinen väliseinä auditorion alapuolisen tilan ja varastotilojen välillä ei ole ilmatiivis, jolloin ilmavuodot auditorion katsomon alta ovat mahdollisia. Varastotilasta 1108 on myös avoimia siirtoilmareittejä viereiseen varastotilaan 1109 ja 1114. Auditorion katsomon alapuoleisessa tilassa on todennäköisesti tiivistämättömiä alapohjan liittymärakenteita tai läpivientejä, joista tilaan tulee mikrobivaurioon viittaavaa hajua.

Rakennuksen käyttäjät ovat ilmoittaneet sisäilman laatuun liittyvistä epäilyksistä tilan 1103 osalta. Kyseinen tila on toiminut ensin vahtimestarin työhuoneena ja nykyään kopiointi-/kuulutustilana. Tilan 1103 ja auditorion katsomon alapuoleisen tilan väliseltä väliseinältä löydettiin avoimia läpivientejä, jotka mahdollistavat ilmavuodot auditorion katsomon alta kopiointihuoneeseen.



Kuva 100

Auditorion alapuolinen tila sijaitsee auditorion nousevan katsomon alla. Seuraavat valokuvat on otettu nuolien osoittamasta suunnasta. Auditorion alapuoliseen tilaan ei ole toteutettu pohjakuvassa näkyvää väliovea varastotilasta 1108.



Kuva 101

Auditorion katsomon alla kulkee mineraalivillalla eristettyjä käyttöveden ja lämmitysjärjestelmän putkistoja.

Kuva 102

Vahtimestarin huoneessa avoimia läpivientejä auditorion katsomon alapuoleiseen tilaan.

5.8.1 Johtopäätökset

Alakattojen päällä havaittiin mineraalivillakuitulähteitä, joista voi irrota mineraalikuituja sisäilmaan. Kuidut voivat aiheuttaa herkimmissä käyttäjissä oireilua. Korkeiden kaapistojen ja johtokourujen päällä oli lisäksi havaittavissa runsaasti pölyä, ja joukossa esiintyi myös silmin nähden rakennusmateriaalipölyä.

Auditorion alaosan alta todettiin tulevan mikrobiperäistä hajua, jolla on suora ilmayhteys myös viereisiin varastohuoneisiin. Varastotiloissa säilytetään mm. puhtaita käsipyyherullia, jolloin mikrobien kulkeutuminen wc-tiloihin on täten mahdollista.

5.8.2 Toimenpide-ehdotukset

Suoritettujen havaintojen perusteella suositellaan yläpölyjen pyyhkimisen tehostamista. Lisäksi kaapelikourut tulisi puhdistaa pölystä ja rakennusmateriaalipölystä. Alakattojen päällä olevat mineraalivillakuitulähteet tulee niin ikään poistaa tai avoimet kuitupinnat sulkea siten, että kuitujen kulkeutuminen sisäilmaan estetään.

Auditorion alaosan alapuoliseen tilaan tulee järjestää kunnollinen pääsy ja mikrobiperäisen hajun lähde tulee varmistaa. Kaikki alapohjan liittymärakenteet ja avoimet läpiviennit tulee tiivistää huolellisesti, jotta ilmavuodot rakenteista saadaan estettyä. Lisäksi suositellaan tiiviin väliseinärakenteen rakentamista auditorion alapuolisen tilan ja siivousvälinevaraston välille. Auditorion alustatila suositellaan alipaineistettäväksi.

6 Ilmanvaihto

6.1 Ilmanvaihto-järjestelmän kuvaus

Rakennus on varustettu koneellisella tulo-poistoilmanvaihtokoneella. Järjestelmä on uusittu vuonna 2005 perusparannuksen yhteydessä. Saatujen lähtötietojen perusteella järjestelmän viimeisin puhdistus on suoritettu vuonna 2015.



Kuva 103

Yleiskuvaa ilmanvaihtokonehuoneesta.



Kuva 104

Ilmanvaihtolaitteistoissa on tyyppikilvessä vuosiluku 2005.

6.2 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus

Ilmanvaihtokanavien puhtautta selvitetiin ottamalla pölynäytteitä tuloilmakanavien päätelaitteiden sisäpinnalta. Näyte otetaan Minigrip-pussiin kääntämällä pussi nurin päin ja pyyhkimällä sillä tutkittavaa pintaa.

Näytteet tutkittiin stereomikroskoopilla ja pyyhkäisyelektronimikroskoopilla Labroc Oy:n laboratoriossa Tampereella. Tarkemmat tutkimusmenetelmät ja tutkimustulokset on esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 4. Tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa. Pölyn suhteellista määrää on kuvattu termeillä: runsaasti (+++) – jonkin verran (++) – yksittäisesti (+). Näytteenottokohtat on merkitty liitteessä 1 olevaan pohjakuvaan.

Taulukko 6

Pyyhintänäytteiden tulokset tuloilmakanavasta (pölyn kertymäaika tuntematon)

Näyte	Tila	Pölynkoostumus
PEM1	Käytävä 1104, tuloilmakanavan päätelaite	<ul style="list-style-type: none"> • ulkoilmapölyä <ul style="list-style-type: none"> • silikaattinen kiviainespöly (+++) • rakennusmateriaalipölyä <ul style="list-style-type: none"> • metallioksidit (++) • huonepölyä <ul style="list-style-type: none"> • kloridit (++) • muuta <ul style="list-style-type: none"> • tikkumaisia ja haaroittuvia orgaanisia pölypartikkeleita (+++)
PEM2	Eteishalli 129, tuloilmakanavan päätelaite	<ul style="list-style-type: none"> • ulkoilmapölyä <ul style="list-style-type: none"> • silikaattinen kiviainespöly (+++) • siitepöly (+) • rakennusmateriaalipölyä <ul style="list-style-type: none"> • kalkkikivi (++) • kipsi (+++) • huonepölyä <ul style="list-style-type: none"> • kloridit (+) • teollisia mineraalikuituja arviolta 1-5 p-% <ul style="list-style-type: none"> • kivivilla • muuta <ul style="list-style-type: none"> • tikkumaisia ja haaroittuvia orgaanisia pölypartikkeleita (++)

PEM3	Käytävä 245, tuloilmakanavan päätelaite	<ul style="list-style-type: none"> • ulkoilmapölyä <ul style="list-style-type: none"> • silikaattinen kiviainespöly (+++) • siitepöly (++) • rakennusmateriaalipölyä <ul style="list-style-type: none"> • kalkkikivi (+) • huonepölyä <ul style="list-style-type: none"> • kloridit (+) • teollisia mineraalikuituja arviolta alle 1 p-% <ul style="list-style-type: none"> • lasivilla • muuta <ul style="list-style-type: none"> • tikkumaisia ja haaroittuvia orgaanisia pölypartikkeleita (+++) • alumiinia ja klooria sisältäviä pölypartikkeleita (+++)
PEM4	Käytävä 227, tuloilmakanavan päätelaite	<ul style="list-style-type: none"> • ulkoilmapölyä <ul style="list-style-type: none"> • silikaattinen kiviainespöly (+++) • siitepöly (+) • rakennusmateriaalipölyä <ul style="list-style-type: none"> • kalkkikivi (+) • huonepölyä <ul style="list-style-type: none"> • kloridit (+) • teollisia mineraalikuituja arviolta alle 1 p-% <ul style="list-style-type: none"> • lasivilla • muuta <ul style="list-style-type: none"> • tikkumaisia ja haaroittuvia orgaanisia pölypartikkeleita (++) • alumiinia ja klooria sisältäviä pölypartikkeleita (+++)

Kaikissa tuloilmakanavan päätelaitteista otetuissa pölynäytteissä esiintyi teollisia mineraalikuituja joko 1...5 p-% tai alle 1 p-%. Teolliset mineraalikuidut tuloilmakanavassa voivat viitata kuitulähteisiin ilmanvaihtojärjestelmässä.

Lisäksi kaikissa näytteissä havaittiin laboratorion mukaan tikkumaisia ja haaroittuvia orgaanisia pölypartikkeleita, joita esiintyi joko runsaasti tai jonkin verran. Labroc Oy:n laboratorioanalyytikon mukaan partikkelit voivat olla peräisin ilmanvaihtolaitteiston äänenvaimentimista tai muualta IV-kanavan suodatimista tai suodatinkankaasta.

Aistinvaraisesti arvioituna tuloilmakanavien päätelaitteissa oli havaittavissa pölyä, jonka joukossa oli kellertävää siitepölyä. Saatujen tulosten perusteella kaikissa otetuissa näytteissä pölynäyte sisälsi ulkoilmapölyä (silikaattinen kiviainespöly, siitepöly). Lisäksi näytteissä esiintyi rakennusmateriaalipölyä kuten kalkkikiveä, kipsiä ja/tai metallioksidia sekä klorideja sisältävää huonepölyä.



Kuva 105
Tuloilmakanavan päätelaitteella havaittavissa keltaista siitepölyä. Kuva toisen kerroksen käytävälästä 227.



Kuva 106
Tuloilmakanavan päätelaite ensimmäisen kerroksen eteishallissa 129. Päätelaitteen pinnalla jonkin verran pölyä.



Kuva 107
Kastuneita suodattimia ei saa käyttää.



Kuva 108
Ilmanvaihtokonehuoneissa havaittiin kastuneita ilmansuodatinlaatikoita. Kastuneita suodattimia ei saa käyttää.

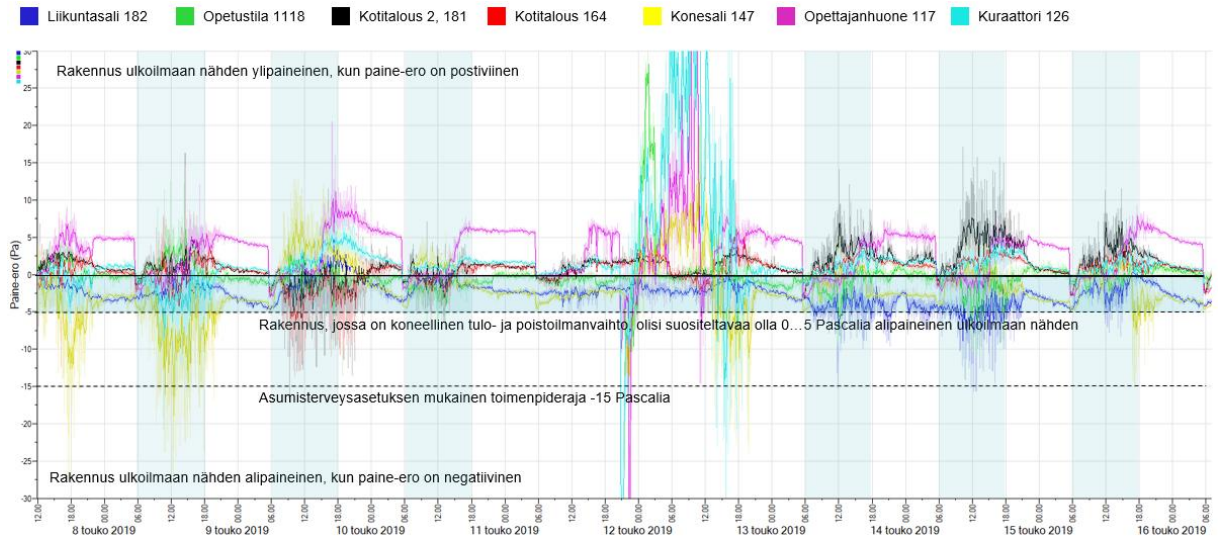
6.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihtolaitteisto on uusittu vuonna 2005-2006 ja sillä on teknistä käyttöikää vielä jäljellä. Ilmanvaihtolaitteiston puhtaudesta tulee huolehtia säännöllisesti vaihtamalla tuloilmakoneiden suodattimet ja puhdistamalla ilmanvaihtokanavat sekä päätelaitteet. Saatujen tutkimustulosten perusteella tuloilmavaihtokanavien päätelaitteilla esiintyi ulkoilmapölyä, mikä voi viitata suodattimien tukkeutumiseen, ohivuotoihin tai puutteelliseen kanavien puhdistukseen. Näytteissä esiintyi myös rakennusmateriaalipölyä.

7 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset

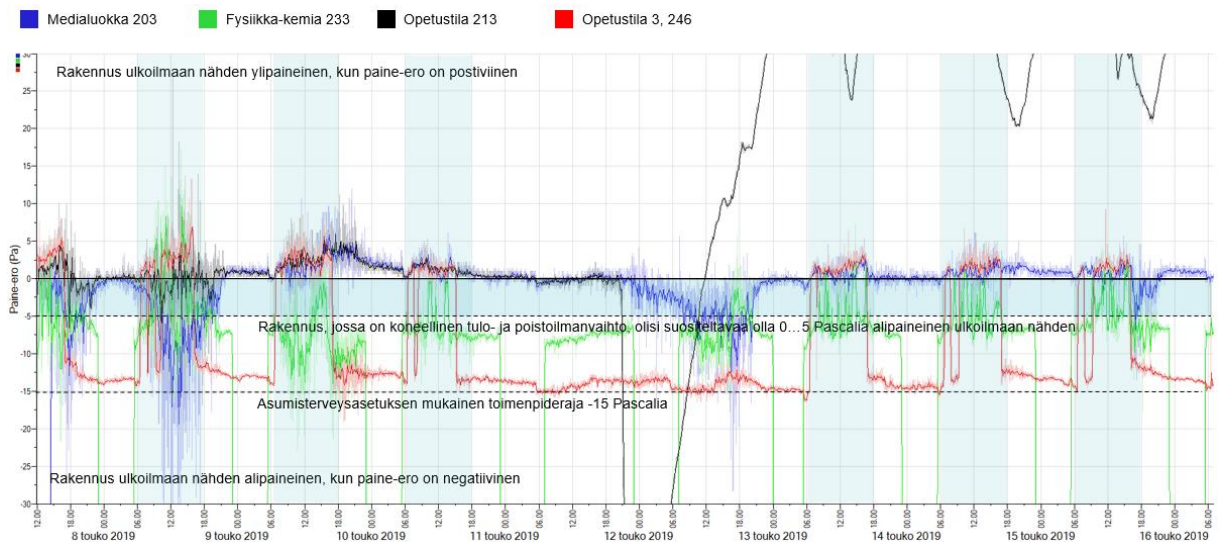
7.1 Paine-ero

Sisä- ja ulkoilman välistä paine-eroa mitattiin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä 11 tilassa 7. – 16.5.2019. Ensimmäisen kerroksen tiloissa mittauksia suoritettiin yhteensä 7 kpl ja toisen kerroksen tiloissa yhteensä 5 kpl. Paine-eromittausten tulokset on jaoteltu alla oleviin kuviin kerroksittain. Kuvaajat on esitetty myös liitteessä 3.



Kuva 109

Ensimmäisen kerroksen paine-eromittauksen tulokset. Arkipäivät klo 6 – 18 korostettua kuvassa.



Kuva 110

Toisen kerroksen paine-eromittauksen tulokset. Arkipäivät klo 6 – 18 korostettua kuvassa.

Ensimmäisen kerroksen kuvaajasta voidaan havaita, että painesuhteet vaihtelevat noin -5...5 Pascalin välillä käytön aikana arkisin klo 6 – 18. Käytönajan ulkopuolella ilta- ja yöaikaan paine-ero siirtyy lähemmäs 0 Pascalia, lukuun ottamatta opettajanhuonetta 117, joka pysyy noin 5 Pascalia ylipaineisena.

Toisessa kerroksessa painesuhteet vaihtelevat selvästi enemmän kuin ensimmäisessä kerroksessa. Arkisin käytön aikana klo 6 – 18 tilojen painesuhteet vaihtelevat pääasiassa -10...5 Pascalin välillä. Merkittävin vaihtelu tapahtuu opetustila 3:ssa (246), jossa alipaineisuus kasvaa merkittävästi käytön ajan ulkopuolella ilta- ja yöaikaan ollen noin -13...-15 Pascalia. Ilmavuodot rakenteista ovat tällöin todennäköisiä.

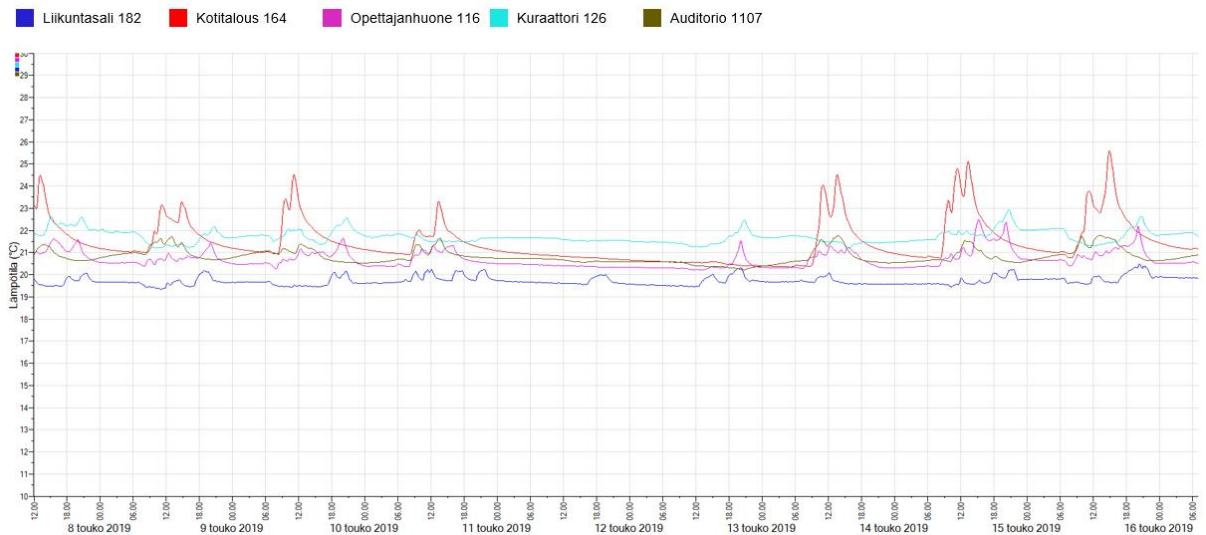
7.1.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen painesuhteet ulkovaipan yli ovat pääsääntöisesti hyvällä tasolla. Tiloissa esiintyy kuitenkin jonkin verran yli- ja alipaineisuutta, joten tilojen painesuhteet suositellaan säädettäväksi lähemmäs tasapainotilaa.

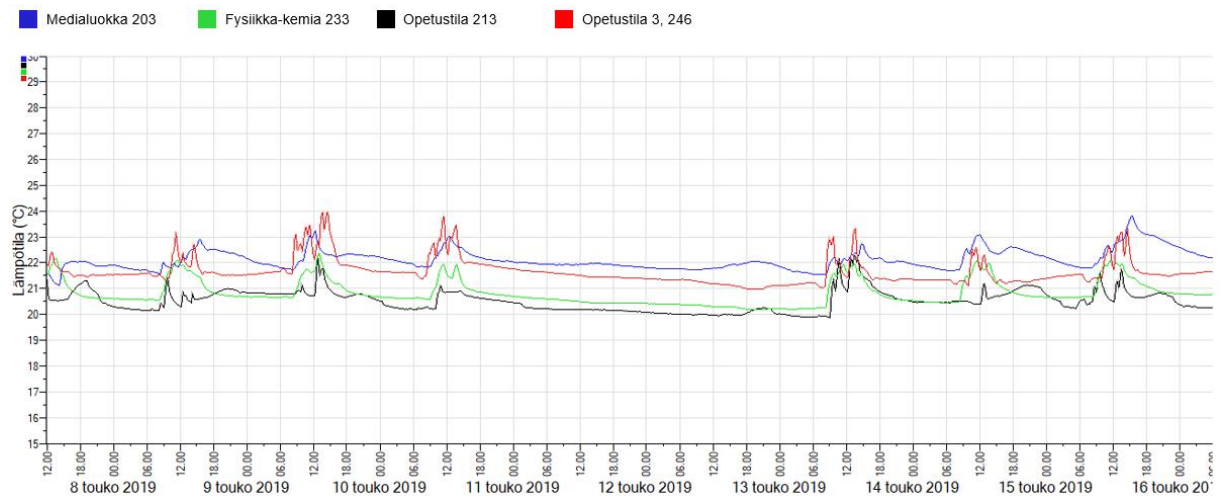
Fysiikka-kemia-opetustilojen välissä on kokoelmahuone, jonka alipaineisuudesta muihin tiloihin nähdään tulee huolehtia. Tällöin kemikaaleista mahdollisesti aiheutuvat hajut ja kaasut eivät pääse kulkeutumaan luokkatiloihin.

7.2 Sisäilman lämpötila

Sisäilman lämpötilaa mitattiin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä 9 tilassa 7. – 16.5.2019. Ensimmäisen kerroksen tiloissa mittauksia suoritettiin yhteensä 5 kpl ja toisen kerroksen tiloissa yhteensä 4 kpl. Lämpötilamittausten tulokset on jaoteltu alla oleviin kuviin kerroksittain.



Kuva 111
Ensimmäisen kerroksen lämpötilamittausten tulokset.



Kuva 112
Toisen kerroksen lämpötilamittausten tulokset.

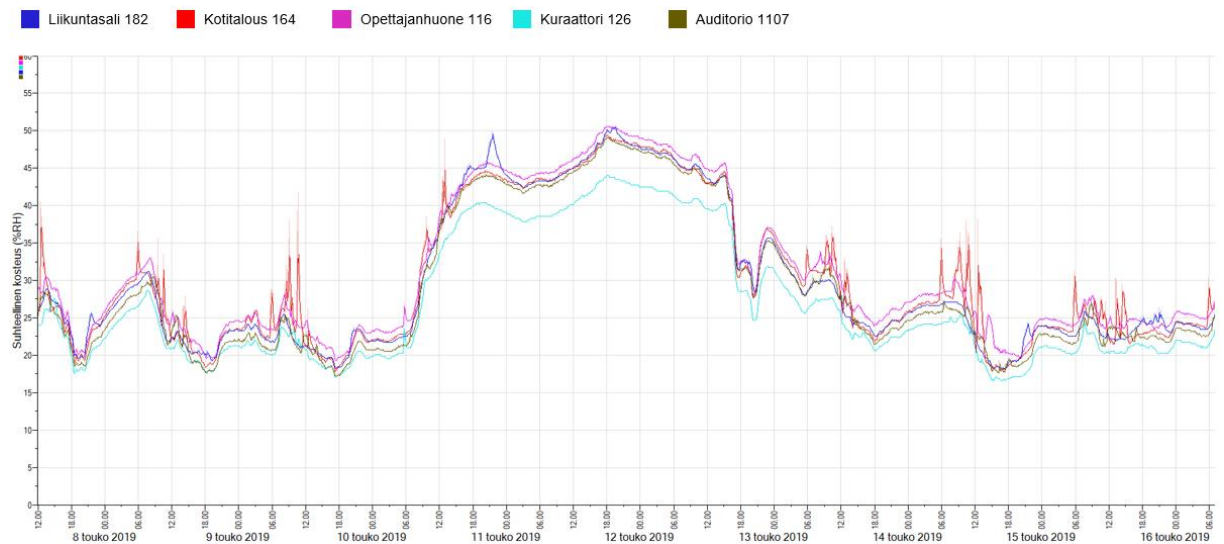
Ensimmäisessä kerroksessa korkein lämpötila mitatulla ajanjaksolla on ollut 25,6 astetta ja toisessa kerroksessa 24,0 astetta. Korkeammat lämpötilat on saavutettu vain hetkellisesti.

