

Rajakaaren monitoimitila

Kiljavantie 2, 05200 Rajamäki

Sisäilma-, rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus
28.9.2019

Työnro 31 11346.18

RTA Saija Korpi
DI Jokinen Eeva
Rkm Timo Ekola



Tiivistelmä

Tutkimuksen kohteena oli Rajamäellä, osoitteessa Kiljavantie 2 sijaitseva Rajakaaren monitoimirakennus. Rakennus on valmistunut vuonna 1964 Oy Alko Ab:n koulutus- ja harrastusrakennukseksi. Rakennuksessa on suoritettu korjaus- ja tilamuutostöitä vuosina 1988, 1996 – 1997, 1999 ja 2012. Nykytilanteessa rakennuksen luokkatiloissa on lukio-opetusta ja liikuntasali, alakerran liikunta- ja harrastetilat palvelevat yleisesti myös alueen harrastustoimintaa. Rakennuksen opetustiloissa, pohjakerroksen luokkatiloissa ja osin yläkerran luokkatiloissa, 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-, välipohja-, ulkoseinä- ja yläpohjarakenteiden toteutustapaa ja kuntoa. Rakenteiden kunnan selvittämisessä käytettiin apuna kosteusmittauksia, rakenneavauksia, mikrobinäytteenottoja sekä merkkiainekokeita rakenteiden tiiveyden selvittämiseksi. Lisäksi tarkasteltiin sisätilojen painesuhteita ulkoilmaan nähden ja tiloissa mahdollisesti esiintyvien teollisia mineraalikulitujen pitoisuuksia kahden viikon aikana tasopinnoille laskeutuvasta pölystä. Sisäilmaolosuhteita (lämpötila, kosteus, hiilidioksidi) seurattiin jatkuvatoimisin ja tallentavin mittalaittein yhden viikon ajan, lämpötila ja hiilidioksidimittaukset toistettiin lisäksi syksyllä koulun tilojen ollessa normaalikäytössä. Alakattojen päällystysten puhtautta tarkasteltiin aistinvaraisesti.

Merkittävimpinä sisäilman laatua heikentävinä tekijöinä voidaan pitää pohjakerroksen alapohjan puulattiarakenteisiin tiloissa K20 ja K17 muodostuneita kosteus- ja mikrobivaurioita, maanpainesienien lämmöneristeisiin muodostuneita kosteus- ja mikrobivaurioita sekä liikuntasalin välipohja-, seinä- ja yläpohjarakenteisiin muodostuneita kosteus- ja mikrobivaurioita. Rakenneavaushavaintojen ja merkkiainekokeiden perusteella puurakenteiset alapohja-, välipohja-, ulkoseinä- ja yläpohjarakenteet eivät ole ilmatiiviä, minkä seurauksena ilmavuotoja tapahtuu eristetilojen kautta sisäilmaan päin. Merkittävästi sisäilman laatuun vaikuttaa myös tuloilmakoneiden TK1 ja TK2 palvelualueella (alakerran luokkatilat ja liikuntasali) tuloilman siirtoyhteys maapohjaisen kammiotilan kautta. Lisäksi edellä mainittujen tuloilmakoneiden kammioissa havaittiin sisäilman laatua heikentäviä epäpuhtauksia ennen ja jälkeen tuloilmasuodattimien.

Todettujen vaurioiden pääasiallisimpina syinä ovat kaarihalliosalla vesikatteen ja kattokaivojen liittymien vuodoista aiheutuneet vauriot yläpohja- ja välipohjarakenteisiin. Kaarihalliosalla sisäpuolelta puukoolatut ja eristetyt ulkoseinät ovat vaurioituneet ikkunaliittymien vuotojen ja sokkelin alkuperäisen vedeneristeen ikääntymisen seurauksena. Pohjakerroksen puulattiarakenteisiin sekä maanpainesieniin muodostuneet vauriot ovat aiheutuneet puutteellisen ulkopuolisen kosteudenhallinnan ja alkuperäisten vedeneristeiden ikääntymisen seurauksena. Rakennuksen (tiili-villa-tiili tai tiili-korkki-betoni) ulkoseinärakenteiden lämmöneristeisiin on muodostunut yksittäisiä paikallisia mikrobivaurioita puutteellisesti tuulettuvan rakenteen ja ulkopuolisen kosteusrasituksen seurauksena.

Rakennuksen lämpö-, kosteus- ja hiilidioksiditasot ovat normaaleiksi katsottavalla tasolla sekä painesuhteet sisä- ja ulkoilman välillä ovat normaalitasolla.

Merkittävimmät korjaustoimenpiteet tulevat kohdistumaan kaarihalliosan yläpohja-, ulkoseinä ja välipohjarakenteisiin, muilta osin pohjakerroksen puurakenteisiin alapohjarakenteisiin sekä vaurioituneisiin maanpainesieniäosuksiin. Ulkopuolista kosteudenhallintaa tulee parantaa sekä tuloilmakoneiden TK1 ja TK2 raitisilmanottokanavoiteja tulee muuttaa.

Rajakaaren monitoimitila

SISÄLLYSLUETTELO

1	Yleistiedot	5
1.1	Tutkimuskohde	5
1.2	Tilaaaja	5
1.3	Vastuuhenkilöt ja tutkimuksen suorittajat	5
1.4	Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus	5
1.5	Tutkimuksen ajankohta	5
2	Kohteen yleiskuvaus	6
3	Lähtötiedot	7
3.1	Tilaaajan luovuttamat lähtötiedot	7
3.2	Tutkimuksen aikana saadut tiedot	7
3.3	Tiedossa oleva korjaushistoria	7
3.4	Aikaisempien tutkimusten tulokset	8
4	Tutkimusmenetelmät	8
5	Rakenneteknisten tutkimusten tulokset	8
5.1	Piha-alueet, sadevesi- ja salaojajärjestelmät	8
5.1.1	Sijainti ja rakenne	8
5.1.2	Havainnot	8
5.1.3	Johtopäätökset	12
5.1.4	Toimenpide-ehdotukset	12
5.2	Perustukset ja maanvastaiset seinärakenteet	12
5.2.1	Sijainti ja rakenne	12
5.2.2	Havainnot	13
5.2.3	Kosteusmittaukset	14
5.2.4	Johtopäätökset	16
5.2.5	Toimenpide-ehdotukset	16
5.3	Alapohjarakenteet	17
5.3.1	Sijainti ja rakenne	17
5.3.2	Havainnot	17
5.3.3	Kosteusmittaukset	20
5.3.4	Mikrobianalysit	21
5.3.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	21
5.3.6	Toimenpide-ehdotukset	22
5.4	Julkisivut; ulkoseinät, ikkunat ja ovet	22
5.4.1	Sijainti ja rakenne	22
5.4.2	Havainnot	22
5.4.3	Kosteusmittaukset	31
5.4.4	Mikrobianalysit	32
5.4.5	Merkkiainekokeet	33
5.4.6	Johtopäätökset	34
5.4.7	Toimenpide-ehdotukset	34
5.5	Välipohjarakenteet	35
5.5.1	Sijainti ja rakenne	35

5.5.2	Havainnot.....	35
5.5.3	Kosteusmittaukset.....	38
5.5.4	Mikrobianalyysit	38
5.5.5	Johtopäätökset.....	38
5.5.6	Toimenpide-ehdotukset	38
5.6	Väliseinät ja sisäpuoliset pintarakenteet	39
5.6.1	Sijainti ja rakenne.....	39
5.6.2	Havainnot.....	39
5.6.3	Mikrobianalyysit	40
5.6.4	Johtopäätökset.....	40
5.6.5	Toimenpide-ehdotukset	40
5.7	Yläpohjat ja vesikatot	40
5.7.1	Sijainti ja rakenne.....	40
5.7.2	Taustatietoja	41
5.7.3	Havainnot.....	41
5.7.4	Mikrobianalyysit	48
5.7.5	Johtopäätökset.....	49
5.7.6	Toimenpide-ehdotukset	49
6	Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimusten tulokset	49
6.1	Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus ja havainnot, taustatiedot.....	49
6.2	Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus	51
6.3	Johtopäätökset.....	54
6.4	Toimenpide-ehdotukset.....	54
7	Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset	54
7.1	Paine-ero.....	54
7.1.1	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	55
7.2	Hiilidioksidipitoisuus	55
7.2.1	Johtopäätöksen ja toimenpide-ehdotukset	56
7.3	Sisäilman lämpötila	56
7.3.1	Johtopäätöksen ja toimenpide-ehdotukset	57
7.4	Sisäilman suhteellinen kosteus.....	58
7.4.1	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	59
7.5	Teolliset mineraalikulut ja pölyt	59
7.5.1	Johtopäätökset.....	59
7.5.2	Toimenpide-ehdotukset	59
7.6	Haitta-aineet.....	59
8	Altistumisolosuhteiden arviointi.....	60
9	Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä	61
9.1	Johtopäätökset.....	61
9.2	Suosittelavat jatkotoimenpiteet	61
9.3	Käytönaikaista toimintaa turvaavat toimenpiteet.....	62
9.4	Korjaussuunnittelussa ja -työssä huomioitavaa	62
10	Päiväys ja allekirjoitukset.....	63

LIITTEET:

- Liite 1 Pohjapiirustukset
- Liite 2 Olosuhdemittausten kuvaajat
- Liite 3 Rakennetyypit
- 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:	Rajakaaren monitoimitila
Osoite:	Kiljavantie 2, 05200 Rajamäki
Tehtävä:	Sisäilma-, rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus
Työnumero:	31 11346.18

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 Jokinen Eeva Rkm Timo Ekola RI Irmeli Nutikka

1.4 Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus

Rajakaaren monitoimirakennuksessa toimii lukio ja lisäksi rakennuksen tiloissa on myös paljon iltakäyttöä. Koulun henkilökunnalla on esiintynyt rakennukseen liitettävää oireilua, jota on esiintynyt erityisesti kellarikerroksen luokkatiloissa sekä ensimmäisen kerroksen kuvaamataidon luokassa. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää tutkittavien tilojen nykyistä rakenteiden kosteusteknistä kuntoa ja toteutustapaa sekä sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä. Tutkimukset koskivat Rajakaaren koko rakennusta.

1.5 Tutkimuksen ajankohta

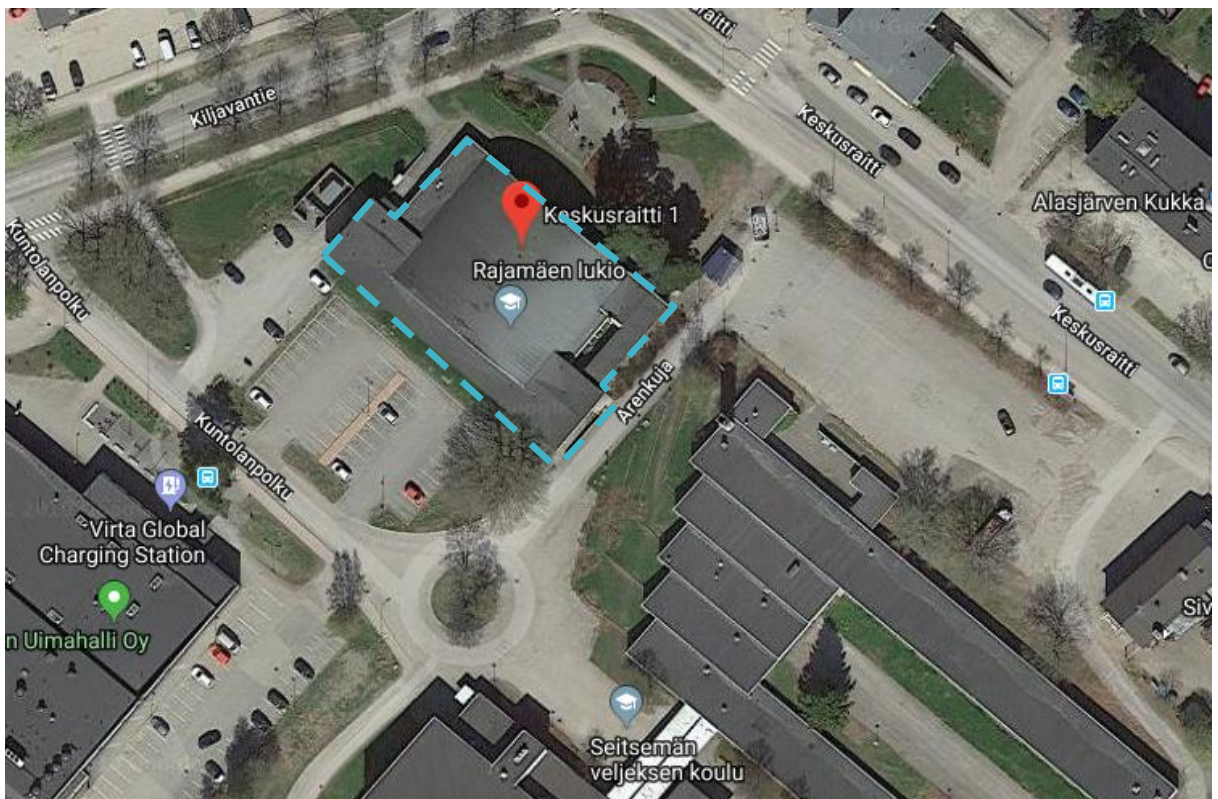
Tutkimuksia suoritettiin touko-heinäkuussa 2019. Vesikatteiden rakenneavaukset suoritettiin elokuussa 2019.

Jatkuvatoimiset olosuhdemittaukset (paine-erot, sisäilman lämpötila, kosteus ja hiilidioksidipitoisuus) suoritettiin toukokuussa, jolloin opetus oli koeviikkojen ym. syiden vuoksi normaalista poikkeavaa. Tämän vuoksi sisäilman lämpötilan, suhteellisen kosteuden ja hiilidioksidipitoisuuden mittaukset päätettiin uusiksi syyskuussa 2019 normaalikäytön aikaisen tilanteen selvittämiseksi.

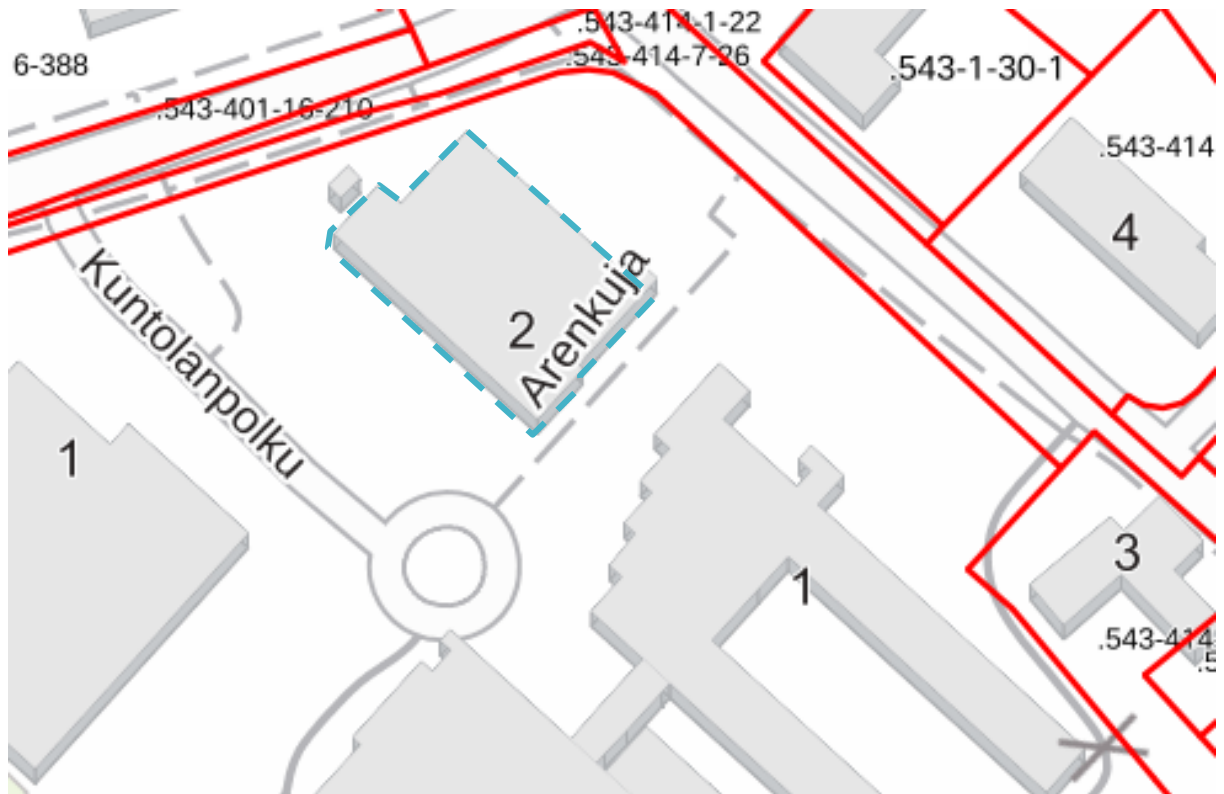
2 Kohteen yleiskuvaus

Arkkitehti Einari Teräsvirran suunnitteleman Rajakaaren monitoimitila on valmistunut Oy Alkoholiliike Ab:n koulutus- ja harrastusrakennukseksi vuonna 1964. Rakennuksen tilat ovat olleet alusta alkaen vie-reisen koulun käytettävissä. Rakennuksen julkisivut ovat pääosin alkuperäiskuntoiset, mutta sisätiloissa on tehty muutoksia tilojen käyttötarkoituksiin ja huonejakoihin. Ensimmäisessä kerroksessa sijainneet keittiötilat on muutettu 1990-luvun lopulla opetustiloiksi. Kellarikerroksen kurssi- ja opetustilat ovat nyky-ään koulukäytössä. (Lähde: Arkkitehdit Mustonen Oy, http://www.arkkitehditmustonen.fi/lataa_pdf/158_Rajakaari.pdf)