7.2.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

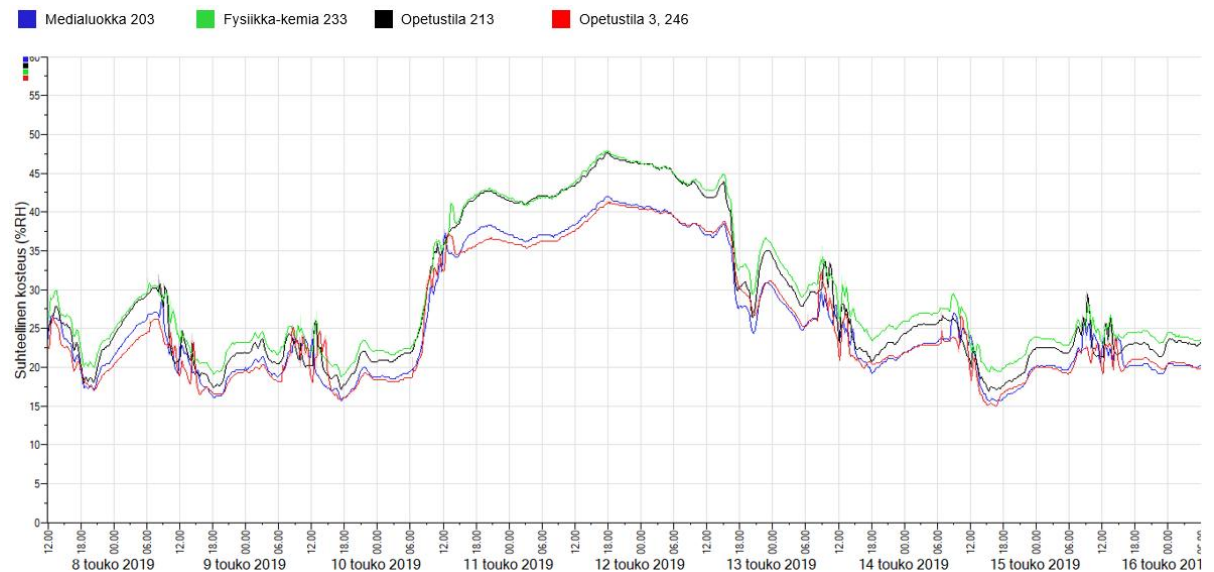
Jatkuvatoimisten lämpötilamittausten perusteella mitattujen tilojen lämpötilat ovat asianmukaisella tasolla.

7.3 Sisäilman suhteellinen kosteus

Sisäilman suhteellista kosteutta mitattiin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä 9 tilassa 7. – 16.5.2019. Ensimmäisen kerroksen tiloissa mittauksia suoritettiin yhteensä 5 kpl ja toisen kerroksen tiloissa yhteensä 4 kpl. Lämpötilamittausten tulokset on jaoteltu alla oleviin kuviin kerroksittain.



Kuva 113
Ensimmäisen kerroksen suhteellisen kosteuden mittaustulokset.



Kuva 114
Toisen kerroksen suhteellisen kosteuden mittaustulokset.

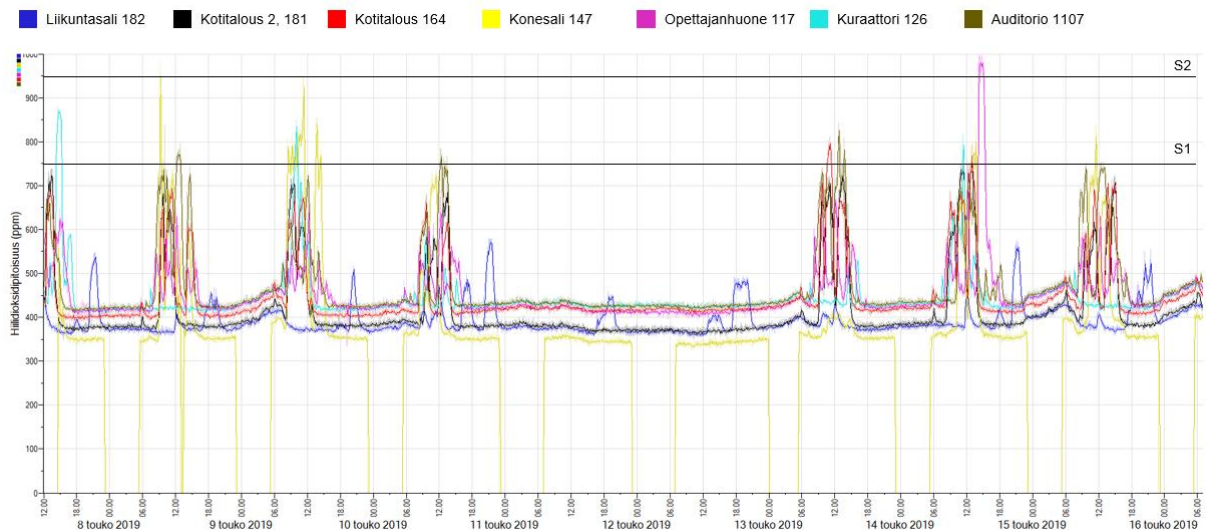
Arkipäivinä suhteellinen kosteus vaihtelee molemmissa tiloissa noin 15...30 %RH välillä. Viikonloppuna suhteellinen kosteus kohoaa 50 %RH.

7.3.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Jatkuvatoimisen suhteellisen kosteuden mittausten perusteella suhteellinen kosteus on mitatuissa tiloissa asianmukaisella tasolla vuodenaikaan nähden.

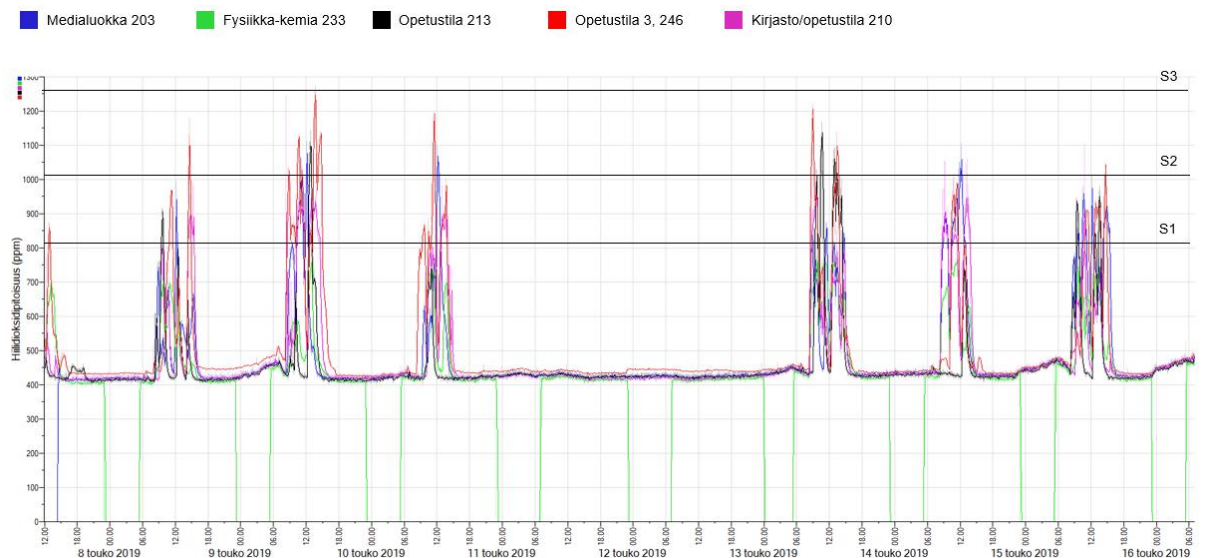
7.4 Hiilidioksidipitoisuus

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta mitattiin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä 12 tilassa. Ensimmäisen kerroksen tiloissa mittauksia suoritettiin yhteensä 7 kpl ja toisen kerroksen tiloissa yhteensä 5 kpl. Hiilidioksidipitoisuuden mittauksen tulokset on jaoteltu alla oleviin kuviin kerroksittain.



Kuva 115

Ensimmäisen kerroksen hiilidioksidipitoisuuden mittaustulokset.



Kuva 116

Toisen kerroksen hiilidioksidipitoisuuden mittaustulokset.

Ensimmäisen kerroksen kuvaajasta voidaan havaita, että kaikissa mittapisteissä Asumisterveysasetuksen mukainen toimenpideraja 1 550 ppm alittuu selvästi. Mittaustulokset kuuluvat pääosin Sisäilmasto- luokituksen mukaiseen S1-luokkaan (raja-arvo 800 ppm, yksilöllinen sisäilmasto), hetkellisiä ylityksiä lukuun ottamatta.

Toisessa kerroksessa hiilidioksidipitoisuudet ovat yleisesti ottaen hieman suuremmat kuin ensimmäisen kerroksen mittaustuloksissa, mutta mittaustulokset pysyvät toimenpiderajan alapuolella. Hiilidioksidipitoisuudet kuuluvat pääosin S2-luokkaan (raja-arvo 950 ppm, hyvä sisäilmasto), mutta raja-arvon ylityksiä tapahtuu jonkin verran. Kaikki mittaustulokset pysyvät kuitenkin S3-luokan raja-arvon 1200 ppm (tyydyttävä sisäilmasto) alapuolella.

Konesalissa 147 ja fysiikka-kemia 233 -luokassa hiilidioksidipitoisuus putoaa käytönajan ulkopuolella nollaan automaattisen virrankatkaisun vuoksi, sillä hiilidioksidipitoisuuden mittalaite on kytketty verkkovirtaan.

7.4.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Sisäilman hiilidioksidipitoisuus on tutkituissa tiloissa yleisesti ottaen hyvällä tasolla ja kaikki mitatut arvot alittivat toimenpiderajan. Ilmanvaihdon ja käyttäjämäärän suhteen voidaan todeta olevan riittävä. Mittauksilla ei kuitenkaan voida sulkea pois muissa tiloissa mahdollisesti olevia paikallisia ilmanvaihdollisia puutteita.

7.5 Teolliset mineraalikuidut ja pölyt

Teollisten mineraalikuitujen esiintymistä tutkittiin kahden viikon laskeuma-aikana laskeumalevylle kerääntyneestä pölystä geeliteippi -menetelmällä yhdeksässä eri huonetilassa 7. – 21.5.2019. Tarkemmat tiedot tutkimusmenetelmistä on esitetty liitteessä 5 ja laboratorion analyysivastaukset liitteessä 4. Näytteenottokohdat on merkitty liitteessä 1 olevaan pohjakuvaan.

Taulukko 7

Teollisten mineraalikuitujen pitoisuus laskeumapölystä

Näyte	Tila	Näytteen kertymä-aika	Kuitua / cm ²
MVL1	Liikuntasali 182	14 vrk	< 0,1
MVL2	Opettajanhuone 116	14 vrk	< 0,1
MVL3	Auditorio 1106	14 vrk	0,1
MVL4	Kotitalous 164	14 vrk	0,1
MVL5	Kuvaamataito 156 (maljaa liikutettu)	14 vrk	0,1
MVL6	Fysiikka-kemia 2, 233	14 vrk	0,2
MVL7	Opetustila 8, 218	14 vrk	< 0,1
MVL8	Kirjasto/opetustila 2, 210	14 vrk	0,2
MVL9	Opetustila 3, 201	14 vrk	0,1

Saatujen analyysivastausten perusteella tasopinnoille laskeutuneen pölyn mineraalikuitupitoisuudet ovat pääsääntöisesti alhaiset. Poikkeuksena ovat opetustilat fysiikka-kemia 2 sekä kirjasto/opetustila 2, 120, joissa tasopinnoille laskeutuvat pölyn mineraalikuitupitoisuus oli yhtä suuri kuin Asumisterveysasetuksen mukainen toimenpideraja 0,2 kuitua/cm².

7.5.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tasopinnoille laskeutuvien mineraalivillakuitujen lähteinä voivat toimia epätiivit rakenteet tai ilmanvaihtojärjestelmät. Alakattojen päällä havaittiin mineraalikuitulähteitä kuten luvussa 5.8 on todettu, jotka tulisi poistaa.

8 Altistumisolosuhteiden arviointi

Sisäilman epäpuhtauksille altistumisen todennäköisyyttä arvioidaan Työterveyslaitoksen esittämän neliportaisen riskiarvion avulla (*Työterveyslaitos, Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen, 2016, kappale 5.1, s. 30-39*).

Altistumisolosuhteiden arviointi edellyttää, että käytettävissä on riittävästi tietoa mm. rakennuksen kunnosta, rakenteiden lämpö- ja kosteusteknisestä toimivuudesta, käytetyistä materiaaleista, talotekniikasta ja niiden mahdollisista epäpuhtauslähteistä sekä ilmayhteydestä sisäilmaan ja sisäilman laadusta. Altistumisolosuhteiden arviointi tehdään esisijaisesti rakennus- ja taloteknisten kuntotutkimus- ja sisäilmas-toselvitysten tulosten perusteella. Altistumisen arviointi perustuu seuraavien tekijöiden arviointiin:

1. rakenteiden mikrobivaurioiden laajuuden arviointi
2. ilmayhteys ja ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteestä sisäilmaan sekä rakennuksen paine-erot
3. ilmanvaihtojärjestelmien vaikutus sisäilman laatuun
4. rakennuksesta peräisin olevat sisäilman epäpuhtaudet.

Poikkeavan altistumisolosuhteen mahdollisuutta sisäilman epäpuhtauksille voidaan arvioiden seuraaville tasoille:

- tavanomaisesta poikkeava olosuhde epätodennäköinen
- tavanomaisesta poikkeava olosuhde mahdollinen
- tavanomaisesta poikkeava olosuhde todennäköinen
- tavanomaisesta poikkeava olosuhde erittäin todennäköinen.

Arvio altistumisolosuhteesta

Tehtyjen tutkimusten perusteella merkittävämmät sisäilman laatua heikentävät tekijät ovat ulkoseinä-rakenteiden lämmöneristeiden mikrobivauriot ja rakenteiden kautta tapahtuvat merkittävät ilmavuodot sekä 1. kerroksen alapohjarakenteiden lattiapinnoitteiden vauriot. Merkkiainetutkimuksen perusteella ulkoseinärakenteista ilmavuotoja tapahtui mm. alapohja- ja ulkoseinärakenteiden liittymistä, ikkunaliittymistä sekä patterikiinnikkeistä. Lisäksi liikuntasalissa altistumisolosuhdetta heikentää alapohjarakenteen ja maanvastaisten seinien lämmöneristeiden mikrobivauriot.

Ulkoseinien ilmavuotojen mukana sekä ilmanvaihtojärjestelmien kautta voi kulkeutua mineraalivillakuituja sisäilmaan. Tutkimustulosten perusteella tuloilmakanavissa esiintyy merkittävästi ulkoilmapölyä, mm. siitepölyä, ja kanavista otetuissa pölynäytteissä todettiin jonkin verran mineraalivillakuituja. Merkittäviä pitoisuuksia mineraalikuituja ei kuitenkaan tasopinnoille laskeutuvassa pölyssä havaittu.

Tehtyjen tutkimusten perusteella tavanomaisesta poikkeava olosuhde rakennuksessa on *todennäköinen*. Altistumisolosuhteeseen haitallisuuteen vaikuttaa erityisesti ulkoseinien lämmöneristeiden laajat mikrobivauriot, vaurioiden korjauslaajuus on merkittävä ja vaurioituneista rakenteista on säännöllisiä ja useita ilmavuotoreittejä oleskelutilojen sisäilmaan.

9 Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä

9.1 Johtopäätökset

Rakennuksen sisäilman laatuun merkittävimmin vaikuttavina tekijöinä voidaan pitää ulkoseinäeristeisiin muodostuneita kosteus- ja mikrobivaurioita. Merkkiainekoehavaintojen sekä rakenneavausten perusteella ulkoseinien eristilojen kautta on ilmayhteys sisäilmaan päin. Heikentävästi sisäilman laatuun vaikuttaa myös lattiapinnoitteisiin ja niiden alustoihin muodostuneet kosteusvauriot ja kosteudesta aiheutunut vaurioituminen.

9.2 Suositeltavat jatkotoimenpiteet

Ulkopuolinen kosteudenhallinta

Salaojien toimivuus tulee varmistaa huuhteluin ja kuvauksin. Katoslippojen kattovedet tulee johtaa hallitusti pois sokkelien vierustoilta. Maanpinnat tulisi muotoilla kaikilta osin rakennuksesta poispäin kalteviksi. Sokkelien vedeneristeiden olemassaolo tulee varmentaa erityisesti liikuntasalin kaakkoispuolella ja opettajainhuonetilojen kohdilla. Mikäli toimivaa sokkelin vedeneristystä ei ole, tulee se asentaa ja mahdollisesti olemassa olevan patolevyn yläreuna tulee nostaa maanpinnan tasolle.

Alapohjarakenteet

Vaurioituneet lattiapinnoitteet, liimat ja tasoitteet suositellaan poistettavaksi. Kapseloidaan/kuivataan tarvittaessa alustan betonipinnat ennen lattiapinnoitteiden uusintaa.

Uusitaan liikuntasalin puulattiarakenteet lämpö- ja kosteusteknisesti toimiviksi rakenteiksi.

Välipohjarakenteet

Ei merkittäviä korjaustoimenpiteitä.

Ulkoseinäarakenteet

Uusitaan ulkoseinäarakenteet lämpö- ja kosteusteknisesti toimiviksi rakenteiksi.

Väliseinäarakenteet

Ei merkittäviä korjaustoimenpiteitä.

Ilmanvaihtojärjestelmät

Ilmanvaihdon tarpeenmukainen tasapainotus ja säätö ja koneiden tarpeenmukainen huolto. Kanavien puhdistustarve arvioidaan erikseen huomioiden päätelaitteissa havaitut pöly-/siitepölykertymät, jotka viittaavat suodattimien ohivirtauksiin.

Muut toimenpiteet

Alakattojen ja kaapelikourujen päällystysten puhdistus. Avoimien mineraalivillojen poisto alakattorakenteiden päältä.

Auditorion katsomon alustatilan alipaineistus ja tiiviiden seinäarakenteiden rakentaminen alustatilaan vasten. Vahtimestarin tilassa yläpohjaholviin katkaistujen ilmanvaihtokanavien tulppaus ilmatiiviiksi.

Kopiohuonetilan levy-/villarakenteisen lattian uusinta.

9.3 Käytönaikaista toimintaa turvaavat toimenpiteet

Sisäilman puhdistimien käyttö ja rakenneliittymien tiivistys siirtymävaiheessa ennen korjaustoimenpiteisiin ryhtymistä. Rakenteiden tiivistyskorjausten avulla estetään ilmapuodot mikrobivaurioituneista ulkoseinän lämmöneristeistä sisäilmaan. Tiivistyskorjaukset vaativat erillistä korjaussuunnittelua ja tiivistyskorjausten onnistuminen tulee varmistaa korjaustöiden aikana suoritettavien merkkiainekokeiden avulla.

9.4 Korjaussuunnittelussa ja -työssä huomioitavaa

Tehdyt jatkotoimenpidesuositukset ovat korjaussuunnittelun lähtötietoja, eikä niitä voi käyttää korjaussuunnitelmana. Varsinaiset korjaussuunnitelmat tulee laatia kosteusvaurioiden korjauksiin erikoistuneen suunnittelijan toimesta. Korjaussuunnittelijan tulee varmistaa lähtötietojen kattavuus ja esittää mahdolliset jatkotutkimustarpeet korjauksien onnistumisen varmistamiseksi.

Kosteusvaurioituneiden rakenteiden purkutöissä syntyvien epäpuhtauksien leviäminen muihin tiloihin tulee estää riittävällä suojauksella (purkutyöalueen osastointi muoviseinillä ja alipaineistus) sekä huolehdittava työntekijöiden suojauksesta.

Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkutöissä on huomioitava työturvallisuuslain 738/2002 sekä Valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 säännökset. Korjaustöiden suorittamisesta on laadittu Ratu-kortti 82-0383 Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku.

Ennen korjauksiin ryhtymistä tulee selvittää kattavasti asbesti- ja haitta-aineiden esiintyminen rakennuksessa. (Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta 798/2015)

10 Päiväys ja allekirjoitukset

Tampereella 12.09.2019

A-Insinöörit Suunnittelu Oy



Rkm Timo Ekola
Projektipäällikkö



DI Eeva Jokinen,
Projekti-insinööri, sisäilmatutkija

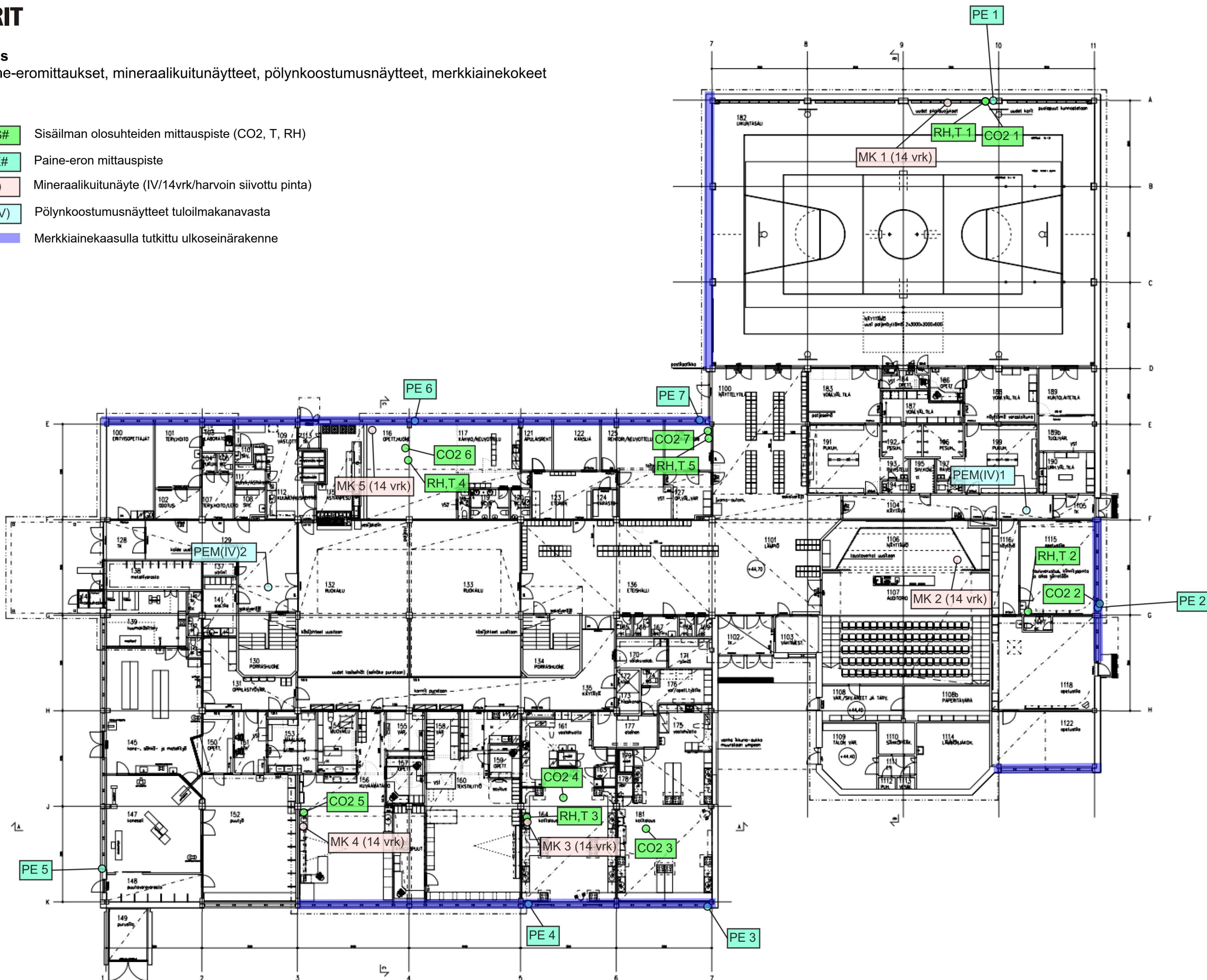


Ins. (AMK) Saija Korpi
Erityisasiantuntija, RTA (C-22375-26-16)

Pohjapiirustus, 1. kerros

Olosuhdemittaukset, paine-eromittaukset, mineraalikuitunäytteet, pölynkoostumusnäytteet, merkkiainekokeet

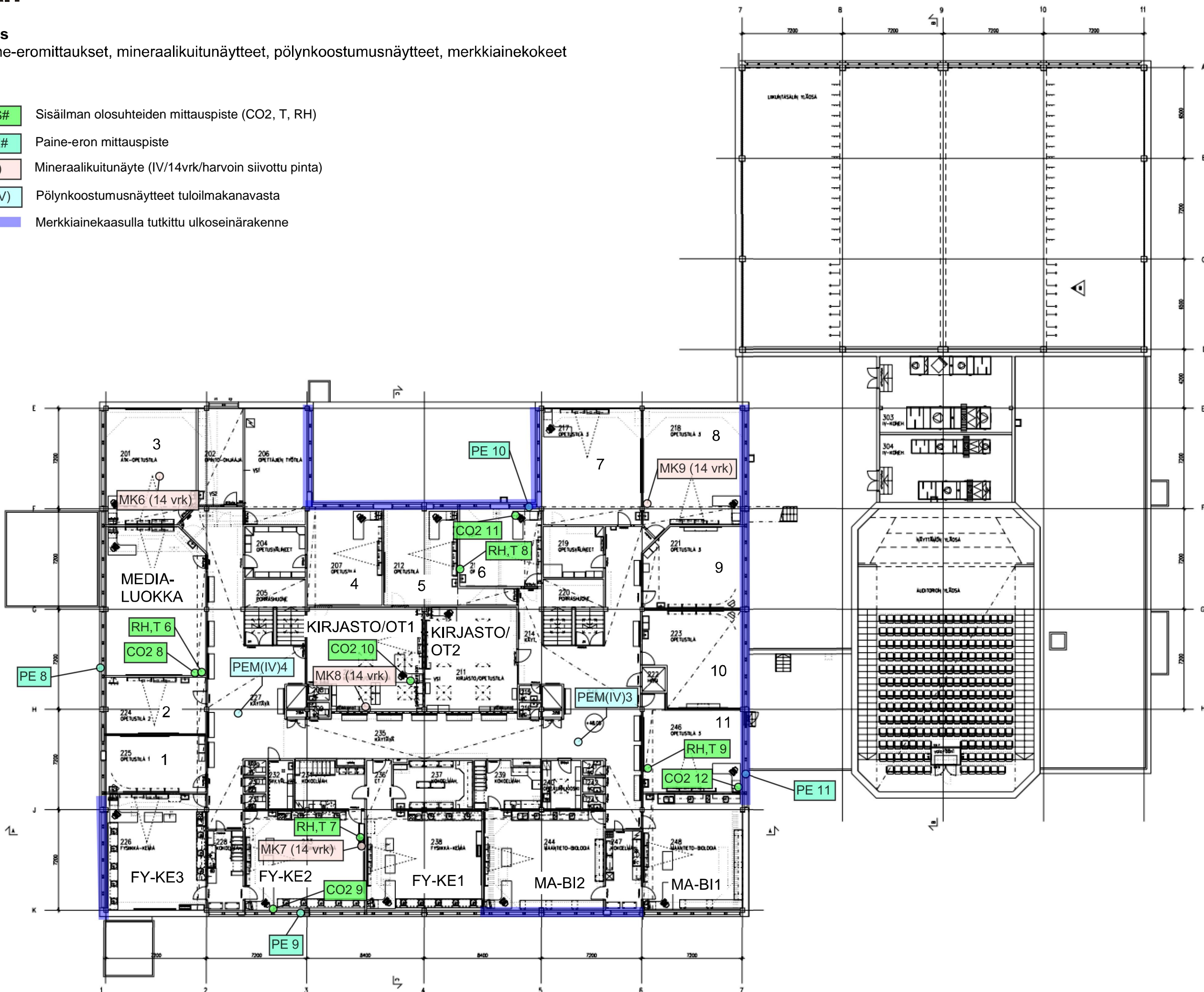
- OS# Sisäilman olosuhteiden mittauspiste (CO2, T, RH)
- PE# Paine-eron mittauspiste
- MK# (xx) Mineraalikuitunäyte (IV/14vrk/harvoin siivottu pinta)
- PEM# (IV) Pölynkoostumusnäytteet tuloilmakanavasta
- Merkkiainekaasulla tutkittu ulkoseinärakenne



Pohjapiirustus, 2. kerros

Olosuhdemittaukset, paine-eromittaukset, mineraalikuitunäytteet, pölynkoostumusnäytteet, merkkiainekokeet

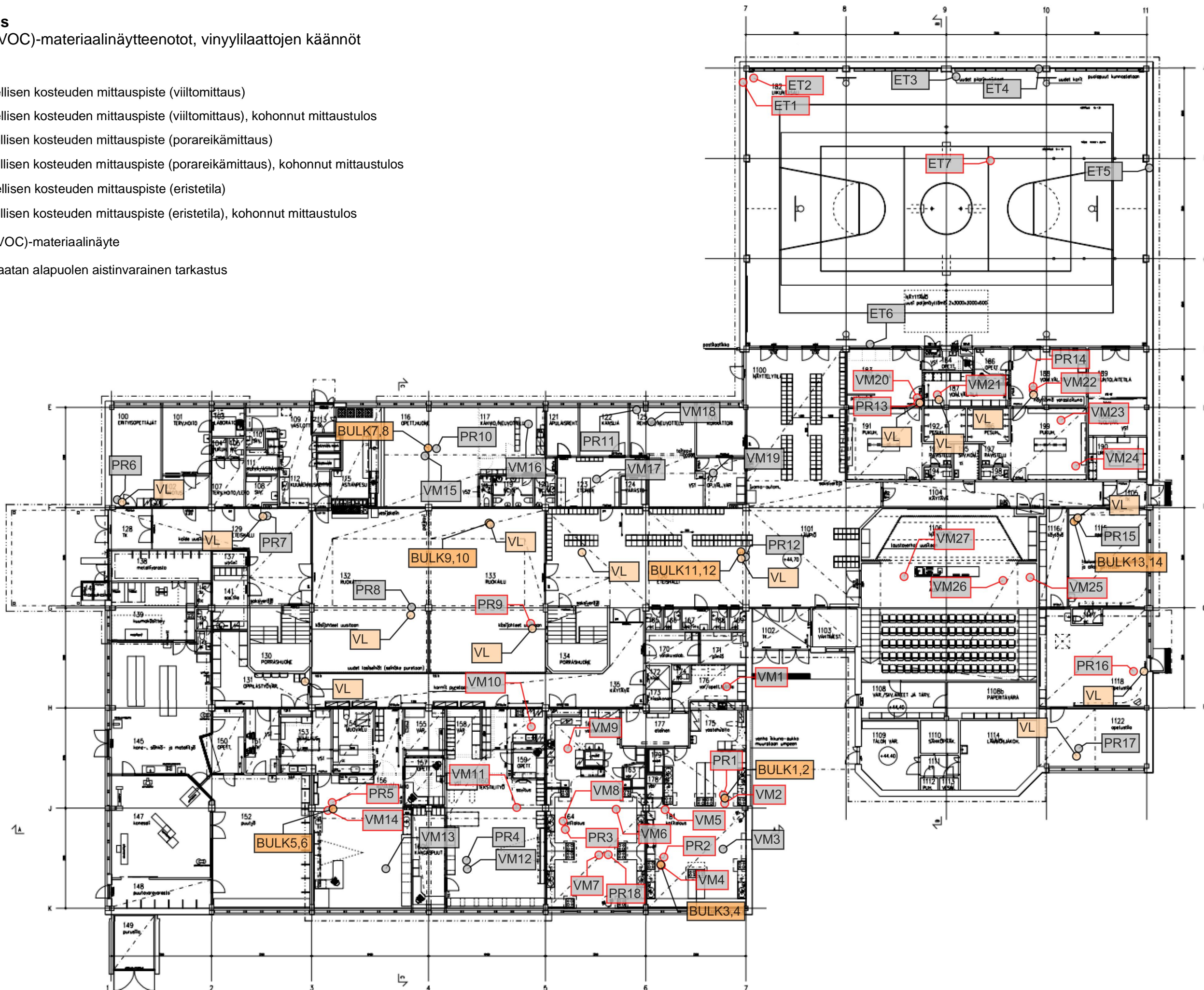
- OS# Sisäilman olosuhteiden mittauspiste (CO2, T, RH)
- PE# Paine-eron mittauspiste
- MK# (xx) Mineraalikuitunäyte (IV/14vrk/harvoin siivottu pinta)
- PEM# (IV) Pölynkoostumusnäytteet tuloilmakanavasta
- Merkkiainekaasulla tutkittu ulkoseinärakenne



Pohjapiirustus, 1. kerros


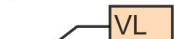
Kosteusmittaukset, bulk(VOC)-materiaalinäytteenotot, vinyylilaattojen käännöt

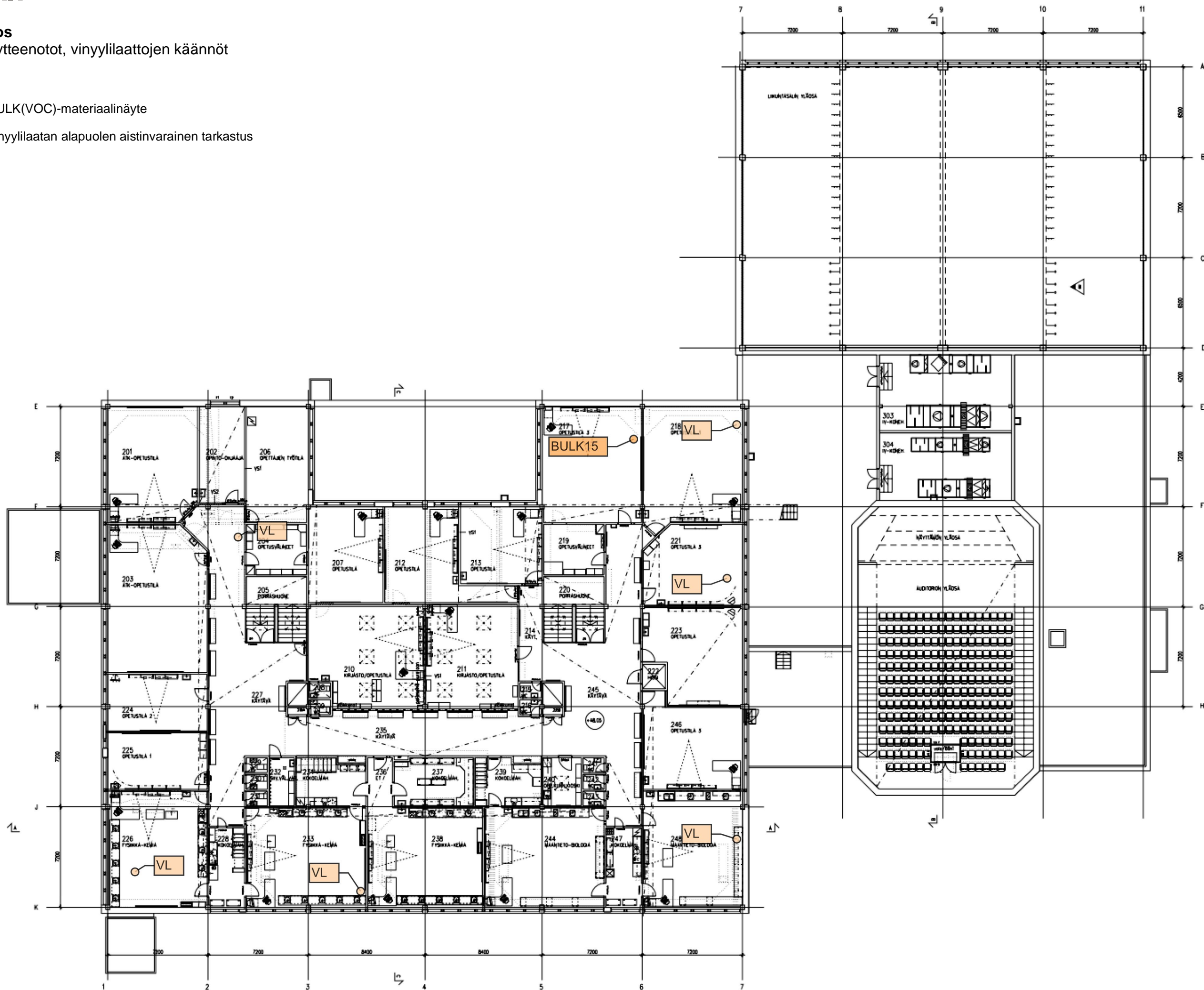
- VM# Suhteellisen kosteuden mittauspiste (viiltomittaus)
- VM# Suhteellisen kosteuden mittauspiste (viiltomittaus), kohonnut mittaustulos
- PR# Suhteellisen kosteuden mittauspiste (porareikämittaus)
- PR# Suhteellisen kosteuden mittauspiste (porareikämittaus), kohonnut mittaustulos
- ET# Suhteellisen kosteuden mittauspiste (eristetila)
- ET# Suhteellisen kosteuden mittauspiste (eristetila), kohonnut mittaustulos
- BULK# BULK(VOC)-materiaalinäyte
- VL Vinyylilaatan alapuolen aistinvarainen tarkastus



Pohjapiirustus, 2. kerros

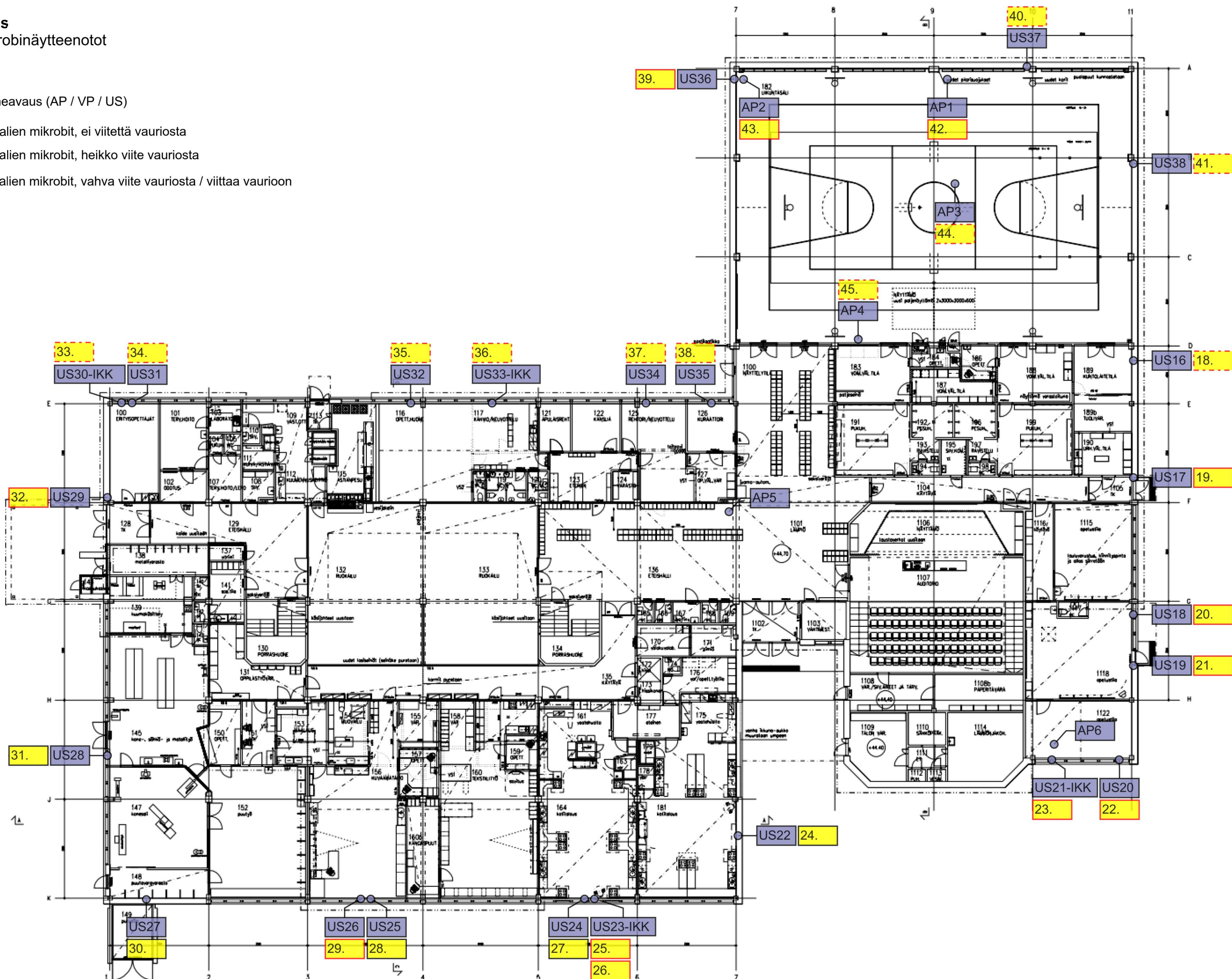
Bulk(VOC)-materiaalinäytteenotot, vinyylilaattojen käännöt

-  BULK# BULK(VOC)-materiaalinäyte
-  VL Vinyylilaatan alapuolen aistinvarainen tarkastus



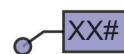
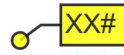


Pohjapiirustus, 1. kerros
Rakenneavaukset ja mikrobinäytteenotot

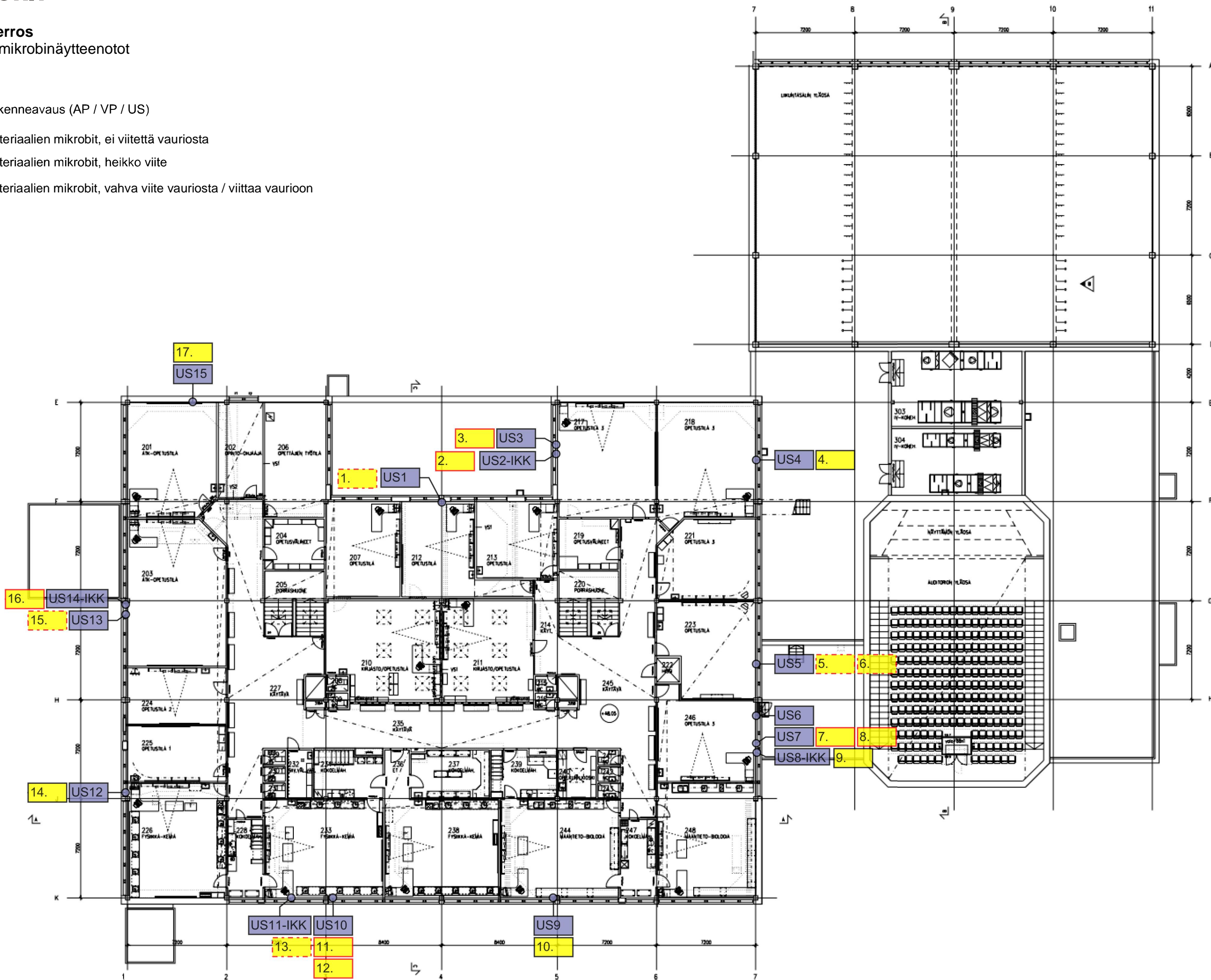
- XX# Rakenneavaus (AP / VP / US)
- XX# Materiaalien mikrobit, ei viitettä vauriosta
- XX# Materiaalien mikrobit, heikko viite vauriosta
- XX# Materiaalien mikrobit, vahva viite vauriosta / viittaa vaurioon



Pohjapiirustus, 2. kerros

Rakenneavaukset ja mikrobinäytteet

-  XX# Rakenneavaus (AP / VP / US)
-  XX# Materiaalien mikrobit, ei viitettä vauriosta
-  XX# Materiaalien mikrobit, heikko viite
-  XX# Materiaalien mikrobit, vahva viite vauriosta / viittaa vaurioon



Kohde: Urheilupuiston koulu, Klaukkala

Mittalaitteet ja mittaustarkkus:

Päivitetty:

Työnumero: 31 11346.16

Vaisala HM40 ja HMP40S mittapää: $\pm 1,7\%RH$ (0-90%RH), $\pm 2,5\%RH$ (90-100%RH), 0-40°C

Mittaja: Eeva Jokinen, Timo Ekola

Vaisala HM40 ja HM42 Probe mittapää: $\pm 1,5\%RH$ (0-90%RH), $\pm 2,5\%RH$ (90-100%RH), 0-40°C

Vaisala HMI41 ja HMP42 mittapää: $\pm 2\%RH$ (0-90%RH), $\pm 3\%RH$ (90-100%RH), 20°C

Kalibroitinpöytäkirjat saa nähtäville niitä erikseen pyydettyäessä.

nro	aloitus pvm	mittaus pvm	tila	rakenne	materiaali	syvyys mm	antu-ri nro	RH %	°C	abs. kost. g/m ³	Mittaustulkinta
VM1	-	19.6.2019	Opettajan työtila 176	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	17	77,0	21,0	14,1	Koholla
VM2	-	19.6.2019	Kotitalous 181	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	20	82,0	21,0	15,0	Koholla
VM3	-	19.6.2019	Kotitalous 181	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	8	74,0	21,5	13,9	
VM4	-	19.6.2019	Kotitalous 181	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	15	75,6	22,3	14,9	Koholla
VM5	-	19.6.2019	Kotitalous 181	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	19	84,1	22,1	16,4	Koholla
VM6	-	6.6.2019	Kotitalous 164	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	19	82,8	21,2	15,3	Koholla
VM7	-	6.6.2019	Kotitalous 164	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	15	78,6	21,8	15,1	Koholla
VM8	-	6.6.2019	Kotitalous 164	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	8	97,6	21,2	18,1	Koholla
VM9	-	6.6.2019	Kotitalous 164	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	17	90,9	21,1	16,7	Koholla
VM10	-	19.6.2019	Tekstiilityö 160	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	21	77,3	21,5	14,6	Koholla
VM11	-	19.6.2019	Tekstiilityö 160	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	18	82,0	21,5	15,5	Koholla
VM12	-	19.6.2019	Tekstiilityö 160	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	22	71,3	22,0	13,8	
VM13	-	19.6.2019	Kuvaamataito 156	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	16	71,9	22,1	14,0	
VM14	-	19.6.2019	Kuvaamataito 156	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	18	81,7	21,9	15,8	Koholla
VM15	-	19.6.2019	Opettajanhuone 116	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	8	70,9	21,7	13,5	
VM16	-	19.6.2019	Opettajanhuone 116	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	22	64,8	21,7	12,4	
VM17	-	19.6.2019	Eteinen 123	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	21	69,8	21,2	12,9	
VM18	-	19.6.2019	Rehtori 125	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	18	61,9	22,9	12,6	