Pääasiallinen rakennusmateriaali	Betoni, tiili
Rakennusvuosi	1964
Peruskorjaus, korjaukset	1988, 1996 – 1997, 1999, 2012
Kerros-luku	2
Pinta-ala	3 150 m ²
Tilavuus	12 560 m ³
Perustamistapa	Teräsbetonianturat ja pilarianturat (osin
teräsbetonipaalut)	
Ilmanvaihtojärjestelmät	Koneellinen tulo-poisto LTO:illa
Lämmitys-järjestelmät	Kaukolämpö, lämmönjako vesikiertoisilla pattereilla



Kuva 1
Tutkinta-alue rajattuna (Lähde: Google Maps)



Kuva 2
Tutkinta-alue korostettuna kuvassa (Lähde: Paikkatietoikkuna)

3 Lähtötiedot

3.1 Tilaaajan luovuttamat lähtötiedot

- Pohjapiirustukset, Insinööritoimisto Kimmo Kaitila Oy, 7.5.2012
- Rakennepiirustus, kellarin käytävän rakenteita, Insinööritoimisto Kimmo Kaitila Oy, 7.5.2012
- Yksittäisiä rakenneleikkauspiirustuksia, Einari Teräsvirta Arkkitehti SAFA, 1961

3.2 Tutkimuksen aikana saadut tiedot

Henkilökunnalta saadut havainnot ja mahdolliset oireilua aiheuttavat tilat.

3.3 Tiedossa oleva korjaushistoria

Saatujen lähtötietojen mukaan rakennus on otettu käyttöön vuonna 1964. Rakennuksessa on suoritettu perusparannuksia ja muita korjauksia vuosien varrella useampaan otteeseen. Viimeisimmän perusparannuksen yhteydessä (vuosi 2012) on uusittu ainakin:

- Ilmanvaihtojärjestelmät pääosin
- Kellarikerroksessa alapohjarakenteita mm. käytävien ja pukuhuoneiden osalla
- Pintarakenteita luokkatiloissa ja opettajanhuoneessa
- Rakennuksen sisäistä salaojitusta kellarikerroksen luokkatilakäytävällä

3.4 Aikaisempien tutkimusten tulokset

Tiedossa ei ole aikaisempien tutkimusten tuloksia.

4 Tutkimusmenetelmät

Tässä tutkimuksessa on käytetty seuraavia tutkimusmenetelmiä:

- Pintakosteuskartoitus (pistokokeenomaisesti lattiapinnat ja ulko- ja väliseinien alaosat)
- Rakenneavaukset (ulkoseinät ja ikkunaliittymät, alapohjat, välipohja, yläpohja)
- Materiaalinäytteiden mikrobianalyysi, yhteensä 53 kpl
- Rakenteiden tiiveyskoe (merkkiainetutkimus, ulkoseinärakenne liittymiseen)
- Pinnoille laskeutuneen pölyn tutkimukset
 - Pölyn mineraalikuitujen laskenta (14 vrk), 7 kpl
- Tuloilmakanavien pöly ja puhtaus
 - Aistienvaarainen puhtauden tarkistus
 - Pölyn koostumus/laatu 3 kpl
- Pitkäaikaiset paine-eromittaukset
 - Sisätilan ja ulkoilman välinen paine-ero yhteensä seitsemästä eri huonetilasta
- Pitkäaikaiset lämpötilan, suhteellisen kosteuden ja hiilidioksidin seurantamittaukset
 - Sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaus yhteensä seitsemästä eri huonetilasta
 - Sisäilman hiilidioksiditasojen mittaus yhteensä kahdeksasta eri huonetilasta

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

5 Rakenneteknisten tutkimusten tulokset

5.1 Piha-alueet, sadevesi- ja salaojajärjestelmät

5.1.1 Sijainti ja rakenne

Rakennuksen ympärille asennetusta salaojajärjestelmästä tai kattovesiviemäröintijärjestelmästä ei ollut tutkimusten aikana käytettävissä alkuperäisiä suunnitelma-asiakirjoja. Vuonna 2012 suunnitellun saneeraus- yhteydessä rakennepiirustuksessa (RAK 1116-R-203, päiväys 07.05.2012, Insinööritoimisto Kimmo Kaitila) on kellarin käytävän salaojat esitetty.

5.1.2 Havainnot

Rakennus sijaitsee rinteessä siten, että rakennuksen kellarikerros on rinteeseen juurella kokonaan maanpinnan yläpuolella. Rinteeseen ala- ja yläpuolella maanpinta on tasainen rakennuksen vierustalla, eikä pintavesiä ole ohjattu maanpinnan kallistuksin pois rakennuksen vierustalta. Rakennuksen molemmilla sivuilla, maanpinta viettää alaspäin seinustan suuntaisesti. Idän puoleisella seinustalla kellarikerroksen sisäänkäynnin edustalle on rakennettu pengerrys, johon osa pintavesistä ohjautuu. Kyseisessä kohdassa rakennuksen sisäpuolella havaittiin kuoriverhouksen taustan lämmöneristeissä, alapohjaeristeissä sekä alapohjan puukoolauksissa kosteus- ja mikrobivaurioita.

Toisen kerroksen tasalla rakennuksessa on myös pieni sisäpiha. Sisäpihalle on järjestetty liikuntasalin kaaren päältä tulevien kattovesien ylivuotosuoja, joka on saatujen tietojen mukaan toiminnassa kovalla sateella. Sisäpihalta katon ylivuotovedet ja pintavedet imeytyvät maahan ja lisäävät rakennuksen maanvastaisille rakenteille kohdistuvaa kosteusrasitusta.

Pintavedet on ohjattu pihalla oleviin sadevesikaivoihin vain osittain, suurimman osan imeytyessä maahan rakennuksen vierustalle. Piha-alueet ovat pääosin nurmi- tai asfalttipintaisia. Rakennuksen lounaispuolella nurmialueella on rakennuksen vierustalla painaumia, joihin pinta- ja sulamisvesiä voi kerääntyä. Havaintojen perusteella alueella on aiemmin maanpinta ollut nykyistä tasoa korkeammalla. Sokkelien / perusmuurien ulkopinnoilla ei ole havaittavissa ulkopuolista vedeneristystä.



Kuva 3
Rakennus sijaitsee rinteessä ja kellarikerros on osittain maan alla. Rakennuksen ympärillä piha-alueet ovat pääosin nurmi- tai asfalttipintaisia.



Kuva 4
Rakennuksen lounaispuolella (pysäköintialueen puoli) kellarikerros on kokonaan maanpinnan yläpuolella. Maanpinnan kaadot ovat rakennuksen vierustalla tasaiset ja seinänvierustalla on osin painanteita johon pintavesiä voi kerääntyä. Sokkelista tehtyjen havaintojen perusteella ulkopuolinen maanpintataso on ollut nykyistä tasoa n 200 mm korkeammalla → kosteusrasitus



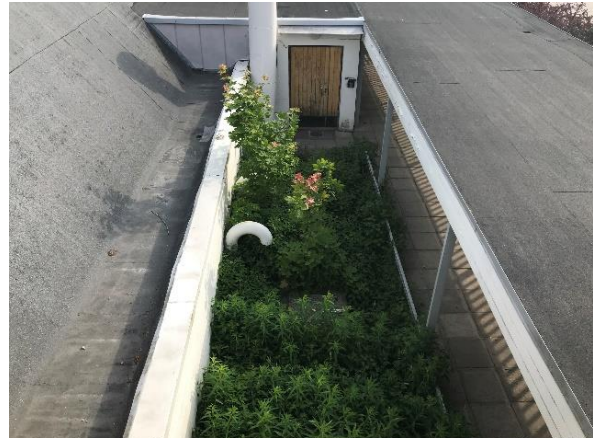
Kuva 5
Rakennuksen itäseinustalla sisäänkäynnin yhteyteen on rakennettu pengerrys.



Kuva 6
Pintavedet pääsevät kerääntymään pengerrykseen, jolloin maanvastaisille seinärakenteille kohdistuva kosteusrasitus on suuri. Taustalla olevan oppilaskunnan huonetilan maanvastaisen ulkoseinän eristetilään ja puurakenteiseen alapohjarakenteeseen muodostunut kosteusvaurioita ulkopuolisen kosteuden seurauksena.



Kuva 7
Rakennuksen itäpuolella paljon isoja pensaita.



Kuva 8
Rakennuksen sisäpihalle ohjautuu kaaren päältä ylipadottavat kattovedet.



Kuva 9
Rakennuksen ylärinteen puolella kasvaa suuria mäntyjä, jotka lisäävät vesikatteen huoltotarvetta (puhdistus)



Kuva 10
Rakennuksen pohjoispuolella, rinteen yläpäässä maanpinta viettää rakennuksen vierustalla aavistuksen rakennukseen päin.