VM19	-	19.6.2019	Opetusvälinevarasto 127	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	16	60,1	23,0	12,3	
VM20	-	18.6.2019	Voimisteluvälinetila 183	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	20	82,4	21,5	15,5	Koholla
VM21	-	18.6.2019	Voimisteluvälinetila 187	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	19	95,7	21,2	17,7	Koholla
VM22	-	18.6.2019	Voimisteluvälinetila 188	Alapohja	Vinyylilaatan alapinta	-	8	77,3	21,5	14,6	Koholla
VM23	-	18.6.2019	Pukuhuone 199	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	15	90,5	21,5	17,1	Koholla
VM24	-	18.6.2019	Pukuhuone 199	Alapohja	Vinyylilaatan alapinta	-	17	79,6	21,7	15,2	Koholla
VM25	-	19.6.2019	Auditorio 1107	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	16	83,4	22,9	17,0	Koholla
VM26	-	19.6.2019	Auditorio 1107	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	18	83,0	22,2	16,3	Koholla
VM27	-	19.6.2019	Auditorio 1107	Alapohja	Muovimaton alapinta	-	21	84,0	22,0	16,3	Koholla
PR1	19.6.2019	24.6.2019	Kotitalous 181	Alapohja	Betoni	15	17	79,7	21,1	14,7	
	19.6.2019	24.6.2019	Kotitalous 181	Alapohja	Betoni	30	29	81,9	21,1	15,1	Koholla
	19.6.2019	24.6.2019	Kotitalous 181	Alapohja	Betoni	70	12	83,4	20,4	14,8	Koholla
PR2	19.6.2019	24.6.2019	Kotitalous 181	Alapohja	Betoni	15	19	76,2	21,8	14,6	
	19.6.2019	24.6.2019	Kotitalous 181	Alapohja	Betoni	30	8	75,8	21,1	14,0	
	19.6.2019	24.6.2019	Kotitalous 181	Alapohja	Betoni	70	7	77,0	21,0	14,1	
PR3	19.6.2019	24.6.2019	Kotitalous 164	Alapohja	Betoni	15	16	95,6	21,2	17,7	Koholla
	19.6.2019	24.6.2019	Kotitalous 164	Alapohja	Betoni	30	15	95,0	20,5	16,9	Koholla
	19.6.2019	24.6.2019	Kotitalous 164	Alapohja	Betoni	70	21	93,2	21,0	17,1	Koholla
PR4	19.6.2019	24.6.2019	Tekstiilityö 160	Alapohja	Betoni	15	22	74,1	22,5	14,8	
	19.6.2019	24.6.2019	Tekstiilityö 160	Alapohja	Betoni	30	22	70,7	22,4	14,0	
	19.6.2019	24.6.2019	Tekstiilityö 160	Alapohja	Betoni	70	24	74,4	22,4	14,8	
PR5	19.6.2019	24.6.2019	Kuvaamataito 156	Alapohja	Betoni	15	31	70,7	22,1	13,8	
	19.6.2019	24.6.2019	Kuvaamataito 156	Alapohja	Betoni	30	13	78,7	21,9	15,2	
	19.6.2019	24.6.2019	Kuvaamataito 156	Alapohja	Betoni	70	19	83,8	21,7	16,0	Koholla

PR6	19.6.2019	24.6.2019	Jopo-luokka 100	Alapohja	Betoni	15	12	54,2	21,7	10,3	
	19.6.2019	24.6.2019	Jopo-luokka 100	Alapohja	Betoni	30	20	65,6	21,8	12,6	
	19.6.2019	24.6.2019	Jopo-luokka 100	Alapohja	Betoni	70	3	71,1	21,6	13,5	
PR7	19.6.2019	24.6.2019	Eteishalli 129	Alapohja	Betoni	15	11	68,7	22,1	13,4	
	19.6.2019	24.6.2019	Eteishalli 129	Alapohja	Betoni	30	1	76,2	22,1	14,9	
	19.6.2019	24.6.2019	Eteishalli 129	Alapohja	Betoni	70	14	79,5	22,1	15,5	
PR8	19.6.2019	24.6.2019	Ruokala 132	Alapohja	Betoni	15	18	63,2	21,2	11,7	
	19.6.2019	24.6.2019	Ruokala 132	Alapohja	Betoni	30	15	74,4	21,0	13,6	
	19.6.2019	24.6.2019	Ruokala 132	Alapohja	Betoni	70	21	85,5	20,8	15,5	Koholla
PR9	19.6.2019	24.6.2019	Ruokala 133	Alapohja	Betoni	15	12	76,6	20,7	13,8	
	19.6.2019	24.6.2019	Ruokala 133	Alapohja	Betoni	30	1	81,0	20,7	14,6	Koholla
	19.6.2019	24.6.2019	Ruokala 133	Alapohja	Betoni	70	11	86,0	20,7	15,5	Koholla
PR10	19.6.2019	24.6.2019	Opettajanhuone 116	Alapohja	Betoni	15	3	72,1	21,2	13,4	
	19.6.2019	24.6.2019	Opettajanhuone 116	Alapohja	Betoni	30	14	72,5	21,3	13,5	
	19.6.2019	24.6.2019	Opettajanhuone 116	Alapohja	Betoni	70	8	70,6	20,6	12,6	
PR11	19.6.2019	24.6.2019	Rehtori 125	Alapohja	Betoni	15	17	48,8	21,7	9,3	
	19.6.2019	24.6.2019	Rehtori 125	Alapohja	Betoni	30	22	48,8	21,7	9,3	
	19.6.2019	24.6.2019	Rehtori 125	Alapohja	Betoni	70	19	50,9	21,7	9,7	
PR12	19.6.2019	24.6.2019	Eteishalli 136	Alapohja	Betoni	15	12	66,4	20,7	12,0	
	19.6.2019	24.6.2019	Eteishalli 136	Alapohja	Betoni	30	15	74,1	20,0	12,8	
	19.6.2019	24.6.2019	Eteishalli 136	Alapohja	Betoni	70	20	78,8	19,9	13,5	
PR13	18.6.2019	24.6.2019	Voimisteluvälinetila 187	Alapohja	Betoni	15	18	84,7	21,6	16,1	Koholla
	18.6.2019	24.6.2019	Voimisteluvälinetila 187	Alapohja	Betoni	30	26	86,9	21,6	16,5	Koholla
	18.6.2019	24.6.2019	Voimisteluvälinetila 187	Alapohja	Betoni	70	7	85,9	20,8	15,6	Koholla

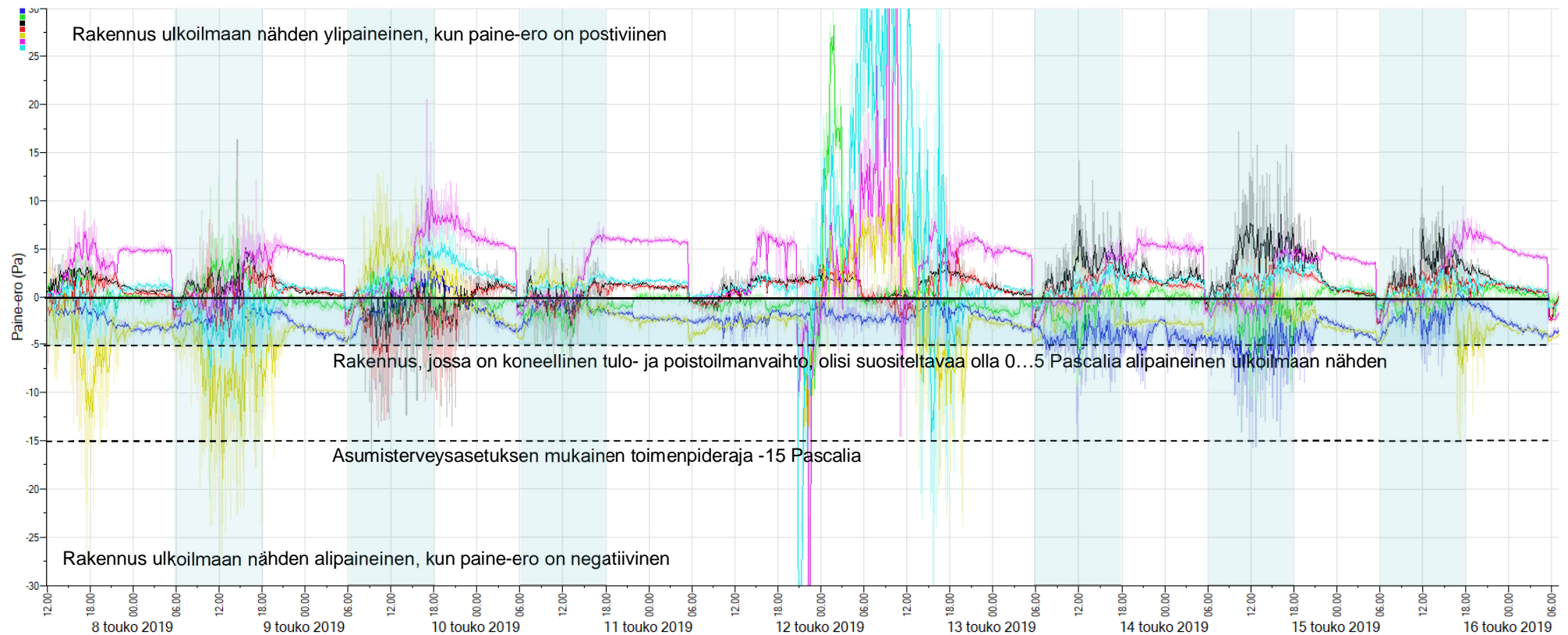
PR14	18.6.2019	24.6.2019	Voimisteluvälinetila 188	Alapohja	Betoni	15	21	76,1	21,8	14,6	
	18.6.2019	24.6.2019	Voimisteluvälinetila 188	Alapohja	Betoni	30	29	78,6	21,5	14,8	
	18.6.2019	24.6.2019	Voimisteluvälinetila 188	Alapohja	Betoni	70	20	79,0	21,4	14,8	
PR15	18.6.2019	24.6.2019	Jopo-luokka 1115	Alapohja	Betoni	15	8	68,4	22,3	13,5	
	18.6.2019	24.6.2019	Jopo-luokka 1115	Alapohja	Betoni	30	19	74,4	22,2	14,6	
	18.6.2019	24.6.2019	Jopo-luokka 1115	Alapohja	Betoni	70	21	79,9	22,1	15,6	
PR16	18.6.2019	24.6.2019	Musiikkiluokka 1118	Alapohja	Betoni	15	15	81,9	21,8	15,7	Koholla
	18.6.2019	24.6.2019	Musiikkiluokka 1118	Alapohja	Betoni	30	13	79,6	21,8	15,3	
	18.6.2019	24.6.2019	Musiikkiluokka 1118	Alapohja	Betoni	70	22	78,4	21,6	14,9	
PR17	18.6.2019	24.6.2019	Soitinvarasto 1122	Alapohja	Betoni	15	31	64,9	22,9	13,2	
	18.6.2019	24.6.2019	Soitinvarasto 1122	Alapohja	Betoni	30	24	69,3	22,8	14,1	
	18.6.2019	24.6.2019	Soitinvarasto 1122	Alapohja	Betoni	70	16	73,2	22,8	14,9	
PR18	19.6.2019	24.6.2019	Kotitalous 164	Alapohja	Betoni	15	8	78,8	21,4	14,8	
	19.6.2019	24.6.2019	Kotitalous 164	Alapohja	Betoni	30	26	78,8	21,4	14,8	
	19.6.2019	24.6.2019	Kotitalous 164	Alapohja	Betoni	70	20	80,3	21,2	14,9	Koholla
ET1	-	6.6.2019	Liikuntasali 182	Ulkoseinä	Eristetila	-	19	94,4	17,4	14,0	Koholla
ET2	-	6.6.2019	Liikuntasali 182	Alapohja	Eristetila	-	15	79,6	13,7	9,5	Koholla
ET3	-	6.6.2019	Liikuntasali 182	Alapohja	Eristetila	-	16	73,8	14,2	9,0	
ET4	-	6.6.2019	Liikuntasali 182	Ulkoseinä	Eristetila	-	21	69,9	17,1	10,2	
ET5	-	6.6.2019	Liikuntasali 182	Ulkoseinä	Eristetila	-	17	73,8	17,1	10,8	
ET6	-	6.6.2019	Liikuntasali 182	Alapohja	Eristetila	-	22	64,1	19,7	10,9	
ET7	-	6.6.2019	Liikuntasali 182	Alapohja	Eristetila	-	8	82,0	16,8	11,7	Koholla

Lisätiedot:

Paine-ero sisätilojen ja ulkoilman välillä (Pa) 7. – 16.5.2019

1. krs

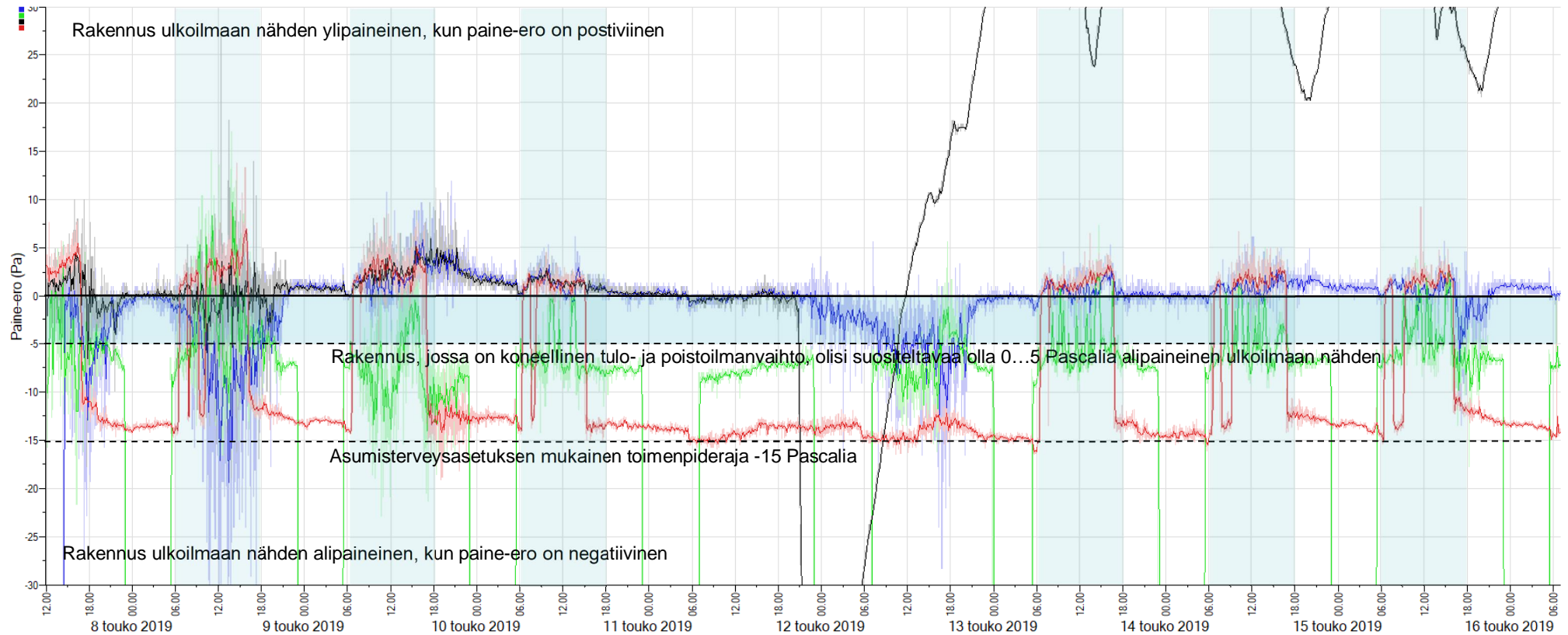
■ Liikuntasali 182
 ■ Opetustila 1118
 ■ Kotitalous 2, 181
 ■ Kotitalous 164
 ■ Konesali 147
 ■ Opettajanhuone 117
 ■ Kuraattori 126



Paine-ero sisätilojen ja ulkoilman välillä (Pa) 7. – 16.5.2019

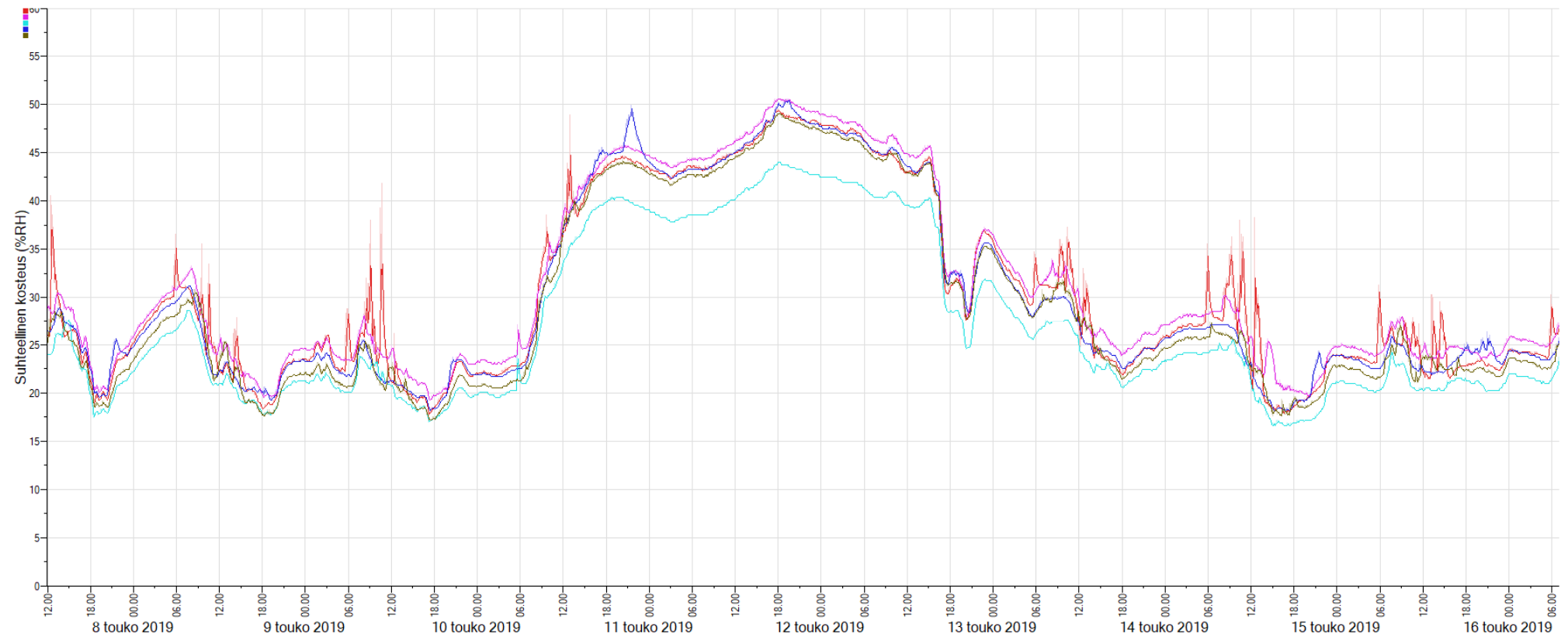
2. krs

■ Medialuokka 203
 ■ Fysiikka-kemia 233
 ■ Opetustila 213
 ■ Opetustila 3, 246



Sisäilman suhteellinen kosteus (%RH) 7. – 16.5.2019
1. krs

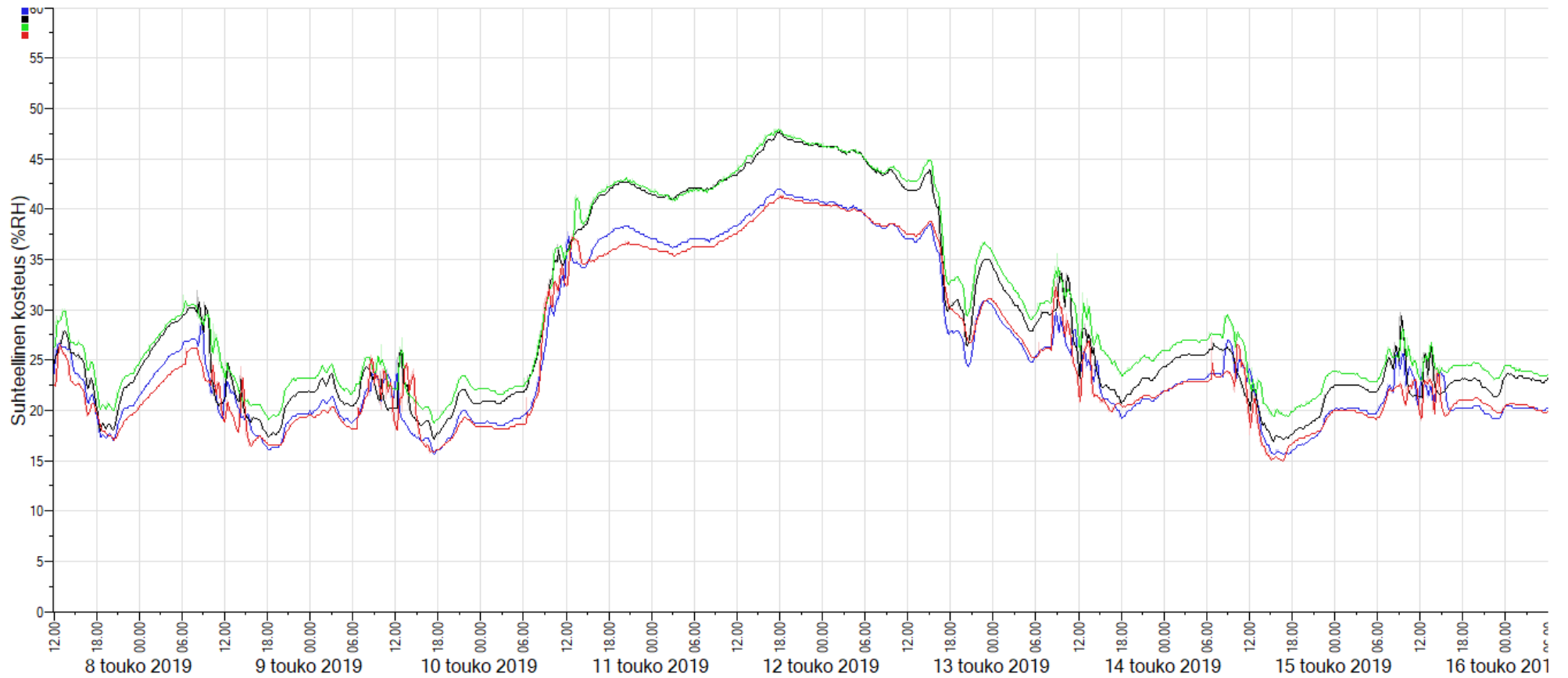
■ Liikuntasali 182
 ■ Kotitalous 164
 ■ Opettajanhuone 116
 ■ Kuraattori 126
 ■ Auditorio 1107



Sisäilman suhteellinen kosteus (%RH) 7. – 16.5.2019

2. krs

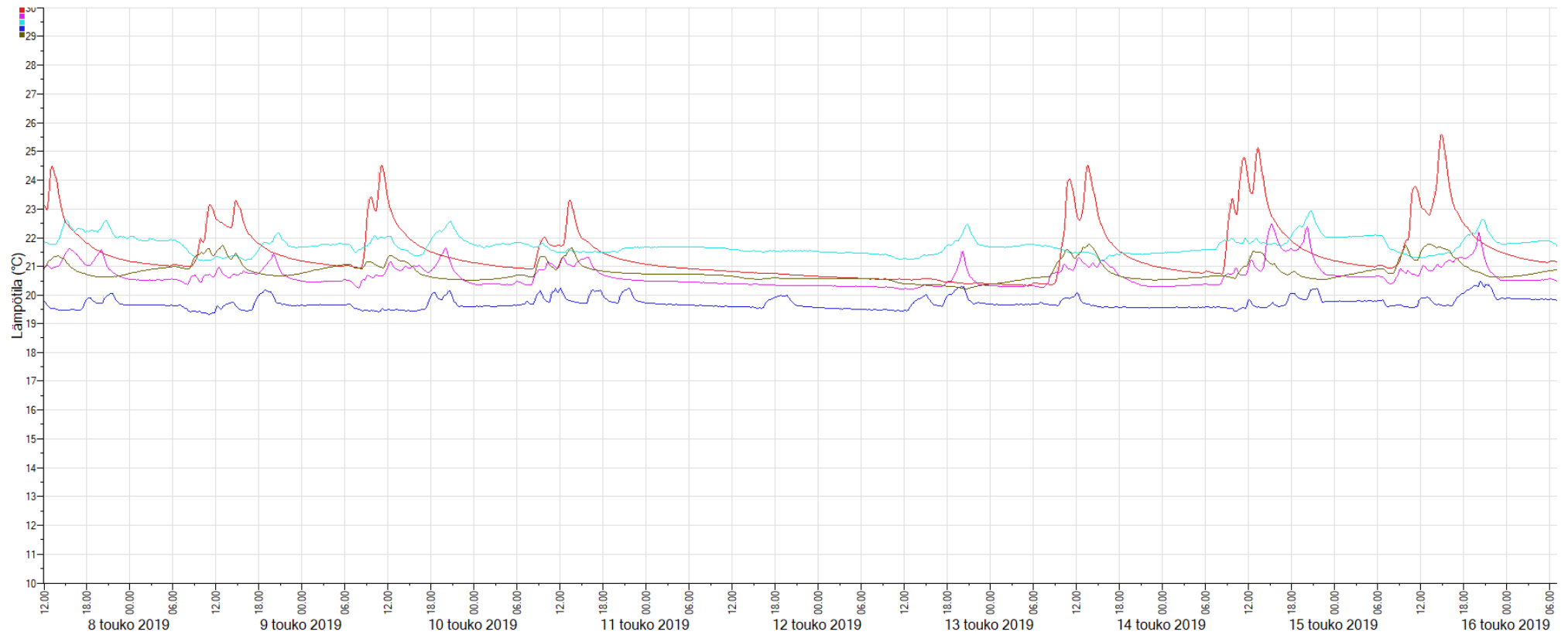
■ Medialuokka 203
 ■ Fysiikka-kemia 233
 ■ Opetustila 213
 ■ Opetustila 3, 246



Sisäilman lämpötila (°C) 7. – 16.5.2019

1. krs

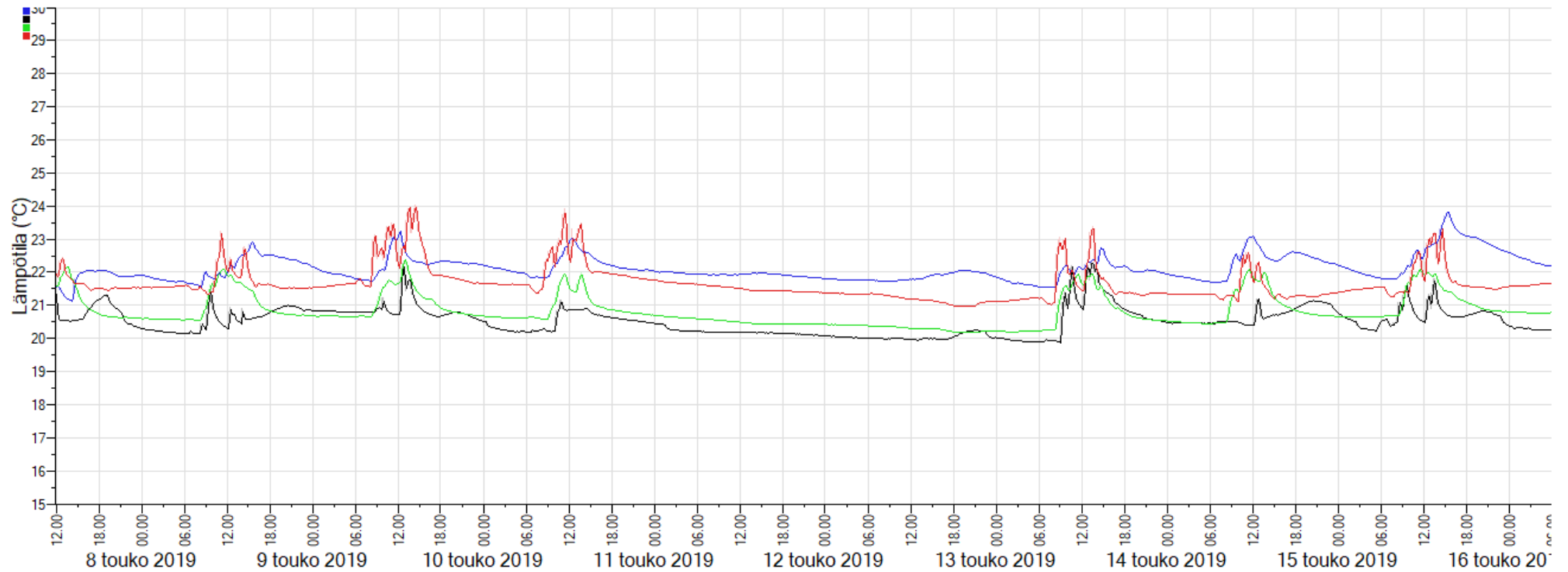
■ Liikuntasali 182
 ■ Kotitalous 164
 ■ Opettajanhuone 116
 ■ Kuraattori 126
 ■ Auditorio 1107



Sisäilman lämpötila (°C) 7. – 16.5.2019

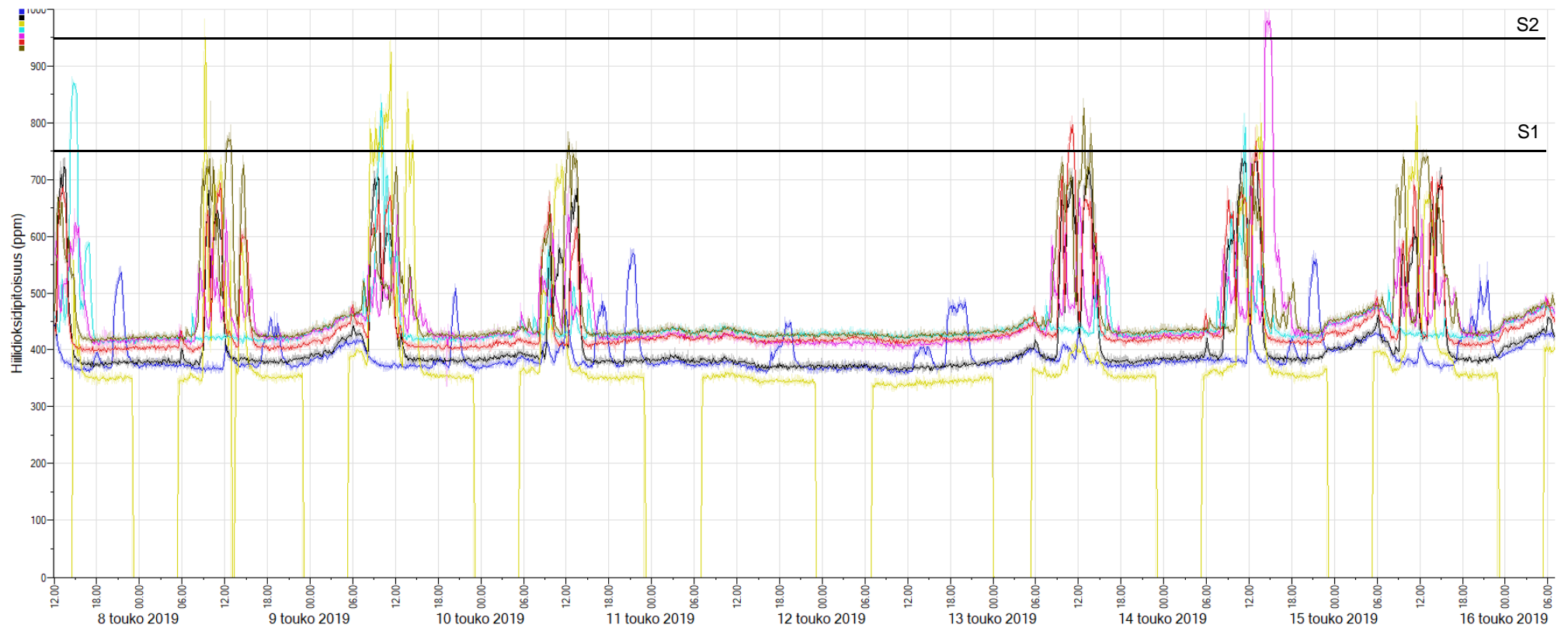
2. krs

■ Medialuokka 203
 ■ Fysiikka-kemia 233
 ■ Opetustila 213
 ■ Opetustila 3, 246



Sisäilman hiilidioksidipitoisuus (ppm) 7. – 16.5.2019
1. krs

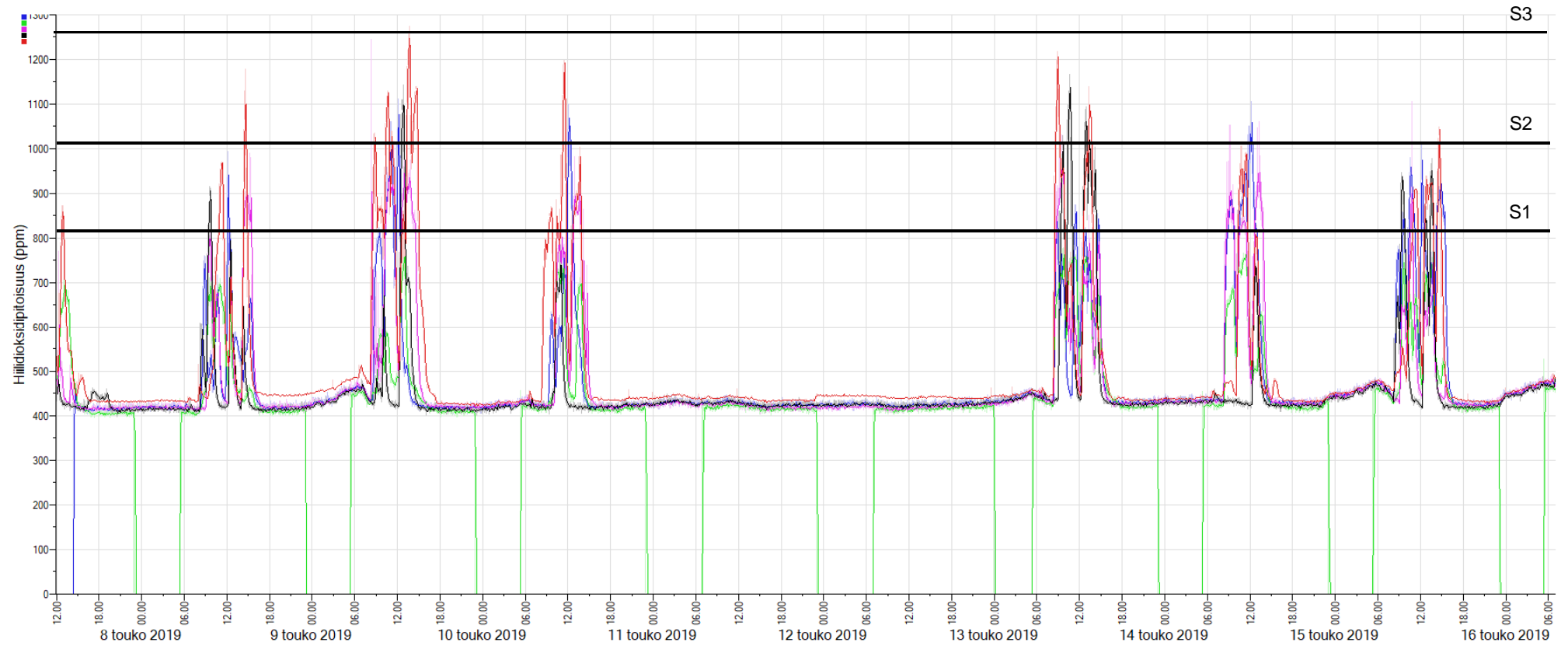
■ Liikuntasali 182
 ■ Kotitalous 2, 181
 ■ Kotitalous 164
 ■ Konesali 147
 ■ Opettajanhuone 117
 ■ Kuraattori 126
 ■ Auditorio 1107



Sisäilman hiilidioksidipitoisuus (ppm) 7. – 16.5.2019

2. krs

■ Medialuokka 203
 ■ Fysiikka-kemia 233
 ■ Opetustila 213
 ■ Opetustila 3, 246
 ■ Kirjasto/opetustila 210



Sisällysluettelo

Materiaalinäytteen mikrobianalyysit.....	2
Mineraalikuitulaskenta	9
Pölynkoostumus	10
BULK-emissionäytteet.....	11

31 11346.16

Analyysivastaukset

Materiaalinäytteen mikrobianalyysit



Työterveyslaitos

Analyysivastaus
396358
MB19-01136
27.6.2019

1 (7)

A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Eeva Jokinen
Puutarhakatu 10
33210 TAMPERE**Materiaalinäytteen mikrobianalyysi**

Näytteenottaja: Eeva Jokinen ja Irmeli Nutikka
Näytteenottoaika: Urheilupuiston koulu, Kisatie 2, Klaukkala, proj: 3111346.16
Näytteenottoaika: 5.6.2019 - 6.6.2019
Vastaanottoaika: 7.6.2019
Näyttemäärä: 45 kpl

Analyyssimenetelmä: Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (MIKROB-TY-031) Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla.
Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 pmy/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 pmy/malja), +++ = runsaasti (50-200 pmy/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 pmy/malja).
Asumisterveysasetus (545/2015), Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira.
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

MikrobiryhmätMesofiiliset sienet
Mesofiiliset sienet
Mesofiiliset sienet
Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit**Kasvatusalustat**Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)
Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)
2% mallasuuteagar (M2-agar)
Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)**Kasvatus-
lämpötila**

25 °C

25 °C

25 °C

25 °C

**Kasvatus-
aika**

7 vrk

7 vrk

7 vrk

7-14 vrk

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos
70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

31 11346.16

Analyysivastaukset

Työterveyslaitos

Analyysivastaus
396358
MB19-01136

2 (7)

Tutkitut näytteet

1. US1, sisäpinta, villa
2. US2, ikkunan alapuun alta, villa
3. US3, sisäpinta, villa
4. US4, keskeltä villaa
5. US5, sisäpinta, villa
6. US5, ulkopinta, villa+paperi
7. US7, ikkunan alapuun alta, villa
8. US7, ikkunan alapuu
9. US8, sisäpinta, villa
10. US9, keskeltä villaa
11. US10, ikkunan alapuun alta, villa
12. US10, ikkunan alapuu
13. US11, sisäpinta, villa
14. US12, keskeltä villaa
15. US13, sisäpinta, villa
16. US14, ikkunan alapuun alta, villa
17. US15, keskeltä villaa
18. US16, sisäpinta, villa
19. US17, sisäpinta, villa
20. US18, sisäpinta, villa
21. US19, sisäpinta, villa
22. US20, sisäpinta, villa
23. US21, ikkunan alapuun alta, villa
24. US22, keskeltä villaa
25. US23, ikkunan alakarmia vasten, villa
26. US23, ikkunan alapuun alta, villa
27. US24, keskeltä villaa
28. US25, keskeltä villaa
29. US26, ikkunan alapuun alta, villa
30. US27, keskeltä villaa
31. US28, sisäpinta, villa
32. US29, sisäpinta, villa
33. US30, ikkunan alapuun alta, villa
34. US31, sisäpinta, villa
35. US32, sisäpinta, villa
36. US33, ikkunoiden välisen peitelevyn takaa, villa
37. US34, sisäpinta, villa
38. US35, sisäpinta, villa
39. US36, sisäpinta, villa
40. US37, sisäpinta, villa
41. US38, sisäpinta, villa
42. AP1
43. AP2
44. AP3
45. AP4

Tulosten tulkinta

heikko viite vauriosta
vahva viite vauriosta
vahva viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
heikko viite vauriosta
heikko viite vauriosta
vahva viite vauriosta
vahva viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
vahva viite vauriosta
viittaa vaurioon
heikko viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
heikko viite vauriosta
vahva viite vauriosta
vahva viite vauriosta
vahva viite vauriosta
viittaa vaurioon
vahva viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
vahva viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
vahva viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
viittaa vaurioon
heikko viite vauriosta
heikko viite vauriosta
heikko viite vauriosta
heikko viite vauriosta
heikko viite vauriosta
heikko viite vauriosta
viittaa vaurioon
vahva viite vauriosta
heikko viite vauriosta
heikko viite vauriosta

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos

70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Työterveyslaitos

Analyysivastaus
396358
MB19-01136

3 (7)

Analyysitulokset:

Näyte	Mesofiliset sienet			Mesofiliset bakteerit ja aktinomykeetit THG-agar
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	
1.	Yhteensä + <i>A. sydowii</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. sydowii</i> * +(5) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. sydowii</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
2.	Yhteensä +++ <i>A. sydowii</i> * ++ <i>A. versicolor</i> * + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä +++ <i>A. sydowii</i> * ++ <i>A. versicolor</i> * + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä +++ <i>A. sydowii</i> * ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä +++ Muut bakteerit ++ <i>Streptomyces</i> * +++
3.	Yhteensä +++ <i>A. sydowii</i> * +++ <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ <i>A. sydowii</i> * +++ <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä +++ <i>A. sydowii</i> * +++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * ++
4.	Yhteensä + <i>A. ustus</i> * +(1)	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
5.	Yhteensä + <i>A. sydowii</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. sydowii</i> * +(1) <i>Botrytis</i> ° +(1) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(1)
6.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * +(1)
7.	Yhteensä +++ <i>A. fumigatus</i> * + <i>A. versicolor</i> * +++ <i>Geotrichum</i> + <i>Penicillium</i> + <i>Verticicladium</i> +	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * +++ <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ <i>A. fumigatus</i> * + <i>A. versicolor</i> * +++ <i>Arthrinium</i> + <i>Penicillium</i> ++ <i>Ulocladium</i> * + <i>Verticicladium</i> +	Yhteensä +++ Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +++
8.	Yhteensä ++ <i>A. fumigatus</i> * + <i>A. ustus</i> * + <i>A. versicolor</i> * + <i>Aureobasidium</i> ° + <i>Fusarium</i> * + <i>Geotrichum</i> + <i>Penicillium</i> ++ <i>Ulocladium</i> * +	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * ++ <i>Aureobasidium</i> ° + <i>Eurotium</i> * + <i>Penicillium</i> ++ <i>Ulocladium</i> * +	Yhteensä ++ <i>A. ustus</i> * + <i>A. versicolor</i> * + <i>Aureobasidium</i> ° + <i>Cladosporium</i> + <i>Fusarium</i> * + <i>Penicillium</i> + <i>Phialophora sensu lato</i> * + <i>Ulocladium</i> * +	Yhteensä ++ Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * ++
9.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Chaetomium</i> * +(1)	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos

70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Työterveyslaitos

Analyysivastaus
396358
MB19-01136

4 (7)

Näyte	Mesofiilliset sienet			Mesofiilliset bakteerit ja aktinomykeetit THG-agar
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	
10.	Yhteensä + <i>Chaetomium</i> * +(1)	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
11.	Yhteensä +++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>Eurotium</i> * ++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
12.	Yhteensä ++ <i>A. ochraceus</i> * +(1) <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>A. nidulans</i> + <i>A. ustus</i> * +(1) <i>A. versicolor</i> * +(1) <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(3)
13.	Yhteensä + <i>A. fumigatus</i> * +(1) <i>Acrodontium</i> + <i>Geotrichum</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * +(12)
14.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. sydowii</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. sydowii</i> * +(1) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
15.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Eurotium</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + hiivat, punainen° +(1) <i>Penicillium</i> + steriilit +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(1)
16.	Yhteensä +++ <i>A. niger</i> ° ++ <i>A. ustus</i> * ++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>A. niger</i> ° ++ <i>A. ustus</i> * ++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>A. niger</i> ° ++ <i>A. ustus</i> * ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä +++ Muut bakteerit ++ <i>Streptomyces</i> * ++
17.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä -	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
18.	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * +(4)
19.	Yhteensä +++ <i>Alternaria</i> + <i>Aureobasidium</i> ° ++ <i>Cladosporium</i> ++ <i>Geotrichum</i> + <i>Penicillium</i> + <i>Ulocladium</i> * + <i>Verticicladium</i> +	Yhteensä +++ <i>Aureobasidium</i> ° ++ <i>Cladosporium</i> +++ <i>Eurotium</i> * + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ <i>A. fumigatus</i> * + <i>Alternaria</i> + <i>Arthrinium</i> + <i>Aureobasidium</i> ° ++ <i>Cladosporium</i> ++ <i>Penicillium</i> + <i>Ulocladium</i> * +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos

70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Työterveyslaitos

Analyysivastaus
396358
MB19-01136

5 (7)

Näyte	Mesofiilliset sienet			Mesofiilliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar	
20.	Yhteensä ++ <i>A. ochraceus</i> * + <i>A. sydowii</i> * + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ <i>A. ochraceus</i> * + <i>A. sydowii</i> * + <i>A. versicolor</i> * + <i>Cladosporium</i> + <i>Eurotium</i> * + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>A. ochraceus</i> * + <i>A. sydowii</i> * + <i>P. variotii</i> * + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +	
21.	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * + <i>Engyodontium</i> * + <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä ++++ <i>A. versicolor</i> * + <i>Cladosporium</i> +++ <i>Eurotium</i> * + hiivat, vaalea + <i>Mucor</i> ° + <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>Cladosporium</i> + <i>Engyodontium</i> * + <i>Mucor</i> ° + <i>Penicillium</i> +++ <i>Ulocladium</i> * + <i>Verticicladium</i> +	Yhteensä +++ Muut bakteerit +++ <i>Streptomyces</i> * ++	
22.	Yhteensä + <i>A. sydowii</i> * +(3) <i>Cladosporium</i> + <i>Engyodontium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> + <i>Ulocladium</i> * +(1)	Yhteensä ++ <i>A. sydowii</i> * +(1) <i>A. ustus</i> * +(1) <i>Cladosporium</i> ++ <i>Engyodontium</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(2) <i>Cladosporium</i> + <i>Engyodontium</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
23.	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * +++ <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ <i>A. ochraceus</i> * + <i>A. versicolor</i> * +++ <i>Cladosporium</i> + <i>Eurotium</i> * + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * ++	
24.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Engyodontium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
25.	Yhteensä ++ <i>A. fumigatus</i> * + <i>A. ochraceus</i> * + <i>Aureobasidium</i> ° + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä +++ <i>A. flavus</i> ° + <i>Aureobasidium</i> ° + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +	
26.	Yhteensä +++ <i>Aureobasidium</i> ° + <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ hiivat, punainen° + <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>Eurotium</i> * + <i>Penicillium</i> +++ <i>Ulocladium</i> * +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	
27.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
28.	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Arthriniium</i> + <i>Verticicladium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos

70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Työterveyslaitos

Analyysivastaus
396358
MB19-01136

6 (7)