Rakennuksen ympärille tai sisälle asennetuista salaojista voitiin tehdä yksittäisiä havaintoja mm. etupi-han puolen luokkahuonetilan K06 kohdalta, Käytävältä K05A, käytävältä K34 ja Tanssisalista K50B. Käytävällä K05 A on v 2012 saneerauksessa uusittu salaoja ja sen muovinen tarkastuskaivo. Samassa käytävätilassa on myös alkuperäinen betonirengaskaivo, johon on johdettu tiilisalaojia. Käytävällä K34 ja tanssisalissa K50 on betonirengaskaivot, joihin on johdettu alkuperäisiä tiilisalaojia. Salaojien kokonaisvaltaista olemassaoloa tai toimivuutta ei voitu tutkimusten yhteydessä arvioida. Havaintojen perusteella ainakin linjaväli Tanssisalista K50B käytävälle K34 on toimimaton, koska tanssisalin kaivossa vesipinta on salaojaputken alapinnan tasoa korkeammalla.



Kuva 11
Pohjakerroskäytävä K05A luokkahuoneiden edustalla.
Käytävällä sijaitsee ko. käytäväalueelle uusitun salaojan tarkastuskaivo.



Kuva 12
Kuva edellisestä salaojan tarkastuskaivosta.



Kuva 13
Pohjakerroskäytävä K05A luokkahuoneiden edustalla.
Käytävällä sijaitsee vanha kaivorakenne, johon on liitetty alkuperäisiä tiilisiä salaojaputkistoja. Salaojituksen toimivuutta ei voitu todentaa.



Kuva 14
Salaojan tarkastuskaivo tanssisalissa K50B. Tarkastuskaivossa vesipinta n. 300 mm lattiapinnasta. Kaivosta lähtee alkuperäinen tiilisiä salaojaputki. Salaojaputki veden peitossa, salaojitus ei toimi suunnitellusti.



Kuva 15
Käytävällä K34 sijaitseva salaojan tarkastuskaivo. Kaivoon johdettu tanssisalista K50B salaoja, joka ei toimi.



Kuva 16
Perusvesikaivo piha-alueella luokkatilan K06 edustalla. Kaivoon on liitetty salaojaputkia rakennuksen alta.



Kuva 17
Huonetilan K17 ulkokulmauksessa sijaitseva tarkastuskaivo.

5.1.3 Johtopäätökset

Rakennuksen maanvastaisiin seinärakenteisiin kohdistuva kosteusrasitus on paikoin erittäin merkittävää. Maanvastaisten seinärakenteiden vedeneristys on alkuperäiskuntoinen (sokkelin sisäpuolinen bitumieristys) ja sen vedeneristävyyskyky on heikentynyt. Kosteus voi päästä siirtymään maaperästä rakenteisiin. Olemassa oleva kosteusvaurio todettiin rakennuksen itäseinustalla, jossa sisäänkäynnin yhteydessä on ulkoseinälinjalle toteutettu pengerrys. Pengerrys padottaa pintavesiä todennäköisesti seinärakennetta vasten, jolloin vesi pääsee kulkeutumaan myös seinärakenteeseen ja alapohjaan. Pintavesien ohjaus on koko rakennuksen osalla myös pääosin puutteellinen. Vesikatoilla on pääasiallisesti sisäinen vedenpoisto, joka tutkintahetken arvioiden perusteella toimii suunnitellusti.

Rakennuksen ympärillä ja sisällä on salaojia, jotka ovat osin uusittuja muovisalaojia ja osin alkuperäisiä tiilisalaojia. Salaojituksen kattavaa olemassaolo ja toimintaa ei tutkimuksen yhteydessä voitu todentaa. Osa alkuperäistä salaojajärjestelmistä on toimimattomia.

5.1.4 Toimenpide-ehdotukset

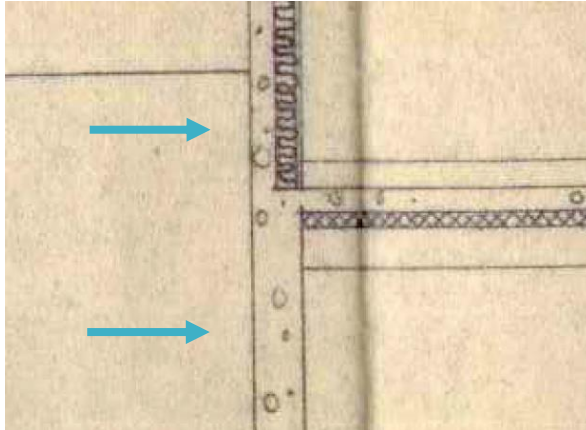
Rakennuksen ulkopuolisen kosteudenhallinnan parantamiseksi tulee kaikki maanvastaiset seinärakenteet vedeneristää ulkopuolelta ja rakennuksen salaojitus ainakin vanhimmilta osiltaan (tiilisalaojitus) uusia. Salaojajärjestelmän asennuksessa tulee huomioida myös sisäpihan alue ja lisäksi itäpäädyn sisäänkäynnin viereisen pengerryksen vedenpoisto. Maankaivuutöiden yhteydessä tulee asentaa myös toimiva sadevesijärjestelmä, johon rakennuksen ympärystän pintavedet ohjataan hallitusti. Pintavesien ohjaamiseksi maanpinnan kallistukset tulee olla rakennuksesta poispäin. Sadevesi- ja salaojajärjestelmät tulee huoltaa ja puhdistaa säännöllisesti.

5.2 Perustukset ja maanvastaiset seinärakenteet

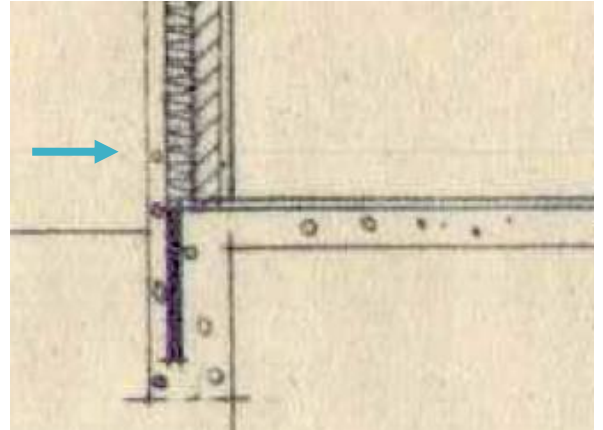
5.2.1 Sijainti ja rakenne

Saatujen lähtötietojen mukaan on mahdollista, että rakennus on ainakin osittain perustettu teräsbetonipaaluhihin tukeutuvana paaluperustuksena. Käytössä olleissa, alkuperäisissä rakenneleikkauskuvissa perustustapana on esitetty maanvaraiset, jatkuvat teräsbetonianturat. Vuoden 2012 kellarin käytävän rakenteita esittävässä rakennepiirustuksessa (Kimmo Kaitila Oy, 7.5.2012) on kuitenkin esitetty teräsbetoninen paaluantura.

Rakennuksessa on kellarikerros kahdessa eri tasossa, joista alempi taso sijaitsee kokonaan maanpinnan alla. Seinärakenteet on alkuperäisten suunnitelmien mukaan toteutettu pääosin betonirakenteisina. Osa maan alle menevistä seinärakenteista on toteutettu suunnitelmien mukaan myös sisäpuolelta mineraalivillalla eristettynä, levyverhottuna rakenteena (liikuntahalliosan ja varastojen ulkoseinät). Rakennuksen molemmissa päädyssä (kaakkois- ja lounaispäädyt) osittain maan alle jatkuvana seinärakenteena on käytetty betoni-villa-tiili-rakennetta, jossa kantava teräsbetonirakenne on ulkokuorena. Maanvastaisten seinärakenteiden ja ulkoseinärakenteiden sijaintipiirustus on esitetty luvussa 5.4. *Julkisivut; ulkoseinät, ikkunat ja ovet*, kuvat 47 ja 48.



Kuva 18
Maanvastaisena seinärakenteena on pääosin käytetty massiivibetonia. Osa maanpinnan alapuolelle jäävistä rakenteista on toteutettu myös sisäpuolelta lämmöneristettynä, levyverhottuna rakenteena.



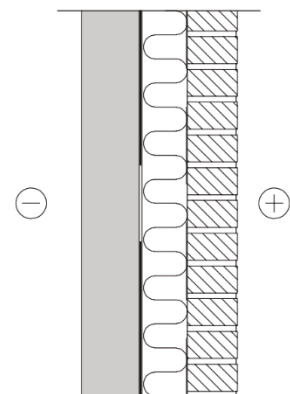
Kuva 19
Rakennuksen molemmissa päädyissä (kaakkois- ja lounaispäädyt) osittain maan alle jäävässä seinärakenteessa on käytetty betoni-villa-tiili-rakennetta.

5.2.2 Havainnot

Kohteessa tehtyjen havaintojen perusteella maanvastaiset seinärakenteet vastaavat pääosin alkuperäisiä suunnitelmia. Maanvastaisten tai osittain maanvastaisten seinärakenteiden rakennetta tarkasteltiin yhteensä viiden rakenneavauspisteen kautta (US1 – US3, US10, US24). Maanvastaisissa seinärakenteissa pääasiallisena rakenteena on sisäpuolelta vedeneristetty teräsbetoninen ulkokuori ja sisäkuorena tiiliverhoitus. Rakenteiden välistä ilmatilaa ei ole lämmöneristetty.