Näyte	Mesofilliset sienet			Mesofilliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar	
29.	Yhteensä +++ <i>A. ustus</i> * + <i>Eurotium</i> * ++ <i>Penicillium</i> ++ <i>Ulocladium</i> * +	Yhteensä +++ <i>Cladosporium</i> + <i>Eurotium</i> * ++ <i>Penicillium</i> ++ <i>Ulocladium</i> * +	Yhteensä +++ <i>Eurotium</i> * ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +	
30.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
31.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Engyodontium</i> * +(1)	Yhteensä + <i>A. ochraceus</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
32.	Yhteensä + <i>A. ochraceus</i> * +(8) <i>A. ustus</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. ochraceus</i> * +(8) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. ochraceus</i> * +(9) <i>A. ustus</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * ++(22)	
33.	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++ <i>Ulocladium</i> * +(1)	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(1)	
34.	Yhteensä + <i>Engyodontium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. ochraceus</i> * +(1) <i>A. versicolor</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(1) <i>Engyodontium</i> * +(4) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * +(5)	
35.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * +(4)	
36.	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. niger</i> ° +(1) <i>Arthrimum</i> + <i>Engyodontium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * +(1)	
37.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(18)	
38.	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Engyodontium</i> * +(1) hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Engyodontium</i> * +(2) <i>Penicillium</i> + <i>Verticicladium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * +(10)	
39.	Yhteensä ++ <i>A. versicolor</i> * +(15) <i>Chaetomium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(7) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(8) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
40.	Yhteensä + <i>A. sydowii</i> * +(1) <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + <i>A. sydowii</i> * +(3) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. sydowii</i> * +(6) <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos

70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Työterveyslaitos

Analyysivastaus
396358
MB19-01136

7 (7)

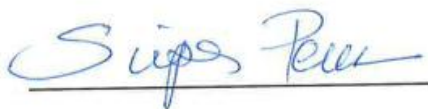
Näyte	Mesofiiliset sienet			Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar	
41.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(2) <i>Cladosporium</i> + <i>Engyodontium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(1) <i>Arthrinium</i> + <i>Engyodontium</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
42.	Yhteensä ++ <i>A. versicolor</i> * +(7) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>A. versicolor</i> * +(7) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>A. versicolor</i> * +(2) <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
43.	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * ++ <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * ++ <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +	
44.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>A. restrictus</i> * +(3) <i>A. versicolor</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(2)	
45.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>A. restrictus</i> * +(11)	Yhteensä -	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(1)	

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = indikaattorimerkitys vielä avoin (Ympäristö ja Terveys -lehti 8/2005, s. 56-59), A. = *Aspergillus*, P. = *Penicillium*, *Streptomyces* = aktinomykeetti (sädesieni), pesäkemäärä ilmoitettu sulussa

Tulkintaohje:

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esilintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

Työympäristölaboratoriot



Sirpa Pennanen
johtaja
Kuopio



Virpi Turunen
laboratoriomestari
Kuopio

Tiedoksi:

timo.ekola@ains.fi

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos
70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.tti.fi

31 11346.16

Analyysivastaukset

Mineraalikuitulaskenta



93524/MVL

TUTKIMUSRAPORTTI

23.5.2019

1/1

TEOLLISTEN MINERAALIKUITUJEN PITOISUUS LASKEUMAPÖLYSTÄ			
Tilaaaja:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy		
Kohde:	Urheilupuiston koulu	Tilauspäivä:	21.5.2019
Projektinumero:	31 11346.16	Toimituspäivä:	22.5.2019
Menetelmät:			
Tilaaajan toimittamille geelitepeille kerätty laskeumapöly tutkittiin polarisaatiomikroskoopilla ja niistä laskettiin yli 20 µm pituisten teollisten mineraalikuitujen pitoisuus. Sisäinen menetelmä pohjautuu menetelmään, joka on esitetty VTT:n tiedotteessa 2360 (Ilmanvaihtolaitteiden hiukkaspäästöt, 2006). Arvio analyysimenetelmän määritysepävarmuudesta ilmoitetaan pyydettyäessä. Näytteenotosta vastaa tilaaja. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannosta KSE 2013 mukaisesti. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.			
TULOKSET: Näytteenottaja: Eeva Jokinen			
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Näytteen kertymäaika	Kuitua/ cm2 *
1	Liikuntasali 182	14 vrk	< 0,1
2	Opettajanhuone 116	14 vrk	< 0,1
3	Auditorio 1106	14 vrk	0,1
4	Kotitalous 164	14 vrk	0,1
5	Kuvaamataito 156 (maljaa liikutettu)	14 vrk	0,1
6	Fysiikka- Kemia 2, 233	14 vrk	0,2
7	Opetustila 8, 218	14 vrk	< 0,1
8	Kirjasto / opetustila, 210	14 vrk	0,2
9	Opetustila 3, 201	14 vrk	0,1

*STM:n asetus 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista määrittelee teollisten mineraalivillakuitujen toimenpiderajaksi 0,2 kuitua/cm2 kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä. Toimenpiderajan ylimenevät tulokset on lihavoitu. Toimenpiderajaa IV-kanaviston sisäpintojen kuitupitoisuudelle ei ole asetuksessa määritetty.



Matias Häyrynen
Tutkija, laboratorioanalytikko
040 7732 845



Heikki Meriluoto
Tutkija, FM
050 5719 908

Pölynkoostumus



95935/PEM

TUTKIMUSRAPORTTI

15.7.2019

1/3

PÖLYNKOOSTUMUS			
Tilaja:		A-Insinöörit Suunnittelu Oy	
Kohde:	31 11346.16 Urheilupuiston koulu	Tilauspäivä:	10.7.2019
Projektinumero:	31 11346.16	Toimituspäivä:	10.7.2019
Menetelmät: Tilaajan toimittamat pölynäytteet (pyyhintäpöly pusissa) tutkittiin stereomikroskooppilla ja pyyhkäisyelektronimikroskooppilla. Pölytyypin suhteellinen määrääriö on kuvattu: (+++) = runsaasti, (++) = jonkin verran, (+) = yksittäisesti. Mineraalivillakuitujen määrääriö on ilmoitettu: alle 1 p-%, 1-3 p-% ja yli 3 p-%. Tulokset pätevät vain tutkituille näytteille. Labroc Oy vastaa toimeksannoista KSE 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.			
TULOKSET: Näytteenottaja: Eeva Jokinen			
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Pölynkoostumus	
1	Käytävä 1104, tuloilmakanavan päätelaite	<ul style="list-style-type: none"> • ulkoilmapölyä <ul style="list-style-type: none"> • silikaattinen kiviainespöly (+++) • rakennusmateriaalipölyä <ul style="list-style-type: none"> • metallioksidit (++) • huonepölyä <ul style="list-style-type: none"> • kloridit (++) • muuta <ul style="list-style-type: none"> • tikkumaisia ja haaroittuvia orgaanisia pölypartikkeleita (+++) 	
2	Eteishalli 129, tuloilmakanavan päätelaite	<ul style="list-style-type: none"> • ulkoilmapölyä <ul style="list-style-type: none"> • silikaattinen kiviainespöly (+++) • siitepöly (+) • rakennusmateriaalipölyä <ul style="list-style-type: none"> • kalkkikivi (++) • kipsi (+++) • huonepölyä <ul style="list-style-type: none"> • kloridit (+) • teollisia mineraalikuittuja arviolta 1-5 p-% <ul style="list-style-type: none"> • kivivilla • muuta <ul style="list-style-type: none"> • tikkumaisia ja haaroittuvia orgaanisia pölypartikkeleita (++) 	
3	Käytävä 245, tuloilmakanavan päätelaite	<ul style="list-style-type: none"> • ulkoilmapölyä <ul style="list-style-type: none"> • silikaattinen kiviainespöly (+++) • siitepöly (++) • rakennusmateriaalipölyä <ul style="list-style-type: none"> • kalkkikivi (+) • huonepölyä <ul style="list-style-type: none"> • kloridit (+) • teollisia mineraalikuittuja arviolta alle 1 p-% <ul style="list-style-type: none"> • lasivilla • muuta <ul style="list-style-type: none"> • tikkumaisia ja haaroittuvia orgaanisia pölypartikkeleita (+++) • alumiinia ja klooria sisältäviä pölypartikkeleita (+++) 	

BULK-emissionäytteet

raportti MV2019-096



Eeva Jokinen
A-insinöörit Suunnittelu Oy, Tampere
Puutarhakatu 10
33210 Tampere

**TULOSRAPORTTI****KOHDE:**

Urheilupuiston koulu, Klaukkala

NÄYTTEET:

Materiaalinäytteet on ottanut Eeva Jokinen ja Timo Ekola, A-insinöörit Suunnittelu Oy, 27.6.2019. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 1.7.2019. Näytteet on analysoitu 1.7.2019.

ANALYYSIT:

Emissionäytteet kerättiin mikrokammilaitteella (Micro-Chamber, μ CTE) Tenax TA adsorbenttiin. Analyysit tehtiin kaasukromatografilaitteistolla, johon oli yhdistetty massaselektiivinen detektori (TD-GC-MS). Yhdisteet tunnistettiin retentioaikojen sekä kirjastohaun perusteella (kirjasto nist02.L).

Tolueenin, styreenin, 2-etyyli-1-heksanolin, naftaleenin ja 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyyraatin (TXIB) pitoisuus laskettiin oman vertailuaineen avulla. Muiden heksaanin ja heksadekaanin väliseltä kiehumispistealueelta löytyneiden yhdisteiden pitoisuudet laskettiin ns. tolueeniekvivalenttina.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (ns. TVOC) saatiin laskemalla kaikkien heksaanin ja heksadekaanin väliltä löytyneiden yhdisteiden tolueeniekvivalenttina määritetyt pitoisuudet yhteen. Lasketut tulokset ilmoitetaan lopuksi tutkittua näyttemäärää kohti ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

TVOC-tuloksen mittaasepävarmuus ilman näytteenottoa on 30 % (luottamusvälillä 95 %). Yksittäisten, oman vertailuaineen avulla määritettävien yhdisteiden mittaasepävarmuudet ovat välillä 26 - 67 % riippuen yhdisteestä. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yhdisteiden mittaasepävarmuudet ovat suurempia.

Tällä menetelmällä tehty analyysi ei ole kvantitatiivinen, vaan se kertoo ainoastaan sen, mitä yhdisteitä ja missä keskinäisessä suhteessa, tutkitusta materiaalista emittoituu käytetyissä olosuhteissa.

raportti MV2019-096

**TULOKSEN TULKINTA:**

Tuloksen tulkintaan ei ole olemassa virallisia ohjearvoja. Alla olevassa taulukossa on esitetty Työterveyslaitoksen määrittämiä viitearvoja, joita voidaan hyödyntää materiaalien VOC tulosten arvioinnissa. Viitearvot perustuvat Työterveyslaitoksen sisäiseen aineistoon. Menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eivätkä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

Materiaalien VOC-emissioiden viitearvot erilaisille materiaalityypeille	
PVC <i>pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)</i>	
TVOC	200 µg/m ³ g
2-etyyli-1-heksanoli	70 µg/m ³ g
PVC <i>pehmittimenä DINCH (di-isononyyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyliiftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)</i>	
TVOC	500 µg/m ³ g
2-etyyli-1-heksanoli	50 µg/m ³ g
C9-alkoholit	320 µg/m ³ g
TASOITTEET JA BETONI	
TVOC	50 µg/m ³ g
2-etyyli-1-heksanoli	40 µg/m ³ g
LINOLEUM	
TVOC	650 µg/m ³ g
propaanihappo	100 µg/m ³ g

raportti MV2019-096

**ANALYYSITULOKSET:**

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä.

Tulokset on ilmoitettu tolupeenivasteella laskettuna. Mikäli yhdisteen pitoisuus näytteessä on alle 1 µg/m³g, sitä ei ole merkitty tulostaulukkoon, mutta se on mukana TVOC-arvossa.

(*), laskettu omalla vasteella

Näyte: 1, Muovimatto, Kotitalous 181 (tutkimustunnus: MV190275, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,2dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³ g)
TVOC	250
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
undekaani	1.0
TERPEENIT	
longifoleeni	1.2
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	
1-butanoli	2.4
2-etyyli-1-heksanoli	200 (*320)
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	
2-(2-Etoksietoksi) etanoli	4.8
2-butoksietanoli	2.2
ALDEHYDIT	
heksanaali	1.1
nonanaali	4.8
KETONIT	
3-heptanoni	2.4
PIIYHDISTEET	
dekametyylisyklopentasiloksaani	1.0
oktametyylisyklotetrasiloksaani	2.3
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	30 (12% TVOC:sta)

raportti MV2019-096



Näyte: 2, Betoni, Kotitalous 181 (tutkimustunnus: MV190276, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,2dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³ g)
TVOC	240
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
hiilivetyseos	51
TERPEENIT	
longifoleeni	1.3
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	
1-butanoli	4.7
2-etyyli-1-heksanoli	150 (*250)
isobutanoli	5.3
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	
2-butoksietanoli	1.0
KETONIT	
3-heptanoni	1.2
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	26 (11% TVOC:sta)

Hiilivetyseos = alifaattisia hiilivetyjä kiehumispistealueella noin 185 – 200 °C.

raportti MV2019-096



Näyte: 3, Muovimatto, Kotitalous 181 (tutkimustunnus: MV190277, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,2dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m³g)
TVOC	180
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
hiilivetyseos	9.4
undekaani	1.7
TERPEENIT	
longifoleeni	1.4
YKSIARVOISET ALKOHOELIT	
2-etyyli-1-heksanoli	130 (*230)
isobutanoli	1.6
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	
2-(2-Etoksietoksi) etanoli	1.5
ALDEHYDIT	
nonanaali	3.6
KETONIT	
3-heptanoni	1.6
PIIYHDISTEET	
dekametyylisyklopentasiloksaani	1.5
oktametyylisyklotetrasiloksaani	1.2
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	22 (12% TVOC:sta)

Hiilivetyseos = alifaattisia hiilivetyjä kiehumispistealueella noin 185 – 200 °C.

raportti MV2019-096



Näyte: 4, Betoni, Kotitalous 181 (tutkimustunnus: MV190278, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,2dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³ g)
TVOC	140
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
hiilivetyseos	26
YKSJARVOISET ALKOHOLIT	
1-butanoli	2.2
2-etyyli-1-heksanoli	93 (*170)
isobutanoli	6.4
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	15 (10% TVOC:sta)

Hiilivetyseos = alifaattisia hiilivetyjä kiehumispistealueella noin 185 – 200 °C.

raportti MV2019-096



Näyte: 5, Muovimatto, Kuvaamataito 156 (tutkimustunnus: MV190279, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,2dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³ g)
TVOC	330
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
undekaani	1.3
AROMAATTISET HIILIVEDYT	
bentseeni	2.0
TERPEENIT	
alfa-pineeni	4.5
longifoleeni	3.5
YKSJARVOISET ALKOHOLIT	
1-butanoli	3.9
2-etyyli-1-heksanoli	240 (*380)
bentsyylialkoholi	1.2
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	
2-(2-Etoksietoksi) etanoli	6.9
2-butoksietanoli	6.4
2-fenoksietanoli	1.8
ALDEHYDIT	
nonanaali	1.6
KETONIT	
3-heptanoni	2.6
PIIYHDISTEET	
dekametyylisyklopentasiloksaani	1.9
heksametyylisyklotrisiloksaani	1.6
oktametyylisyklotetrasiloksaani	5.3
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	40 (12% TVOC:sta)

raportti MV2019-096



Näyte: 6, Betoni, Kuvaamataito 156 (tutkimustunnus: MV190280, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,2dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³ g)
TVOC	170
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
hiilivetyseos	57
YKSIVERTISET ALKOHOLIT	
1-butanoli	4.1
2-etyyli-1-heksanoli	79 (*150)
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	23 (14% TVOC:sta)

Hiilivetyseos = alifaattisia hiilivetyjä kiehumispistealueella noin 185 – 210 °C.

raportti MV2019-096



Näyte: 7, Muovimatto, Opettajanhuone 116 (tutkimustunnus: MV190281, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,2dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueniekvivalenttina (µg/m³g)
TVOC	110
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
hiilivetyseos	3.3
undekaani	1.8
AROMAATTISET HIILIVEDYT	
tolueeni	12 (*12)
TERPEENIT	
alfa-pineeni	5.0
limoneeni	1.1
longifoleeni	6.3
YKSJARVOISET ALKOHOLIT	
1-butanoli	3.4
2-etyyli-1-heksanoli	30 (*57)
ALDEHYDIT	
nonanaali	1.2
PIIYHDISTEET	
dekametyylisyklopentasiloksaani	2.1
heksametyylisyklotrisiloksaani	3.3
oktametyylisyklotetrasiloksaani	9.5
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	31 (28% TVOC:sta)

Hiilivetyseos = alifaattisia hiilivetyjä kiehumispistealueella noin 185 – 195 °C.

raportti MV2019-096



Näyte: 8, Betoni, Opettajanhuone 116 (tutkimustunnus: MV190282, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,2dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³ g)
TVOC	110
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
hiilivetyseos	66
TERPEENIT	
longifoleeni	4.3
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	
1-butanoli	6.9
2-etyyli-1-heksanoli	11 (*21)
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	18 (17% TVOC:sta)

Hiilivetyseos = alifaattisia hiilivetyjä kiehumispistealueella noin 175 – 205 °C.

raportti MV2019-096



Näyte: 9, Vinyylilaatta, Ruokailu 133 (tutkimustunnus: MV190283, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,2dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³ g)
TVOC	110
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
hiilivetyseos	2.2
AROMAATTISET HIILIVEDYT	
tolueeni	1.0 (*0.9)
TERPEENIT	
longifoleeni	37
YKSJARVOISET ALKOHOLIT	
2-etyyli-1-heksanoli	44 (*88)
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	20 (18% TVOC:sta)

Hiilivetyseos = alifaattisia hiilivetyjä kiehumispistealueella noin 185 – 195 °C.

raportti MV2019-096



Näyte: 10, Betoni, Ruokailu 133 (tutkimustunnus: MV190284, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,1dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³ g)
TVOC	150
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
hiilivetyseos	48
TERPEENIT	
longifoleeni	14
longisykleeni	1.2
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	
1-butanoli	8.5
2-etyyli-1-heksanoli	60 (*110)
KETONIT	
3-heptanoni	1.3
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	19 (13% TVOC:sta)

Hiilivetyseos = alifaattisia hiilivetyjä kiehumispistealueella noin 185 – 210 °C.

raportti MV2019-096



Näyte: 11, Vinyylilaatta, Eteishalli 136 (tutkimustunnus: MV190285, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,2dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³ g)
TVOC	27
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
hiilivetyseos	2.3
TERPEENIT	
longifoleeni	2.0
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	
2-etyyli-1-heksanoli	3.1 (*6.1)
bentsyylialkoholi	2.6
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	
2-(2-Etoksietoksi) etanoli	5.9
2-fenoksietanoli	3.4
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	6.1 (23% TVOC:sta)

Hiilivetyseos = alifaattisia hiilivetyjä kiehumispistealueella noin 185 – 200 °C.

raportti MV2019-096



Näyte: 12, Betoni, Eteishalli 136 (tutkimustunnus: MV190286, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,2dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueniekvivalenttina (µg/m ³ g)
TVOC	39
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
hiilivetyseos	25
YKSJARVOISET ALKOHOLIT	
2-etyyli-1-heksanoli	1.6 (*3.1)
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	11 (27% TVOC:sta)

Hiilivetyseos = alifaattisia hiilivetyjä kiehumispistealueella noin 180 – 200 °C.

raportti MV2019-096



Näyte: 13, Vinyylilaatta, Opetustila 1115 (Cafe) (tutkimustunnus: MV190287, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,2dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³ g)
TVOC	66
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
hiilivetyseos	6.1
tridekaani	1.1
TERPEENIT	
longifoleeni	13
longisykleeni	2.1
YKSJARVOISET ALKOHOLIT	
2-etyyli-1-heksanoli	13 (*25)
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	29 (43% TVOC:sta)

Hiilivetyseos = alifaattisia hiilivetyjä kiehumispistealueella noin 185 – 225 °C.

Näyte sisälsi paljon pieniä määriä erilaisia yhdisteitä, joiden tunnistaminen riittäväällä varmuudella on vaikeaa. Tämän takia tunnistamattomien yhdisteiden suhteellinen osuus on suuri.

raportti MV2019-096



Näyte: 14, Betoni, Opetustila 1115 (Cafe) (tutkimustunnus: MV190288, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,2dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³ g)
TVOC	58
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	
1-butanoli	1.6
2-etyyli-1-heksanoli	46 (*85)
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	8.9 (15% TVOC:sta)

raportti MV2019-096



Näyte: 15, Vinyylilaatta, Opetustila 7. 217 (tutkimustunnus: MV190289, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,2dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³ g)
TVOC	24
TERPEENIT	
longifoleeni	5.6
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	15 (63% TVOC:sta)

Koska näytteen pitoisuus on lähellä määrittärajaa, havaittujen yhdisteiden pitoisuudet ovat pieniä ja luotettava tunnistaminen vaikeaa. Tämän takia tunnistamattomien yhdisteiden suhteellinen osuus on suuri.

Kuopiossa, 4.7.2019

Teija Meklin

Mikrobioni Oy

VIITTEET:

ISO 16000-6, 2004, Indoor air - Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS/FID, 1-25.

Asumisterveysasetus 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsingissä 23.4.2015

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa III Asumisterveysasetus § 14-19. Valvira ohje 8/2016.

Järnström H., Reference values for building material emissions and indoor air quality in Residential buildings, 2007, VTT publications 672.

Saarela, K., ym., TVOC-haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio ja sen eri Laskentatavat, Sisäilmastoseminaari 2005, Sisäilmayhdistys raportti 23.

Työterveyslaitos. Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista (rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto), joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin. 2017.

9.9.2019

SISÄLLYSLUETTELO

1	Mittalaitteiden kalibrointi	3
2	Pintakosteuskartoitus	3
2.1	Tutkimusvälineet	3
2.2	Tulosten tulkinta	3
2.3	Epävarmuustarkastelu	4
3	Rakennekosteusmittaukset	4
3.1	Porareikämittaus	4
3.1.1	Mittauksen suoritus	4
3.1.2	Tutkimusvälineet	4
3.1.3	Tulosten tulkinta	4
3.1.4	Epävarmuustarkastelu	4
3.2	Rakenteen hetkellinen kosteusmittaus	5
3.2.1	Tutkimusvälineet	5
3.2.2	Tulosten tulkinta	5
3.2.3	Epävarmuustarkastelu	5
3.3	Viiltomittaus	5
3.3.1	Tutkimusvälineet	5
3.3.2	Tulosten tulkinta	5
3.3.3	Epävarmuustarkastelu	6
4	Rakenneavaukset	6
4.1	Yleistä	6
4.2	Kalusto	6
4.3	Tulosten tulkinta	6
4.4	Epävarmuustarkastelu	6
5	Rakenteiden tiiveyskoe (merkkiainetutkimus)	7
5.1	Mittauksen suoritus	7
5.2	Tutkimusvälineet	7
5.3	Tulosten tulkinta	7
5.4	Epävarmuustarkastelu	7
6	Pinnoille laskeutuneen pölyn tutkimukset	8
6.1	Pinnoille laskeutuneen pölyn mineraalikulujen laskenta	8
6.1.1	Näytteenotto	8
6.1.2	Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot	8
7	Tuloilmakanavien pöly ja puhtaus	8
7.1	Aistienvarainen puhtauden tarkistus	8
7.2	Tuloilmakanavien sisäpinnoilla olevan pölyn koostumus/ laatu	9
8	Pitkäaikaiset paine-eromittaukset	9
8.1	Tutkimusvälineet	9
8.2	Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot	9
9	Sisäilman lämpötila	10
9.1	Tutkimusvälineet	10

9.2	Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot	10
10	Sisäilman suhteellinen kosteus.....	13
10.1	Tutkimusvälineet	13
10.2	Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot	13
11	Sisäilman hiilidioksidi.....	13
11.1	Tutkimusvälineet	13
11.2	Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot	13
12	Sisäilman mikrobianalyysit	14
12.1	Mittauksen suoritus	14
12.2	Tutkimusvälineet	14
12.3	Viitearvot.....	14
13	Materiaalien mikrobianalyysit.....	15
13.1	Materiaalinäytteenotto	15
13.2	Tulosten tulkinta suoraviljelymenetelmällä	15
14	Materiaalien VOC-emissiot (BULK)	15
14.1	Tutkimusmenetelmä	16
14.2	Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot	16

1 Mittalaitteiden kalibrointi

Mittalaitteet on kalibroitu noin vuoden välein. Tämä koskee seuraavia mittalaitteita:

- Gann Hydromette UNI1 ja UNI2 -pintakosteudenosoittimet ja B50/LB70 -mittausanturit
- Vaisala HM40 ja HM41 -mittalaitteet ja HMP40S, HM42 Probe ja HMP42 mittapäät (rakennekosteusmittaukset)
- Testo 435-4 -yhdistelmämittari
- Testo 512 -paine-eromittari
- Tinytag TGPR-0704 ja TGC-0046 (paine-eron seurantamittaukset)
- Tinytag TGU-4500, TV-4500 ja TV-4505 (sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaukset)
- Tinytag TGE-0010 (sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset)
- Andersen-keräimen ilmapumppu (lisäksi ultraäänipesu kalibroinnin yhteydessä)

Noin viiden vuoden välein kalibroidaan:

- Retrotec-ovipuhallinlaitteisto (valmistajan kalibrointi 12/2014)
- Retrotec DM32 -paine-eromittari (valmistajan kalibrointi 12/2014)

Kalibrointitodistukset saa nähtäville niitä erikseen pyydettyäessä.

2 Pintakosteuskartoitus

Pintakosteuskartoitus on ainetta rikkomaton ja suuntaa antava menetelmä, jossa tutkitaan lattia-, katto- ja seinäpinnoilta ns. poikkeama-alueita. Korkeat pintakosteudenosoittimen lukemat saattavat viitata kosteuteen rakenteissa. Mittaus on rakenteita rikkomaton ja nopea, mutta myös virhealtis.

2.1 Tutkimusvälineet

Pintakosteusmittaukset rakenteiden pinnoilta suoritettiin Gann Hydrotest LG1, LG2 tai LG3 -pintakosteudenosoittimilla ja B50/LB70/LB71 -mittausantureilla.

2.2 Tulosten tulkinta

Pintakosteudenosoittimien näytössä esiintyvät lukuarvot ovat välillä 0...199. Betonirakenteissa normaali lukuarvo vaihtelee yleensä välillä 50...90. Havaintojen tulokset ovat suuntaa antavia vertailuarvoja, jotka riippuvat rakenteen kosteuspuiteolosuhteiden lisäksi myös materiaaleista ja niiden kerrospaksuuksista. Tutkittavan alueen pintakosteuslukemia tulisi aina siksi verrata mahdollisuuksien mukaan ns. referenssialueeseen, jossa rakenteet ovat samanlaisia kuin tutkittavalla alueella. Mittalaite mittaa kosteuspuiteosuutta koko mittausvyöhykeltä, eikä sen perusteella voida eritellä kosteuspuiteosuutta eri syvyyksillä. Pelkän pintakosteudenosoittimen lukemien perusteella ei tule tehdä päätöksiä purkutöistä, vaan rakennekosteusepäilyt tulee tarvittaessa tarkistaa luotettavammalla tutkimusmenetelmällä, esim. rakennekosteus- tai viiltomittauksella.

2.3 Epävarmuustarkastelu

Pintakosteudenosoittimella voidaan paikoittain saada vertailuarvoista poikkeavia tuloksia, jotka saattavat johtua esim. rakenteellisesta poikkeamasta, metallia sisältävästä tasoitteesta, raudoitteesta, kaapeleista, ym. Virhettä mittaukseen voi aiheuttaa mittapään asennon vaihtelu suhteessa mitattavaan pintaan sekä mittajaan kosketus mitta-anturiin. Mittapäätä ei myöskään saa viedä n. 5 cm lähemmäksi nurkkaa, jolloin anturi mittaa sähkönjohtavuutta kahdesta eri pinnasta. Tutkimusmenetelmän käyttö edellyttää harjaantumista ja kykyä tulkita pintakosteudenosoittimen lukemia. Mittalaitteella voidaan melko nopeasti tutkia laajoja alueita ja havaita siellä olevia mahdollisia poikkeamia. Kelluvilla lattiapinnoitteilla, kuten laminaatilla, mittaus ei ole luotettava.

3 Rakennekosteusmittaukset

3.1 Porareikämittaus

Mittaustavalla voidaan selvittää tutkittavan rakenneosan kosteussisältöä ja -profiilia.

3.1.1 Mittauksen suoritus

Betonirakenteeseen porataan tyypillisesti 16 mm mittareikä halutulle syvyydelle, joka puhdistetaan, putkitetaan ja tiivistetään. Tämän jälkeen mittapiste jätetään tasaantumaan, jotta porauksesta syntynyt lämpö- ja kosteuspoikkeama tasaantuu. Tasaantumisessa kestää tyypillisesti 3 vuorokautta. Mittapäät voidaan asentaa putkiin joko heti putkituksen yhteydessä tai vasta tasaantumisaajan jälkeen. Mittapäiden tulee antaa tasaantua putkiin asentamisen jälkeen vähintään tunti ennen niiden lukemista. Heti porauksen jälkeen mittausputkiin asennetut ja tiivistetyt mittapäät voidaan lukea 72 tunnin kuluttua. Lisätietoa mittauksesta löytyy RT-kortista 14-10984.

3.1.2 Tutkimusvälineet

Sisäilman ja rakenteisiin porattujen reikien suhteelliset kosteudet ja lämpötilat mitattiin Vaisala HM40 -mittalaitteella varustettuna HMP40S -mittapäällä. Porareiän putkituksessa käytettiin tiivisteellisiä mitausputkia ja tiivistyksessä vesihöyryntiivistä kittiä.

3.1.3 Tulosten tulkinta

Rakenteiden kosteussisältö on riippuvainen sisäilman lämpötilasta ja suhteellisesta kosteudesta. Rakenteissa voidaan todeta olevan normaalista poikkeavaa kosteutta, kun mitatun pisteen absoluuttinen kosteussisältö on lämpötilasta riippuen yli 14...18 g/m³. Referenssimittauspistettä korkeammat rakennekosteudet voivat viitata rakenteissa olevasta normaalista korkeammasta kosteussisällöstä.

3.1.4 Epävarmuustarkastelu

Mittapään HMP40S mittaustarkkuus on $\pm 1,7$ %, RH kun suhteellinen kosteus on < 90 %. Suhteellisen kosteuden ollessa > 90 % mittaustarkkuus on $\pm 2,5$ % RH. Menetelmän suurimmat epätarkkuutta aiheuttavat tekijät ovat mittaustilanteesta suurimmasta pienimpään (suluisissa epätarkkuustekijän suuruusluokka, RH-yksikköä): Rakenteen ja yläpuolisen ilman välinen lämpötilaero (± 15), oikea mittaussyvyys (± 10), rakenteen lämpötila epänormaali (± 10), mittausreiän putkitus (0...-15), mittapään tasaantumisaika (0...-15), mittausreiän puhdistus (-4...10), odotusaika porauksesta (0...10), mittapäätyyppi (-10...0), mittapään käytön määrä ja mittauskohteet (± 5), mittausputken tiivistys (0...-7), kalibroinnin ja

tarkistuksen tarkkuus (± 3), aika edellisestä kalibroinnista (0...-3). Mittaus on tarkimmillaan, kun rakenteen lämpötila on välillä $+15...+25$ °C. Tarkkoihin mittaustuloksiin pääseminen edellyttää säännöllistä tutkimuslaitteiston huoltoa, mutta erityistä huolellisuutta ja ammattitaitoa mittaustilanteessa ja sen ennakoinnissa. Mukana mittauksessa tulisi olla aina myös referenssimittaus oletetulta kuivalta alueelta, jotta saatuja mittaustuloksia voidaan verrata keskenään. Mittauksessa tulee noudattaa RT-kortin 14-10984 ohjeita.

3.2 Rakenteen hetkellinen kosteusmittaus

Mittaustavalla voidaan selvittää tutkittavan rakenteen (yleensä kotelo tai kevytrakenteinen seinä) kosteussisältöä suuntaa antavasti. Tutkittavaan rakenteeseen tehdään reikä mittapäättä varten, jota ei putkiteta. Mittapään tasaantumisaika on tyypillisesti n. 20...45 minuuttia. Mittapään läpivienti tiivistetään vesihöyrytiivillä kitillä.

3.2.1 Tutkimusvälineet

Sisäilman ja rakenteiden suhteelliset kosteudet ja lämpötilat mitattiin Vaisala HMI41 -mittalaitteella ja HMP42 mittapäällä.

3.2.2 Tulosten tulkinta

Rakenteiden kosteussisältö on riippuvainen sisäilman lämpötilasta ja suhteellisesta kosteudesta. Rakenteissa voidaan todeta olevan normaalista poikkeavaa kosteutta, kun mitatun rakenteen absoluuttinen kosteussisältö on lämpötilasta riippuen yli $14...18$ g/m³. Referenssimittauspistettä korkeammat rakennekosteudet voivat viitata rakenteissa olevasta normaalista korkeammasta kosteussisällöstä.

3.2.3 Epävarmuustarkastelu

Mittapään HMP42 mittaustarkkuus on ± 2 % RH kun suhteellinen kosteus on < 90 %. Suhteellisen kosteuden ollessa > 90 % mittaustarkkuus on ± 3 % RH. Tasalämpöisissä rakenteissa mittaus on luotettava, mutta ulkovaipparakenteiden ilmavuodot ja lämpötilaerot sisäilmaan nähden saattavat aiheuttaa merkittävän mittavirheen. Mittaus on tarkimmillaan, kun rakenteen lämpötila on välillä $+15...+25$ °C.

3.3 Viiltomittaus

Mittauksella tutkitaan lattiapinnoitteen, kuten muovimaton alapuoliseen liimapintaan kohdistuva kosteusrasitusta. Mittauksessa pinnoitteeseen tehdään viilto ja sitä irrotetaan hieman esim. taltalla. Viillon kautta pieni mittapää työnnetään pinnoitteen alle. Tämän jälkeen lattiapinnoitteen viiltokohta tiivistetään vesihöyrytiivillä kitillä. Mittapään tasaantumisaika on n. 20 minuuttia. Lisätietoa mittauksesta löytyy RT-kortista 14-10984.

3.3.1 Tutkimusvälineet

Sisäilman suhteellinen kosteus ja lämpötila ja lattiapinnoitteen alle tehdyt suhteellisen kosteuden mitaukset tehtiin Vaisala HMI41 -mittalaitteella ja HMP42 mittapäällä.

3.3.2 Tulosten tulkinta

Mittausten tarkoituksena on selvittää, ylittyykö lattiapinnoitteen alla useimpien mattoliimojen kriittisenä pidettävä suhteellisen kosteuden arvo, joka on 85 %. Suhteellinen kosteus lattiapäällysteen alla liimati-

lassa ei saa pitkäksi aikaa nousta yli tämän arvon. Vanhemmissa lattiapinnoitemateriaaleissa suhteellisen kosteuden arvo lattiapinnoitteen alla olisi suositeltavaa olla alle 75 %, jotta voitaisiin olla varmoja liiman ja pinnoitteen kunnosta.

Lattiapinnoitteen viiltomittauksessa on hyödyllistä tehdä myös aistinvaraiset tarkastelut: Kun lattiapinnoitetta avataan mittapäätä varten, tulee tehdä havainnot liiman tartunnasta, koostumuksesta, väristä ja hajusta. Mittaushetkellä kosteutta ei välttämättä enää ole, mutta viitteet siitä yleensä säilyvät.

3.3.3 Epävarmuustarkastelu

Mittapään HMP42 mittaustarkkuus on ± 2 % RH kun suhteellinen kosteus on < 90 %. Suhteellisen kosteuden ollessa $> 90\%$ mittaustarkkuus on ± 3 % RH. Mittausmenetelmällä on suositeltavaa tehdä riittävän monta mittauspistettä. Tällöin saadaan kattavasti rajattua alueet, joilla on poikkeavaa kosteuspitoisuutta. Referenssimittaukset ovat olennainen osa mittausta, joilla selvitetään rakenteen ns. normaalitila. Mittausmenetelmää voidaan pitää tarkkana.

4 Rakenneavaukset

Rakenneavauksia tehdään rakennetyyppien selvittämiseksi ja rakenteen kunnan tarkistamiseksi. Samassa yhteydessä rakenteille voidaan tehdä kosteusmittauksia ja tarpeen mukaan ottaa materiaalinäytteitä haitta-aine- tai mikrobianalyysiä varten.

4.1 Yleistä

Kattavan rakenteellisen kuntotutkimuksen yksi perustehtävä on rakenneavaukset. Avauksia tarvitaan, jotta rakenteen tiiveyttä, kosteustieteellistä toimintaa, kuntoa ja toteutustapaa voidaan tutkia kattavasti. Yleensä rakenneavauksilla tutkitaan myös mahdollisten mikrobivaurioiden laajuutta ja vakavuutta. Rakennusmateriaalin mikrobivaurioista on kerrottu lisää kohdassa materiaalien mikrobianalyysit.

4.2 Kalusto

Rakenneavaukset betonirakenteisiin tehdään pääsääntöisesti $\varnothing 8 \dots 28$ mm iskuporakoneella ja $\varnothing 52 \dots 100$ mm timanttikorakoneella (kuivaporaus). Levyrakenteiden rakenneavaukset tehdään käsityökaluin, monitoimityökalulla tai reikäsahalla. Isommat rakenneavaukset betonirakenteisiin teetetään tarvittaessa ulkopuolisella toimijalla.

4.3 Tulosten tulkinta

Rakenneavausten yhteydessä materiaalien vaurioita voidaan arvioida aistinvaraisesti tai rakennekosteusmittauksin, mutta rakenteen vaurioitumisesta saadaan varmuus materiaalinäytteen mikrobianalyysillä. Rakenneavauksen yhteydessä selvitetään rakenteen mahdollisia ilmavuotoreittejä sisäilmaan, joka on olennainen osa rakenteen mikrobivaurion vaikutuksesta sisäilman laatuun.

4.4 Epävarmuustarkastelu

Rakenneavausten sijainti ja lukumäärä on olennainen osa tutkimuksen kattavuutta ja luotettavuutta. Rakenteelliset poikkeamat saattavat aiheuttaa väärän tulkinnan mahdollisten vaurioiden laajuudesta tai rakenteiden toteutustavasta. Joskus vanhat rakenteet on korjattu vain osittain, joka voi vaikeuttaa rakenteiden toteutustavan selvittämistä, mutta vaikeuttaa myös vaurioiden paikallistamista ja niiden laajuuden selvittämistä.

5 Rakenteiden tiiveyskoe (merkkiainetutkimus)

Merkkiainetutkimus on ulkoseinä-, alapohja-, yläpohja- ja välipohjarakenteiden tiiveyden tutkimista. Merkkiainetutkimusten avulla selvitetään rakenteiden ilmatiiveyttä sekä rakenteissa mahdollisesti olevien epäpuhtauksien tai radonin kulkeutumisreittejä sisätiloihin. Merkkiainetutkimuksella voidaan tutkia rakenteiden tiiveyttä eri tavoitetasoilla. Lisätietoa tutkimuksesta löytyy RT-kortista 14-11197.

5.1 Mittauksen suoritus

Tutkittavaan tilaan pyritään saamaan n.10 Pa alipaine tutkittavaan rakenteeseen nähden. Alipaineen luomiseksi tilaan voidaan asentaa ovipuhallinlaitteisto, joka ylläpitää tavoiteltua paine-eroa automaattisesti tutkittavaan rakenteeseen nähden. Alipainetta voidaan luoda myös muilla erillisillä alipaineistuspuhalmilla tai rakennuksen omilla ilmanvaihtolaitteistoilla. Paine-eroa seurataan lisäksi erillisellä paine-eromittarilla.

Kaasunsyöttöpiste- ja paine-eromittauspisteet tiivistetään vesihöyrytiivillä kitillä ja niiden ja kaasunsyöttölaitteiston tiiveys tarkistetaan ennen tutkimusta. Merkkiainetutkimuksessa merkkiaineikaasua johdetaan tutkittavan rakenteen sisään ja merkkiaineen kulkeutumista sisäilmaan tutkitaan rakenneliittymien ja läpivientien kautta kaasuanalysaattorin avulla. Vuotopisteet ja -alueet merkitään, valokuvataan ja kirjataan ylös.

5.2 Tutkimusvälineet

Merkkiaineikaasuna käytettiin Formier 5 -seoskaasua, jossa on 5 % vetyä ja 95 % typpeä ja on siten tiheydeltään ilmaa vastaava seos. Merkkiaineikaasua syötettiin kaasupulloon liitettyllä virtaussäätimellä, jolla kaasun syöttömäärää voidaan säätää. Merkkiainevuotojen tutkimiseen käytettiin Inficon Sensistor XRS 9012 -merkkiaineanalysaattoria. Merkkiainelaitteanalysaattorin herkkyyttä voidaan säätää tasoille 1-10. Tutkimus suoritettiin pääsääntöisesti herkkyysasetuksella 5, mutta tarkemmassa paikallistamisessa tarvittaessa herkemällä asetuksella. Paine-ero toteutettiin Retrotec-ovipuhallinlaitteistolla ja paine-eromittarilla DM32 (jos ovipuhallinlaitteistoa käytettiin). Lisäksi paine-eroa seurattiin Testo 435-4 -yhdistelmämittarilla tai Testo 512 paine-eromittarilla.

5.3 Tulosten tulkinta

Vuotojen tulkinta on melko yksiselitteistä, mutta tutkimuksessa on otettava huomioon useita rakenteellisia seikkoja ja epävarmuutta aiheuttavia tekijöitä. Katso tarkemmin kohta epävarmuustarkastelu.

5.4 Epävarmuustarkastelu

Merkkiaineikaasun syöttömäärällä on suuri vaikutus tuloksiin. Liian pienellä kaasumäärällä merkkiainetta ei ole rakenteessa riittävästi, eivätkä isotkaan rakenteelliset ilmavuodot tule esille. Vastaavasti liian suurella kaasumäärällä pienetkin vuodot korostuvat tarpeettomasti. Olennainen osa tutkimusta on sopiva ja jatkuva paine-ero tutkittavaan rakenteeseen nähden. Paine-eroa tulee seurata aktiivisesti koko tutkimuksen ajan, jotta voidaan olla varmoja alipaineistuksen toimivuudesta tutkittavalla alueella. Tutkittavat rakenteet on oltava tiedossa tutkimusta tehdessä, jotta merkkiainetta voidaan syöttää oikeisiin kohtiin. Kaasunsyöttöpisteiden määrä on myös oltava riittävä rakenteeseen nähden, jotta kaikki vuotopaikat saadaan näkyville.

Vety pystyy tunkeutumaan joidenkin materiaalien läpi (merkkiaine saattaa läpäistä maalaamattoman kipsilevyn tai rapatun tiilimuurauksen, mutta jo pinnan maalaus pysäyttää kaasun etenemisen), mikä

pitää tulkinnassa huomioida. Tunkeutuvuus materiaalien läpi on merkkiaineelle hyvä ominaisuus, jos tavoitteena on ehkäistä mikrobien aineenvaihduntatuotteiden pääsy sisäilmaan.

On tyypillistä, että rakenteiden tiivistystoimenpiteiden jälkeen tehtävässä merkkiainekokeessa pienemmät vuodot korostuvat, kun ilmapuotoreittien määrä on pienentynyt.

Testo monitoimimittauslaitteen 435-4 paine-eron mittausvirhe on ± 1 %, kun mitattu paine-ero on alle 200 Pa.

Retrotec-ovipuhallinlaitteiston puhaltimen ilmoittaman ilmamäärän tarkkuus on ± 5 %. Ovipuhallinlaitteiston paine-erosäätimen DM32-4A tarkkuus on ± 1 % tai $\pm 0,25$ Pa (joista suurempi on määräävä).

6 Pinnoille laskeutuneen pölyn tutkimukset

6.1 Pinnoille laskeutuneen pölyn mineraalikuitujen laskenta

Tutkimusmenetelmällä selvitetään, esiintyykö tasopinnoille laskeutuvassa pölyssä poikkeavia pitoisuuksia teollisia mineraalivillakuituja.

6.1.1 Näytteenotto

Tilojen sisäilman kuitupitoisuutta selvitetään harvoin siivotuilta pinnoilta sekä 14 vuorokauden laskeumasta. Tutkittavaan huoneeseen asennetaan puhdistettu levy pinta tai puhdistetaan taso ja rajataan se teipein. Tutkimuspisteen ei tulisi sijaita poisto- tai tuloilmapäätelaitteiden läheisyydessä, eikä ikkunalaudalla tai hyllyvälissä. Tutkimus ei estä tilojen normaalia käyttöä, mutta laskeumalevyn peittämistä ja kirjojen, tekstiilien ym. aiheuttamaa pölyämistä tiloissa tulee välttää.

6.1.2 Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Tutkitusta tilasta otetaan geeliteippinäyte harvoin siivotulta pinnalta laskeumalevyn asennuksen yhteydessä ja/tai 2 viikon laskeuma-ajan jälkeen tasopinnalta. Harvoin siivotulta pinnalta (ei tiedossa olevaa laskeuma-aikaa) ei voida tehdä yksiselitteistä raja-arvoihin perustuvaa tulkintaa, mutta voidaan tehdä tulkintoja mahdollisista epäpuhtauslähteistä, kun myös tuloilmakanavista otetaan näytteitä. Analyysitulokset ilmoitetaan kuitujen lukumääränä pinta-alaa kohden (kuitua/cm²). Synteettiset epäorgaaniset kuidut eivät todennäköisesti aiheuta ongelmia, jos kuitupitoisuudet säännöllisesti siivotuilla pinnoilla (pöydät ym.) ovat alle 0,2 kuitua/cm² (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa III, 8/2016). Harvoin siivotuilla pinnoilla kuitupitoisuuden tulisi olla alle 3 kpl/cm². Jos kuitujen lukumäärät harvoin siivotuilla pinnoilla ovat yli 10 kpl/cm², tulee siivousta tehostaa tai muuttaa menetelmiä (Työterveyslaitos). Tarkemmat tutkimusmenetelmät on esitetty laboratorion analyysivastauksessa.

7 Tuloilmakanavien pöly ja puhtaus

7.1 Aistienvaarainen puhtauden tarkistus

Arvioidaan tuloilmakanavien puhtautta aistinvaraisesti. Puhtautta arvioidaan kanavaan kertyneen pölyjäämän mukaisesti. Vanhoissa kanavissa on tyypillisesti vaikeasti puhdistettavaa pinttynyttä likajäämää, joka ei poistu edes ilmanvaihtokanaviston puhdistuksessa. Suorakaidekanavissa (ns. kanttikanavat) pölyä jää tyypillisesti puhdistuksenkin jälkeen kanavan reuna-alueille.

7.2 Tuloilmakanavien sisäpinnoilla olevan pölyn koostumus/ laatu

Tutkimusmenetelmällä voidaan selvittää sisältääkö tuloilmakanavan pöly poikkeavia pitoisuuksia esim. teollisia mineraalikuluita, kiviainespölyä, siitepölyä, rakennusmateriaalipölyä, metallihiukkasia, asbestikuluita ja homeitiötä.

Pölynäyte otetaan tuloilmakanavan sisäpinnalta. Minigrip-pussi käännetään pussi nurin päin, jolla pyyhitään tuloilmakanavan sisäpintoja. Näytteenotossa tulee huolehtia, ettei pussi rikkoudu esim. terävään reunaan. Tämän jälkeen pussi käännetään ja suljetaan.