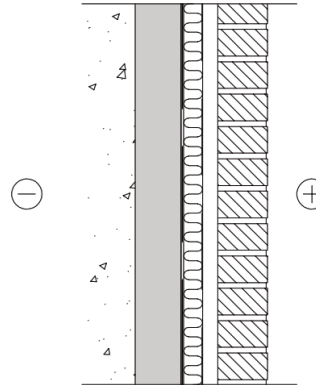
Rakennuksen itä- ja länsipäädyissä, joissa kellarikerroksen seinät ovat osittain maanalla, maanvastaisen seinän rakenne on seuraava ulkoa sisälle päin lueteltuna (US2, US3, US10):

- betoni 150 mm
- bitumisively
- mineraalivilla ~110 mm
- tervapaperi
- tiili 130 mm



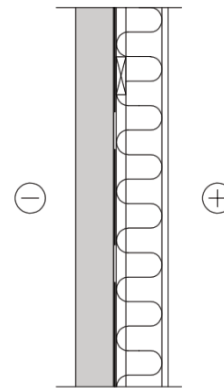
Rakennuksen kellarikerroksen ampumaradalle johtavassa porrashuoneessa K138 ulkoseinärakenne on seuraava ulkoa sisälle päin lueteltuna (US1):

- maatyttö
- betoni
- bitumisively
- mineraalivilla 50 mm
- tervapaperi
- ilmaväli 40 mm
- tiili 130 mm



Liikuntasalin ikkunaseinän alapuolinen betonirakenteinen ulkoseinä jatkuu myös maanvastaisena maanpinnan alapuolella. Rakenne on ulkoa sisälle päin lueteltuna seuraava (US24):

- betoni
- bitumisively
- vaakalauta 25 mm
- pystyrunko 95 mm
- + mineraalivillaeriste
- lastulevy 16 mm



Maanvastaisista seinärakenteista otettiin myös materiaalinäytteitä. Materiaalinäytteiden tulokset on raportoitu luvun 5.4.4 *Ulkoseinärakenteet, ikkunat ja ovet* yhteydessä.

Maanvastaiset seinärakenteet on pääosin vedeneristetty sisäpuolelta bitumisivelyllä. Bitumisivelyjen tekninen käyttöikä on kuitenkin ylittynyt ja bitumikerroksissa on epäjatkuvuuskohtia ja lohkeamia, jolloin alkuperäinen vedeneristekerros ei toimi enää suunnitellusti.

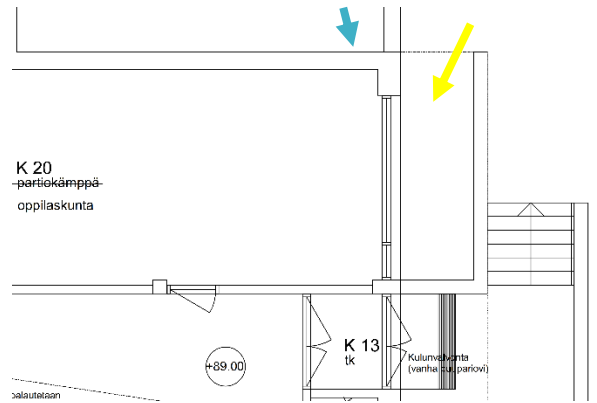
5.2.3 Kosteusmittaukset

Maanvastaisille seinärakenteille suoritettiin kellarikerroksessa pintakosteusmittaus, jossa havaittiin selviä viitteitä kohonneesta kosteudesta etenkin väestönsuojan maanvastaisilla seinillä. Kyseisissä kohdissa oli havaittavissa myös näkyviä kosteuden aiheuttamia pinnoitevaurioita.

Näkyviä vaurioita havaittiin myös oppilaskunnan tilassa K20, jossa maanvastaisen seinän alaosissa havaittiin irtovettä ja täten myös vesimärkiä mineraalivillaeristeitä. Tilan ulkoseinällä on betonirakenteinen pengerrys, joka todennäköisesti kerää pintavesiä ylärinteen puolelta.



Kuva 20
Oppilaskunnan tilassa K20 molemmat maanvastaiset ulkoseinärakenteet ovat kastuneet sekä puurakenteisen alapohjan lämmöneristeissä ja koolauspuissa esiintyy kosteusvaurioita.



Kuva 21
Betoninen pengerrys kerää pintavesiä rinteestä oppilaskunnan tilan maanvastaista ulkoseinärakennetta vasten.



Kuva 22
Rakenneavaus tehtiin molemmille maanvastaisille seinärakenteille ulkonurkassa. Ulkoseinärakenteet ovat kastuneet sekä puurakenteisen alapohjan lämmöneristeissä ja koolauspuissa esiintyy kosteusvaurioita.



Kuva 23
Oppilaskunnan tilassa K20 maanvastaisen seinärakenteen mineraalivillat olivat selvästi kostuneita. Betoninen pengerrys kerää pintavesiä rinteestä oppilaskunnan tilan maanvastaista ulkoseinärakennetta vasten.



Kuva 24
Betonisen ulkokuoren sisäpinnassa on vedeneristeinä bitumisively.



Kuva 25
Ulkoseinärakenteen "pohjalla" on hienoa hiekkaa ja laastia, jotka ovat kastuneet.



Kuva 26
Liikuntasaliosan, varaston ulkoseinien sekä maanpaineseinien puukoolatuissa ja mineraalivillalla lämmöneristetyissä seinissä esiintyy kosteus- ja mikrobivaurioita.



Kuva 27
Varasto-osan (tila 130) ulkoseinien betonisokkelin sisäpuolinen bitumieriste on rikkonainen ja betonipinta on pintakosteudentunnistimella havainnoiden märkä.



Kuva 28
Osittain maanvaraisen seinän rakennetta tarkasteltiin rakenneavauksilla liikuntasalin patjavaraston ulkoseinällä. Lastulevyseinässä seinälevyn taustapinnalla on havaittavissa selviä kosteusvauriojälkiä.



Kuva 29
Liikuntasalin patjavaraston ulkoseinä
Betoninen ulkokuori on vedeneristetty bitumilla. Lämmöneristeenä on käytetty mineraalivillaa. Lämmöneristeet ovat aistinvaraisten havaintojen perusteella vaurioituneet poikkeavan kosteuden vaikutuksesta. Kyseinen avattu ulkoseinä on maanpinnan tason alapuolella.

5.2.4 Johtopäätökset

Suoritettujen tutkimusten perusteella kellarikerroksessa todettiin maanvastaisella seinällä useampia kosteusvaurioita. Vaurioita esiintyi etenkin rakennuksen kaakkoispuolella, väestönsuojassa sekä oppilaskunnan tilassa K20. Todetut kosteusvauriot heikentävät sisäilman laatua merkittävästi erityisesti oppilaskunnan tilassa K20. Liikuntasaliosuudella ikkunoiden alapuolisessa seinärakenteessa (puukoolaus, lämmöneristys betonisokkelia vasten) esiintyy kosteusvaurioita, jotka ovat aiheutuneet ikkunaliittymien vuodoista sekä maanpinnan alapuolella ikääntyneen vedeneristeen toimimattomuuden seurauksena.

5.2.5 Toimenpide-ehdotukset

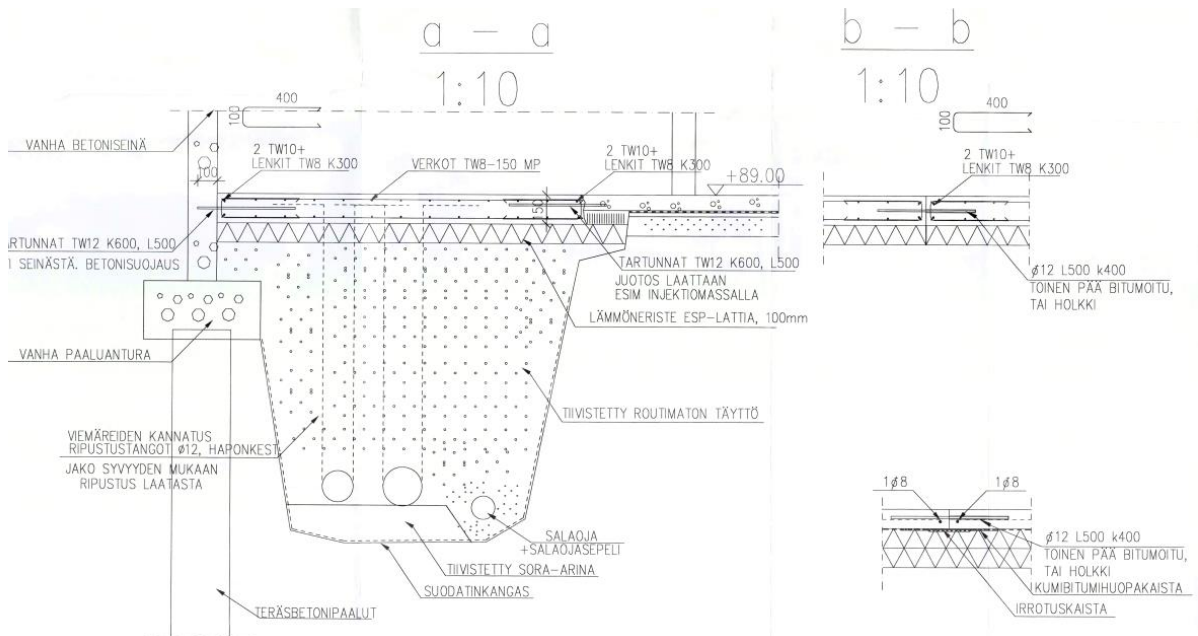
Maanvastaiset seinärakenteet suositellaan vedeneristettäväksi ulkopuolelta. Kuoriverhoukset, joiden taustalla on mineraalivillaeristys, suositellaan purettavaksi. Puukoolatut mineraalivillaeristetyt ulkoseinät, jotka ovat osin myös maanpainesieniä liikuntahallin ja varastojen osalla suositellaan purettavaksi. Rakenteet uusitaan lämpö- ja kosteusteknisesti toimiviksi rakenteiksi.