Tuloilmakanavien sisäpintojen pölynäytteet tutkittiin stereo- ja/tai pyyhkäisyelektronimikroskoopilla. Hiukkasista raportoidaan vähintään mineraalivillakuidut, homeitiöt, rakennusmateriaaliperäiset hiukset sekä muu mahdollinen poikkeavuus ja tavanomainen huonepöly. Mineraalivillakuitujen määrää arvio ilmoitetaan painoprosenteina (p -%) kerätystä näytteestä. Mahdolliset asbestikuidut raportoidaan laadullisesti (ympäristöopas 2016).

Tulosten tulkinnaissa on huomioitava, että tulos on pölyn laadullinen arviointi (semikvantitatiivinen), jolla voidaan selvittää tuloilmakanavan ja huonetilan pölyjen ja kuitujen mahdollista lähdettä.

Tarkemmat tutkimusmenetelmät esitetään laboratorion analyysivastauksessa.

8 Pitkäaikaiset paine-eromittaukset

Paine-eromittauksella voidaan arvioida ilmanvaihdon toimivuutta ja sen vaikutusta rakennuksen paine-eroihin tilakohtaisesti. Mittauksella voidaan myös arvioida mahdollisten epäpuhtauksien siirtymistä rakenteista sisäilmaan.

8.1 Tutkimusvälineet

Sisäilman seurantamittaukset suoritetaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden (Dwyer Magnesence ja Pro-dual -paine-eronäytöt ja Tinytag TGPR-0704 -paine-erologgeri sekä Beck-anturi ja Tinytag TGC 0046 -paine-erologgeri) avulla. Käytettyjen mittalaitteiden mittaustarkkuus on $\pm 1\%$ ($\pm 50\text{Pa}$).

8.2 Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Rakennuksen ja ulkoilman välillä mitattuihin painesuhteisiin vaikuttavat rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä, rakennuksen sisälle lämpötilaeroista muodostuva paine-ero (savupiippuvaikutus) ja tutkimushetkellä vallinneet tuuliolosuhteet.

Vuonna 2015 voimaan astuneen Asumisterveysasetuksen (545/2015) soveltamisohjeen mukaan: *Jos rakennuksen alipaineisuus on yli 15 Pascalia (Pa), niin alipaineisuuden syy tulee selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa. Tällä vähennetään vuotoilmavirtauksia ja niiden mukana kulkeutuvia epäpuhtauksia.*

Jos rakennus on ylipaineinen ulkoilmaan nähden ilmanvaihdon toiminnasta johtuen, tulee ylipaineen syy selvittää ja ilmanvaihtoa tasapainottaa. Hetkellinen ylipaineisuus on mahdollista tuuliolosuhteista tai rakennuksen geometriasta johtuen, eikä vaadi korjaustoimenpiteitä.

Asumisterveysoppaan (Aurola R. ja Välikylä T., 2009) mukaan tilat, joissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, olisi suositeltavaa olla 0...-2 Pascalia alipaineisia ulkoilmaan nähden. Kokemusperäisesti voidaan todeta, että rakennus, jossa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, olisi suositeltavaa olla 0...-5 Pascalia alipaineinen ulkoilmaan nähden, jolloin rakenteista ei tapahdu merkittäviä ilmavuoja sisäilmaan päin.

9 Sisäilman lämpötila

9.1 Tutkimusvälineet

Sisäilman lämpötilan seurantamittaukset suoritetaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden (Tinytag TGU-4500, TV-4500 ja TV-4505) avulla. Käytettyjen mittalaitteiden mittaustarkkuus on lämpötila-alueella 0 °C...50 °C ± 0,35...0,5 °C.

9.2 Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan lämpötilojen toimenpiderajat ovat seuraavat:

- Lämmityskaudella asuinhuoneistoissa lämpötilan tulisi olla yli +18 °C ja alle +26 °C. Lämmityskauden ulkopuolella asuinhuoneiston lämpötilan tulisi olla yli +18 °C ja alle +32 °C
- Lämmityskaudella palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa huoneilman lämpötilan tulisi olla yli + 20 °C ja alle +26 °C.
- Lämmityskauden ulkopuolella lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja muissa vastaavissa tiloissa lämpötilan tulisi olla yli + 20 °C ja alle +32 °C
- Lämmityskauden ulkopuolella palvelutaloissa, vanhainkodeissa ja muissa vastaavissa tiloissa lämpötilan tulisi olla yli +20 °C ja alle +30 °C

Suomen säädöskokoelman (1009/2017) mukaan uuden rakennuksen suunniteltu huonelämpötila tulee olla lämmityskaudella 21 °C, mutta voi vaihdella välillä 20-25 °C ja lämmityskauden ulkopuolella välillä 20-27 °C. Rakennuksen huonelämpötilan on oltava suunniteltuna käyttöaikana viihtyisä, eivätkä ilman liike, lämpötilasäteily, lämpötilan vaihtelu, lämpötilaerot ja pintalämpötilat saa sitä heikentää.

Sisäilmastoluokitus 2018:n mukaan sisäilman operatiivisen lämpötilan tavoitearvot ovat seuraavat:

	S1	S2	S3
Operatiivinen lämpötila t_{op} [°C]			21
$t_u \leq 0$ °C	21,5 ¹⁾	21,5	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$21,5 + 0,15 \times t_u$ ¹⁾	$21,5 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 20$ °C	24,5 ¹⁾	25,5	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama ylöspäin			
$t_u \leq 0$ °C	< 22,5	< 23	
$0 < t_u \leq 15$ °C	< $22,5 + 0,166 \times t_u$	< $23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15$ °C	< 25	< 26	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama alaspäin			
$t_u \leq 0$ °C	> 20,5	> 20,5	
$0 < t_u \leq 20$ °C	> $20,5 + 0,075 \times t_u$	> $20,5 + 0,025 \times t_u$	
$t_u > 20$ °C	> 22	> 21	
Operatiivisen lämpötilan enimmäisarvo [°C]			
$t_u \leq 0$ °C	< 23	< 23	
$0 < t_u \leq 20$ °C	< $23 + 0,2 \times t_u$	< $23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15$ °C	< 27	< 27	
$t_u \leq 10$ °C			< 25 (26) ²⁾
$t_u > 10$ °C			< 27 (32) ²⁾
Operatiivisen lämpötilan vähimmäisarvo [°C]	> 20	> 20	> 20 (18) ²⁾
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttöajasta]			
toimi- ja opetustilat	90 %	90 %	
asunnot	90 %	80 %	

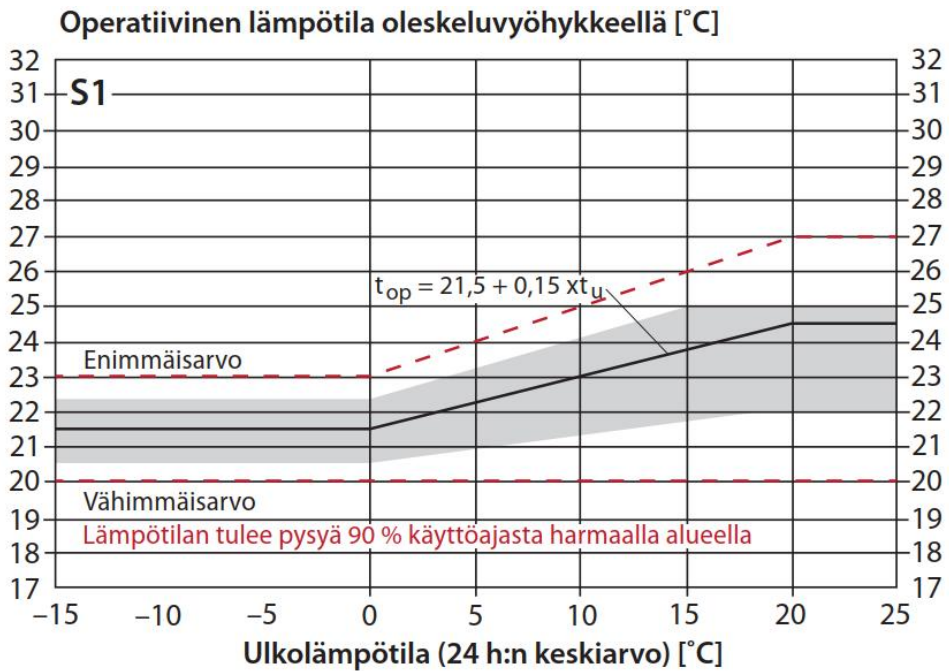
¹⁾ S1-luokassa operatiivisen lämpötilan on oltava tila/huoneistokohtaisesti aseteltavissa välillä $t_{op} \pm 1,5$ °C. Jos samassa huoneessa on useita henkilöitä, käytetään lämpötilan tavoitetasona taulukossa esitettyjä tavoitearvoja.

²⁾ Suluissa asumisterveysasetuksen mukaiset toimenpiderajat.

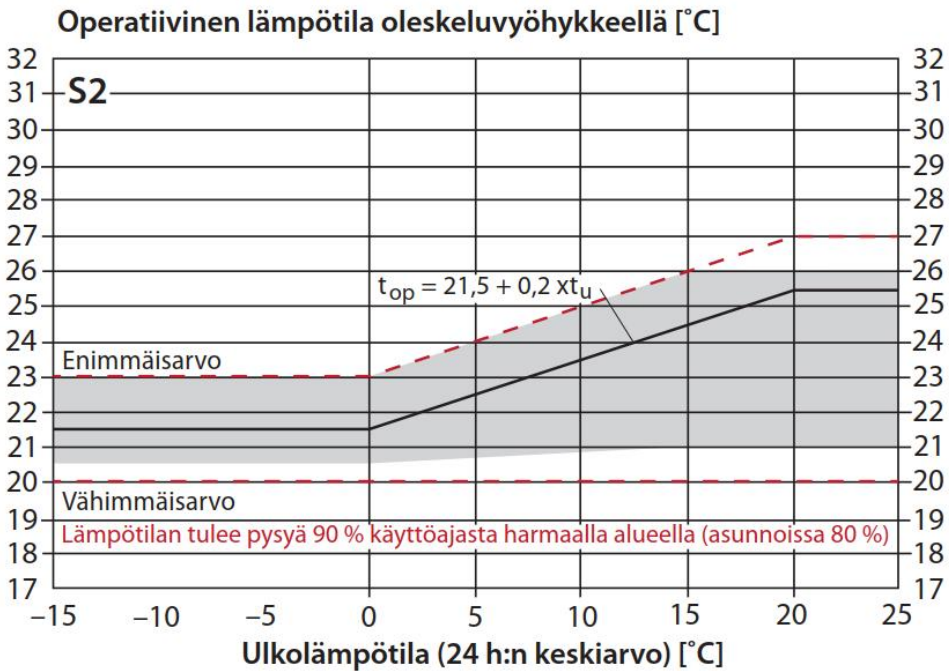
Taulukko 1. Sisäilmastoluokituksen 2018 operatiivisen lämpötilan tavoitearvot eri sisäilmastoluokissa.

Ulkolämpötilalla t_u tarkoitetaan ulkoilman 24 tunnin liukuvaa keskiarvoa lähimmällä säähavaintopaikalla. Tilan käyttäjän toivomuksesta voidaan sisälämpötilan antaa laskea alle tavoitetason tai antaa kesällä nousta yli tavoitetason. Operatiivisen lämpötilan tulee olla tavoitearvon sallitun vaihteluvälin alueella olosuhteiden pysyvyyden edellyttämä aika laskettuna rakennuksen suunnitellusta käyttöajasta. Lämpötilan yhden tunnin liukuva keskiarvo ei saa suunnitellulla käytöllä (mitoitussäällä tarkasteltuna käyttöaikana) alittaa vähimmäis- tai ylittää enimmäisarvoja.

Operatiivinen lämpötila mitataan esimerkiksi nestepatsaslämpömittarilla tai sähköisellä anturilla oleskeluvyöhykkeeltä 1,1 metrin (työpisteessä 0,6 m) korkeudelta standardin SFS EN 12599 mukaisesti. Operatiivisen lämpötilan asemasta voidaan usein tarkastella huonelämpötilaa. Kuitenkin, jos pintojen lämpötilat poikkeavat selvästi ilman lämpötilasta (esim. huonosti eristetty vaippa, 2-lasiset ikkunat, suuret ikkunat, useita ulkoseiniä, lattian alla lämmittämätön tila, auringonsäteily, lattialämmitys, kattolämmitys, jäähdytyskatto), määritetään operatiivinen lämpötila laskemalla se ilman ja pintojen lämpötiloista tai mitaamalla esimerkiksi pallolämpömittarilla standardin SFS EN 12599 mukaisesti.



Kuva 1
S1-luokan tavoitelämpötila-arvot. Tummennettu alue kuvaa tavoitearvoaluetta.



Kuva 2
S2-luokan tavoitelämpötila-arvot. Tummennettu alue kuvaa tavoitearvoaluetta.

10 Sisäilman suhteellinen kosteus

10.1 Tutkimusvälineet

Sisäilman seurantamittaukset suoritetaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden (Tinytag TGU-4500, TV-4500 ja TV-4505) avulla. Käytettyjen mittalaitteiden mittaustarkkuus on ± 3 %RH, kun lämpötila on 25 °C.

10.2 Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Huoneilman kosteus ei saa pitkäkestoisesti olla niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvuston riskiä (Sosiaali- ja terveysministeriö, Asumisterveysasetus 545/2015). Tarkkoja sisäilman suhteellisen kosteuden vaihteluvälin raja-arvoja ei ole asetettu. Huoneilman suhteellisen kosteuden suositeltavana vaihteluvälinä on pidetty 20 – 60%. Tähän vaikuttaa kuitenkin ilmastolliset tekijät, eikä se aina ole saavutettavissa. Talviaikaan kovalla pakkasella sisäilman suhteellinen kosteus saattaa yleensä tippua melko matalalle. Jos sisäilma on erityisen kuivaa (< 20 %) pidemmän ajan, käyttäjät voivat tuntea sen epämiellyttäväksi. Alhaisella huoneilman kosteudella on todettu olevan yhteyttä hengitystieoireisiin.

Sisäilman suhteellista kosteutta tulisi tarkastella kosteuslisänä ulkoilman vallitsevaan kosteuspitoisuuteen verrattuna, tarkasteltaessa kosteuden vaikutusta rakenteisiin. Mikäli kosteuslisä on suurempi kuin 3-4 g/m³, mikrobikasvun riski rakenteissa ja sen pinnoilla lisääntyy (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016).

11 Sisäilman hiilidioksidi

11.1 Tutkimusvälineet

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset suoritetaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden (Tinytag TGE-0010) avulla. Käytetyn mittalaitteen mittaustarkkuus on ± 50 ppm.

11.2 Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyä, jos pitoisuus on suurempi kuin 2100 mg/m³ (1150 ppm) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. (Sosiaali- ja terveysministeriö, Asumisterveysasetus 545/2015). Ulkoilman hiilidioksidipitoisuuden yleisenä arvona voidaan pitää 400 ppm. 1550 ppm pitoisuuden ylittyessä huoneilmassa, toimenpiderajan voidaan katsoa ylittyvän.

Sisäilmastoluokitus 2018:n mukaan hiilidioksidipitoisuuden tavoitearvot ovat eri sisäilmastoluokissa seuraavat, kun ulkoilman hiilidioksiditasona pidetään 400 ppm*:

- S1 < 750 ppm
- S2 < 950 ppm
- S3 < 1200 ppm

*Hiilidioksidipitoisuustavoite koskee ihmisperäistä hiilidioksidia. Olosuhteiden pysyvyyttä tarkastellaan yhden tunnin liukuvan keskiarvon avulla.

Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on riippuvainen sijainnista ja vuodenajasta. Talviaikaan hiilidioksidipitoisuus on kesäaikaan nähden hieman korkeampi, kun kasvillisuus on lumen peitossa. Kaupunkialueella ja liikennöidyillä alueilla hiilidioksidipitoisuus on myös tyypillisesti korkeampi.

Hiilidioksidin suuri pitoisuus sisäilmassa on yleensä viite tilan riittämättömästä ilmanvaihdosta ja voi aiheuttaa tilan käyttäjälle väsymystä, päänsärkyä ja työskentelytehon huononemista.

12 Sisäilman mikrobianalyysit

12.1 Mittauksen suoritus

Näytteenottoajankohdaksi suositellaan talviaikaa, kun ulkoilman sieni-itiö ja sädesienipitoisuudet ovat pienimmillään. Näytteenotossa tulee huomioida mm. lemmikkieläimet, kasvit, käyttötapa ja käyttäjät. Näytteenotopisteen ei tulisi sijoittua tulo- tai poistoilmapäätelaitteiden välittömään yhteyteen. Mikäli näytteitä otetaan talvikauden ulkopuolella tai leudolla kelillä, tulee ulkoilmasta ottaa vähintään yksi ulkoilman vertailunäyte.

12.2 Tutkimusvälineet

Sisäilman mikrobinäytteidenottoon käytetään 6-vaiheimpaktoria (ns. Andersen-keräin). Ilmanäytteen keräyksessä käytettiin kolmea eri kasvatusalustaa.

12.3 Viitearvot

Terveysperusteisia raja-arvoja sisäilman sieni-itiöpitoisuuksille ei toistaiseksi ole olemassa. Analyysivastauksessa sisäilman elinkykyisten mikrobien määrä ilmoitetaan yksikössä pmy/ m³ (pesäkkeen muodostava yksikkö / kuutiometri). Vieraskielinen vastine yksikölle pmy on cfu.

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa (Valvira 8/2016) annettujen tulkintaohjeiden mukaan taa-jamassa sijaitsevien asuinrakennusten sisäilman sieni-itiöpitoisuudet yli 100 pmy/m³ talviaikana viittaavat mikrobilähteeseen sisäiloissa. Poikkeava mikrobilajisto viittaa mahdolliseen kosteusvaurioon. Yksittäisten kosteusvaurioon viittaavien mikrobien esiintyminen pieninä pitoisuuksina on kuitenkin normaalia. Suuri bakteeripitoisuus (yli 4500 pmy/m³) on useimmiten osoitus puutteellisesta ilmanvaihdosta.

Toimistorakennuksissa sisäilman sieni-itiöpitoisuudet yli 50 pmy/m³ ja aktinomykeettipitoisuus (sädesieni-itiöpitoisuus) yli 5 pmy/m³ talviaikaan viittaavat mikrobilähteeseen sisäiloissa. Suuri bakteeripitoisuus yli 600 pmy/m³ viittaa riittämättömään ilmanvaihtoon rakennuksessa (Salonen H.y.m. Atmospheric Environment 2007, 41:6797-6807).

Koulurakennusten sisäilman sieni-itiöpitoisuudet ovat yleensä pienempiä kuin asuntojen sisäilman pitoisuudet, yleensä alle 50 pmy/m³. Vauriutiloissa talviaikaiset pitoisuudet ovat usein 50...500 pmy/m³. Vaurion varmistamiseksi tarvitaan myös rakennusteknisiä selvityksiä. Koulujen sisäilmassa esiintyy yleisimmin Penicilliumia, hiivoja, Cladosporiumia ja Aspergillusta. Kuitenkin yli 10 pmy/m³ Cladosporium-pitoisuudet talviaikana ovat epätavallisia. Indikaattorimikrobeina pidetään mm. Aspergillus versicoloria, Eurotiumia, Trichodermaa, Stachybotrysta, Wallemiaa ja aktinomykeettejä. Suuret bakteeripitoisuudet (> 4500 pmy/m³) luokkatiloissa antavat viitteitä puutteellisesta ilmanvaihdosta (Valvira 8/2016).

Myös yksittäisen kosteusvaurioon viittaavan mikrobilajin esiintyminen useassa asunnon eri tilassa otetussa näytteessä tai toistuvasti eri mittauskerroilla on tavanomaisesta poikkeavaa (valvira 8/2016, kohta 3,8 sisäilman mikrobilajisto ja indikaattorit, osa iv).

Vaurion varmistamiseksi tarvitaan asunnoissa ilmanäytteiden lisäksi aina myös rakennusteknisiä selvityksiä. Yksinomaan ilmanäytteiden tavanomaisen tuloksen perusteella ei voida sulkea pois rakenteiden mikrobivaurion mahdollisuutta, eikä sisäilmanäytteitä voida siten käyttää osoittamaan tutkittavan tilan olevan kunnossa. (valvira 8/2016, kohta 3,7 sisäilman mikrobilajisto ja indikaattorit, osa iv).

Lumettomana vuodenaikana sisäilmanäytteiden mikrobipitoisuuksia verrataan ulkoilmapitoisuuksiin ja lajistoon. Tilanne tulkitaan tavanomaiseksi, mikäli sisäilman sieni-itiö- ja aktinomykeettipitoisuudet ovat pienempiä kuin ulkoilman pitoisuudet ja lajisto on samankaltainen (Bioaerosols: Assessment and Control 1999).

Tarkemmat tutkimusmenetelmät on esitetty laboratorion analyysivastauksessa.

13 Materiaalien mikrobianalyysit

Tutkimuksella selvitetään, onko tutkitun rakenteen materiaalinäytteissä poikkeavaa mikrobikasvustoa.

13.1 Materiaalinäytteenotto

Materiaalinäytteet kerätään suljettaviin muovipusseihin. Materiaalinäytteidenottoon käytetyt välineet puhdistetaan ennen jokaista näytteenottoa aseptisesti.

13.2 Tulosten tulkinta suoraviljelymenetelmällä

Suoraviljelymenetelmän tulokset ilmoitetaan käyttäen + -asteikkoa seuraavasti:

- = ei mikrobeja

+ = 1-19 pesäkettä (niukasti mikrobeja)

++ = 20-49 pesäkettä (kohtalaisesti mikrobeja)

+++ = 50-199 pesäkettä (runsaasti mikrobeja)

++++ ≥ 200 pesäkettä (erittäin runsaasti mikrobeja)

Yllä mainittua asteikkoa käytetään sekä mikrobien kokonaismäärän, että tunnistettujen mikrobien määrän arvioimiseen. Jos homeiden ja hiivojen ja aktinomykeettien kokonaismäärät ovat pieniä (-/+//++), lasketaan ja ilmoitetaan kosteusvaurioindikaattorien pesäkemäärä.

Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun suoraviljelyllä materiaalinäytteessä havaitaan elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinomykeettejä runsaasti (+++/++++).

Suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon silloin, kun mikrobeja on kohtalaisesti tai niukasti, mutta lajistossa on kosteusvaurioindikaattoreita.

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Valvira, 8/2016). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

14 Materiaalien VOC-emissiot (BULK)

Tutkimuksella on tarkoitus selvittää materiaalinäytteestä emittoituvien päästöjen määrää, jolla selvitetään tilassa olevien VOC-päästöjen lähdettä.

14.1 Tutkimusmenetelmä

Tutkittavasta pintarakenteesta otetaan materiaalinäyte (esim. tasoite, liima, muovimatto), joka kääritään folioon ja toimitetaan laboratorioon analysoitavaksi. Suositeltavaa on, että yhteen näytteeseen toimitetaan vain yhtä materiaalia.

14.2 Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Saatuja tuloksia verrataan Työterveyslaitoksen asettamiin viitearvoihin. Viitearvot perustuvat Työterveyslaitoksen asiakas- ja seurantanäytteiden BULK-emissioihin. Emitoituvien päästöjen määrä kerrotaan yksikössä $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$.

PVC, jossa pehmittimenä DEHP	
TVOC	200
2-Etyyli-1-heksanoli	70
PVC, jossa pehmittimenä DINCH, DINP tai DIDP	
TVOC	500
2-Etyyli-1-heksanoli	50
C ₉ -alkoholit	320
Tasoiitteet ja betonit	
TVOC	50
2-Etyyli-1-heksanoli	40
Linoleum	
TVOC	650
Propanihappo	100

Taulukko 4. Työterveyslaitoksen esittämät viitearvot BULK-emissioista (Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin, 27.2.2017)

Tarkemmat tutkimusmenetelmät esitetään laboratorion analyysivastauksessa.