5.3 Alapohjarakenteet

5.3.1 Sijainti ja rakenne

Alkuperäisten lähtötietojen perusteella kellarikerroksessa on käytetty pääosin kahta maanvastaista alapohjarakennetta. Alkuperäisenä alapohjarakenteena on suunnitelmien mukaan betonirakenteinen maanvastainen alapohjalaatta pintavalulla, betonikerrosten välissä on bitumieristys ja lämmöneristeenä on lecabetoni. Vuonna 2012 kellarikerroksen alapohjarakenteita on jouduttu uusimaan viemärin runkoputken uusimisen vuoksi osassa luokkatiloja, käytävätiloja sekä pukuhuoneita/märkätiloja. Saatujen lähtötietojen perusteella alapohjarakenne on suunnitelma-asiakirjojen mukaan:

- lattiapinnoite
- lattiatasoite
- uusittu betonilaatta 150 mm
- EPS-eriste 100 mm
- maatayttö



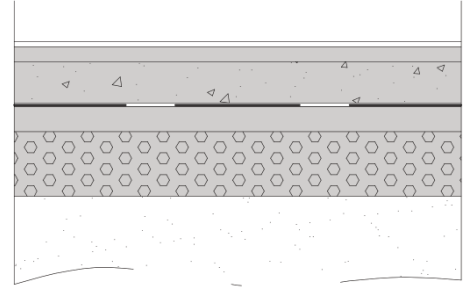
Kuva 30
Vuoden 2012 rakennepiirustus kellarin käytävän rakenteista.

5.3.2 Havainnot

Alapohjan rakennetta tarkasteltiin yhteensä neljässä eri pisteessä (AP1, AP2, AP3, AP4). Rakennuksessa on suoritettu peruskorjaus edellisen kerran vuonna 2012, jonka yhteydessä alapohjarakennetta on osittain uusittu viemärisaneerauksen yhteydessä. Alkuperäisenä alapohjarakenteena on alapuolelta kevytbetonilla eristetty betonilaatta tai sisäpuolelta mineraalivillalla eristetty puukoolattu lattia. Luokkatilassa RK1 (K17) ja oppilaskunnan tilassa K20 puukoolatun lattian alapuolisista kuntoa tutkittiin rakeneavauksin ja mikrobinäytteenotoin. Liikuntasalin alapuolisissa tiloissa eli tanssisalissa (K50B) ja BUDO-salissa (K50A) betonilaatan päälle on asennettu lattiavaneri.

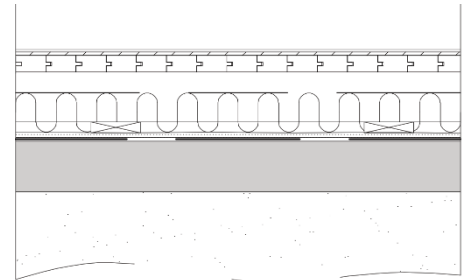
Alkuperäisen alapohjan rakenne on seuraavaylhäältä alaspäin katsottuna:

- lattiapinnoite (vinyylilaatta)
- lattiatasoite
- pintabetoni 30 mm
- betoni 90 mm
- bitumisively
- betoni 50 mm
- lecabetoni 130 mm
- hiekkatäyttö



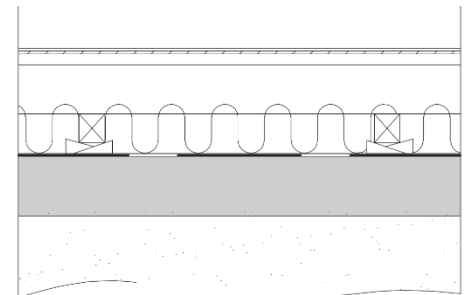
Oppilaskunnan tilaan (K20) tehdyssä rakenneavauksessa alapohjan rakenne on seuraava (AP2):

- lattiapinnoite
- lattiatasoite 70 mm
- lattialankku 34 mm
- tervapaperi
- koolaus 100 x 50 100 mm
- + mineraalivilla 70...80 mm
- koolaus (20 x 100) 20 mm
- hieno hiekka 10 mm
- bitumisively
- betoni
- hiekkatäyttö



Luokkatilan RK1 (K17) alapohjarakenne on seuraava (AP4):

- lattiapinnoite
- lattiatasoite 6 mm
- lattialankku 22 mm
- koolaus 100 x 50 100 mm
- + ilmaväli ~80 mm
- koolaus 58 x 58 58 mm
- + mineraalivilla 100 mm
- bitumihuopa
- betoni 120 mm
- hiekkatäyttö



Kuva 31
Oppilaskunnan alapohjan rakenneavauksessa havaittiin mikrobivaurioitunutta puuainesta ja märkää hiekkaa.



Kuva 32
Betonilaatan päällä kulkevat puukoolaukset olivat märät.



Kuva 33
Luokkatilassa RK1 (K17) lattiarakennetta tarkasteltiin luokan ulkonurkassa. Alapohjan bitumieristyskerros (vesieristys) on paikoin rikkonainen. Rakenne on kosteusteknisesti riskialtis rakenne.



Kuva 34
Ulkoseinän alaosan bitumihuopakaista on käännetty alapohjarakennetta vasten.



Kuva 35
Luokkatilassa RK1 (K17) lattiarakennetta tarkasteltiin myös kohdassa, jossa puukoolattu lattia muuttuu kokonaan betonirakenteiseksi.



Kuva 36
Alapohjarakenne on eristetty mineraalivillalla.



Kuva 37
Alapohjan betonilaatan ja puukoolauksen välillä on kapillaarikatkona bitumihuopa.



Kuva 38
Tanssisalissa betonilaatan päälle on asennettu lattiavaneri, jonka alapinnassa on silminnähtävää mikrobiperäistä tummentumaa (salaajan tarkastuskaivon kohta).

5.3.3 Kosteusmittaukset

Alapohjarakenteille suoritettiin pintakosteuskartoitus. Pintakosteuskartoitusta ei voitu suorittaa tanssisalissa K50 tai BUDO-salissa, joissa betonilaatan päälle on asennettu lattiavaneri. Alimmalla pohjakerroksella pintakosteuskartoituksessa havaittiin viitteitä kohonneesta kosteudesta etenkin väestönsuojan idän puoleisella seinustalla. Lisäksi viitteitä kohonneesta kosteudesta havaittiin tanssisalin suihkuhuoneessa K47 sekä wc-tilassa K48B.



Kuva 39
Väestönsuojan tiloissa havaittiin näkyviä viitteitä kohonneesta kosteudesta.



Kuva 40
Väestönsuojan tiloissa havaittiin näkyviä viitteitä kohonneesta kosteudesta.



Kuva 41
Pohjakerroksen suihkuhuonetila K47, Lattiapintarakenteissa todettiin kosteutta.



Kuva 42
Pohjakerroksen suihkuhuonetila K47, Lattiapintarakenteissa todettiin kosteutta.



Kuva 43
Yleiskuva tanssisalista. Lattiavaneri on suoraan betonilaattaa vasten.



Kuva 44
Yleiskuva budosalista. Salin lattia on alkuperäisen betonilaatan päältä puukolattu levyrakenteinen lattia (ilmaväli levyn ja betonilattian välissä), jonka päälle pehmustepatjat on asennettu.

Varsinaisissa luokkahuonetiloissa ja niitä palvelevissa wc-, suihkutiloissa tai käytävätiloissa ei havaittu poikkeavaa kosteutta.



Kuva 45
Yleiskuva pohjakerroksen käytävätilasta varsinaisten luokkahuonetilojen vierustalla. Lattiatarakeet ovat pintakuivia, poikkeavaa kosteutta ei havaittu. Myöskään luokkahuonetilojen lattioissa ei havaittu poikkeavaa kosteutta.



Kuva 46
Yleiskuva pohjakerroksen wc-tiloista. Lattiatarakeet ovat pintakuivia, poikkeavaa kosteutta ei havaittu.

5.3.4 Mikrobianalyysit

Alapohjarakenteesta otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiin yhteensä kolme kappaletta. Näistä näytteistä kaksi näytettä otettiin alapohjarakenteen mineraalivillaeristeestä oppilaskunnanhuoneesta K20 ja luokkatilasta RK1. Lisäksi yksi materiaalinäyte otettiin tanssisalin K50B lattiananerilevystä, joka on asennettu suoraan betonilaatan päälle. Näytteiden ottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa ja näytteiden analyysivastaukset liitteessä 4.

Taulukko 1. Alapohjan materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset

Näytenu- mero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
MN1	Tanssisali K50B	AP1	Lattiananeri	Vahva viite vauriosta
MN2	Oppilaskunta K20	AP2	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN3	Luokkatila RK1	AP3	Mineraalivilla	Viittaa vaurioon

Oppilaskunnan tilasta ja tanssisalista otetuissa näytteissä todettiin vahva viite vauriosta. Tanssisalin lattiananerista otetussa näytteessä esiintyi kohtalaisesti kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja. Oppilaskunnan tilasta K20 otetussa näytteessä esiintyi useampaa eri kosteusvaurioon viittaavaa mikrobia, joista *Aspergillus versicolor* -lajistoa esiintyi runsaasti. Luokkatilan RK1 alapohjan mineraalivillaeristeestä otetussa näytteessä esiintyi niin ikään yksittäisiä pesäkkeitä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

5.3.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Suoritettujen tutkimusten ja tehtyjen havaintojen perusteella voidaan todeta, että alapohjan perusrakenteena alkuperäisiltä osiltaan maanvarainen (lecabetonilla) eristetty alapohjalaatta, jossa betonikerrosten välissä on bituminvedeneristys. Havaintojen perusteella varsinaisissa luokkahuonetiloissa alapohjarakenteissa ei todettu poikkeavaa kosteutta. Alapohjarakenteita on uusittu v 2012 saneerauksen yhteydessä ainakin kellarikäytävillä ja niihin liittyvissä wc-, pesuhuonetiloissa. Uusitut alapohjarakenteet ovat

kosteusteknisesti toimivia. Puutteet ulkopuolisessa kosteudenhallinnassa ovat kuitenkin aiheuttaneet kosteuden nousemista alapohjarakenteisiin etenkin rakennuksen idän puoleisella seinälinjalla. Aktiivinen kosteus- ja mikrobivaurio todettiin oppilaskunnan tilassa K20, jossa alapohjarakenteena on sisäpuolelta lämmöneristetty puukoolattu lattia. Lattiarakenteessa havaittiin täysin lahoja puurakenteita sekä merkkiä mineraalivillalasteriteitä. Tila suositeltiin otettavaksi välittömästi pois käytöstä ja alipaineistettavaksi.

Luokkatilassa RK4 alapohjarakenteena on myös osittainen puukoolattu lattiarakenne, jonka mineraalivillalasteriteissä todettiin viite vauriosta. Sisäpuolelta lämmöneristetty puukoolattu lattia on kosteusteknisesti riskialtis rakenne.

5.3.6 Toimenpide-ehdotukset

Puukoolattujen alapohjarakenteiden purku oppilaskunnan tilassa K20 ja luokkahuoneessa RK4. Rakenne tulee suunnitella lämpö- ja kosteusteknisesti toimivaksi rakenteeksi.

Tanssisalin suihku- ja wc-tilojen sekä väestönsuojan kosteusongelmat tulee huomioida pinnoitteiden uusimisen yhteydessä. Tanssisalissa lattiarakenteessa suoraan betonipintaa vasten oleva lattianvaneri suositellaan poistettavaksi. Alapuolinen betonilaatta tulee jyrsiä puhtaalle pinnalle mikrobivaurioiden poistamiseksi. Lisäksi väestönsuojan tilat suositellaan alipaineistettavaksi ilmanvaihdon avulla varsinaisiin käyttötiloihin nähden.

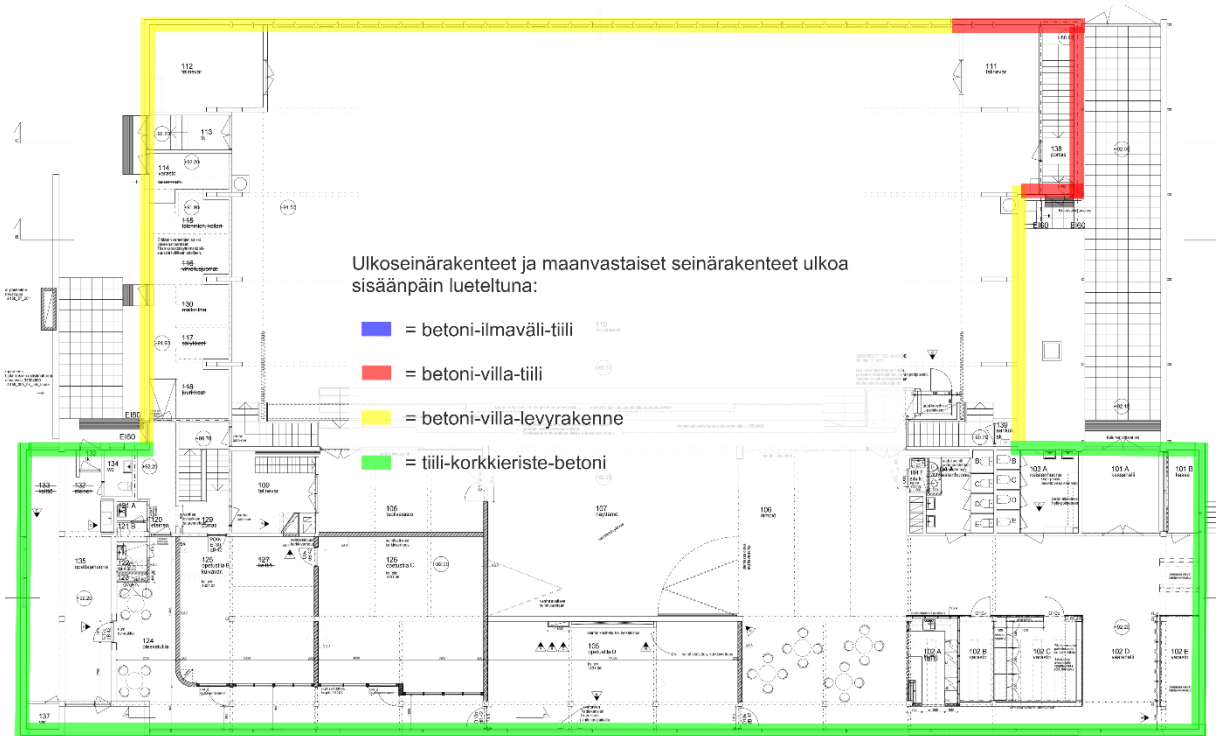
5.4 Julkisivut; ulkoseinät, ikkunat ja ovet

5.4.1 Sijainti ja rakenne

Alkuperäisten rakennesuunnitelmien mukaan rakennuksessa on käytetty kolmea eri ulkoseinärakennetyyppiä. Ulkoverhouksena on piirustusten mukaan käytetty tiiliverhousta sekä betonia. Sisäkuorena on niin ikään pääosin tiili tai betoni. Alkuperäisten piirustusten puutteellisuuden vuoksi suunniteltuja rakennekerrosvahvuuksia tai eri ulkoseinärakennetyyppien sijaintia rakennuksessa ei ollut tiedossa.

5.4.2 Havainnot

Suoritettujen rakenneavausten perusteella eri ulkoseinärakennetyyppien sijainti rakennuksessa on seuraavien kuvien mukainen.



Kuva 47
Ensimmäinen kerros. Ulkoseinien ja maanvastaisten seinärakenteiden sijaintikaavio.



Kuva 48
Kellarikerros. Ulkoseinien ja maanvastaisten seinärakenteiden sijaintikaavio.

Rakennuksen julkisivu on pääosin tiiliverhottu, kellarikerroksen ulkokuoren ollessa betonia. Sisäkuori on toteutettu joko tiili- tai betonirakenteisena. Tiiliverhouksen takana lämmöneristeenä on käytetty korkkieristettä ja betonisen ulkokuoren osuudella mineraalivillaeristettä. Lisäksi kellarikerroksen ulkoseinän

pilareiden kohdat on lämmöneristetty korkkihalkaisulla. Liikuntasalissa, päätyikkunoiden alapuolella lämmöneristeenä on käytetty niin ikään mineraalivillaa, sisäpuolen ollessa lastulevyverhoiltu. Levyverhousta on käytetty myös muissa liikuntasalin ulkoseinärakenteissa sekä liikuntasalin takana olevassa varastotilassa.

Kellarikerroksen ulkoseinärakenne ulkoa sisäänpäin lueteltuna:

- betoni 150 mm
- mineraalivilla 130 mm
- poltettu tiili 130 mm

Ulkoseinän mineraalivillaeristekerros on toteutettu paperoidulla villalla kolmessa kerroksessa.

Ensimmäisen kerroksen ulkoseinärakenne ulkoa sisäänpäin lueteltuna:

- kalkkihiekkatiili 130 mm / 100 mm
- ilmaväli
- korkkieriste 60 mm
- betoni 80 mm

Liikuntasalin ulkoseinien rakenne on esitetty maanvastaisten seinärakenteiden yhteydessä luvussa 5.2.

Sisäpuolelta levyverhottu ulkoseinärakenne todettiin myös liikuntasalin luoteispäädystä olevassa varastotilassa 114. Tilan ulkoseinärakenne on seuraava ulkoa sisäänpäin lueteltuna:

- betoni 160 mm
- bitumisively
- ilmaväli 32...50 mm
- mineraalivilla 100 mm
- tervapaperi
- lastulevy 16 mm

Ulkoseinärakenteiden kuntoa tarkasteltiin rakenneavausten avulla aistinvaraisesti sekä mikrobinäytteenotoin. Mineraalivillalla lämmöneristetyissä, sisäpuolelta levyverhotuissa ulkoseinissä havaittiin runsaasti ilmavuotojen aiheuttamaa tummentumaa villoissa, mikä viittaa puutteelliseen rakenteen ilmatiivyyteen. Lisäksi liikuntasalin ikkunoiden alapuolisissa levyverhouksissa oli havaittavissa selviä vesivuotojälkiä. Seuraavissa valokuvissa on tarkemmin esitelty ulkoseinärakenteissa aistinvaraisesti havaittuja vaurioita ja puutteita.



Kuva 49

Yleiskuvaa liikuntasalin ikkunajulkisivusta. Ikkunan alapuoliseen seinärakenteeseen (puukoolattu levyseinä, eristeenä villa) on muodostunut kosteus- ja mikrobivaurioita. Useissa seinälevyissä ikkunoiden alla on havaittavissa näkyvää kosteudesta aiheutuvaa lastulevyn turpoamista.



Kuva 50

Yleiskuvaa liikuntasalin ikkunajulkisivusta sisäpuolelta kuvattuna. Ikkunan alapuoliseen seinärakenteeseen (puukoolattu levyseinä, eristeenä villa) on muodostunut kosteus- ja mikrobivaurioita. Useissa seinälevyissä ikkunoiden alla on havaittavissa näkyvää kosteudesta aiheutuvaa lastulevyn turpoamista.



Kuva 51

Liikuntasalin päädyn ikkunarakenteiden alle levyrakenteeseen tehtiin rakenneavauksia kohtiin, joissa lastulevyssä esiintyi vuotojälkiä. Avauspisteissä todettiin, että seinälevytyksen alla ei ole ilman- tai höyrynsulkua. Villaeristeet ovat tummuneet ilmavuotojen seurauksena. Eristeistä otetuissa näytteissä todettiin mikrobivaurioita.



Kuva 52

Liikuntasalin ikkunaseinän lastulevyissä oli havaittavissa selviä kosteusvaurioita.



Kuva 53
Vesijälkiä esiintyi myös liikuntasalin ikkunarakenteiden tukipuurakenteissa



Kuva 54
Liikuntasalin betoniulkokuoressa on sisäpuolinen bitumivedeneriste. Rakenne on ulkoilmaa vasten kosteusteknisesti riskialtis rakenne.



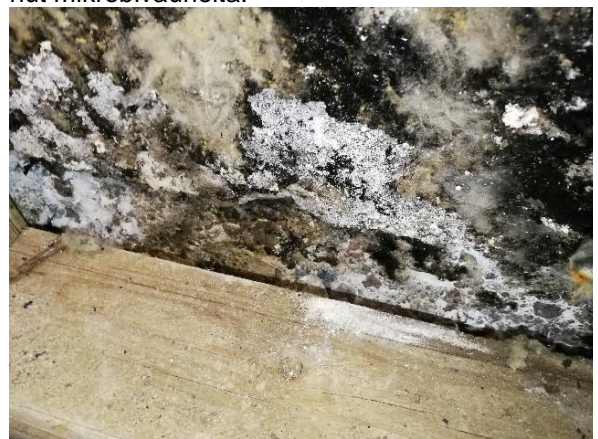
Kuva 55
Yleiskuvaa julkisivusta rakennuksen toisen kerroksen varastotilojen (tila 130) kohdalta.



Kuva 56
Varastotilaan 130 tehtiin rakenneavaus sisäpuolelle. Mineraalivillaeristeisiin on muodostunut mikrobivaurioita.



Kuva 57
Varastototilan 130 betoninen ulkokuori on vedeneristetty sisäpuolelta bitumilla. Mineraalivillaeristeissä oli havaittavissa runsaasti ilmavuotojen aiheuttamaa tummentumaa. Materiaalinäytteenanalyysin MN50 perustella lämmöneristeessä on vahva viite materiaalin mikrobivauriosta.



Kuva 58
Bitumisivelyn vedeneristävyys on heikentynyt ja kosteus on päässyt betonikuoresta läpi. Kuvassa kalkkihärmää.



Kuva 59
Yleiskuuvaa rakennuksen eteläpuoleisesta tiili- ja betonijulkisivusta.



Kuva 60
Yleiskuuvaa rakennuksen tiili- ja betonijulkisivusta.



Kuva 61
Yleiskuva tiili-/betonijulkisivuista



Kuva 62
Yleiskuva halli-/varasto-osan tiili- ja betonijulkisivuista.



Kuva 63
Sokkeliosuuksilla on kosteusteknisesti riskialttiita saumoja (luokkatilan K17 ulkokulmaus).



Kuva 64
Sokkeliosuuksilla on kosteusteknisesti riskialttiita saumoja (oppilaskunnan K20 tilan ulkokulmaus).



Kuva 65
Sokkeliosuuksilla on kosteusteknisesti riskialttiita saumoja (tilan K04 ulkokulmaus).



Kuva 66
Sokkeliosuuksilla on kosteusteknisesti riskialttiita saumoja (hallitilan päätyulkoseinä).



Kuva 67
Kalkkijiekkatiilen takana lämmöneristeenä on käytetty korkkia.



Kuva 68
Osa julkisivuviitistä on lohkottu ohuemmiksi. Normaali kalkkijiekkatiilen paksuus on 130 mm, kavennettujen tiilien vahvuus vaihteli 100...130 mm välillä.



Kuva 69
Toisen kerroksen ikkunalinjalta poistettiin peitelevy. Ikkunavälin rakenteessa ei ole höyrynsulkuja.



Kuva 70
Ulkopuolen pellitys oli alareunastaan ulos asti avoin. Mineraalivilloissa esiintyi ilmavuotojälkiä.



Kuva 71
Ensimmäisen kerroksen ulkoseinärakenteeseen tehtiin ulkopuolelta timanttiporaamalla rakenneavaus.



Kuva 72
Eristeenä on käytetty paperoitua mineraalivillaa ja pilarin kohdalla on käytetty korkkieristettä.



Kuva 73
Ensimmäisen kerroksen ulkoseinän mineraalivillalasteista otettiin materiaalinäytteitä pienemmistä rakenneavausrei'istä.



Kuva 74
Liikuntasalin ilmanvaihtokonehuoneen vastaiselle seinälle tehtiin ikkunoiden alapuolelle rakenneavaus vieriseltä lappeelta.



Kuva 75
Levyrakenteen takana eristeenä on käytetty mineraalivillaa. Seinärakenne on ollut paikallisesti avattuna (ilmanvaihtokoneiden haalausaukko). Seinärakenne on muilta osin alkuperäinen puurunkorakenne (vinolaudoitettu ja mineraalivillalla eristetty rakenne).

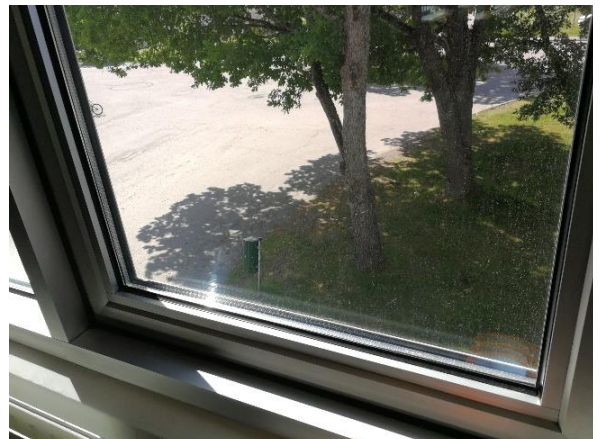
Rakennuksen ikkunat ovat osassa rakennusta uusittuja, mutta osa ikkunoista on alkuperäisiä tai niiden uusimista/huoltokorjauksesta on jo useampi vuosikymmen. Ikkunat on uusittu ensimmäisen ja toisen kerroksen etelän puoleisella julkisivulla, jossa ikkunat ovat kiinteitä, umpiolasielementeillä varustettuja alumiini-ikkunoita. Osa ikkunoista on tuuletusikkunoita. Koska ikkunapinta-alaa on paljon, toisen kerroksen lämpötilat nousevat aurinkoisella säällä korkealle. Ikkunoiden edessä on lamellikaihtimet, jotka eivät käyttäjiltä saadun tiedon mukaan riitä varjostamaan tai pitämään tiloja riittävän viileänä.

Todennäköisesti alkuperäisiä tai joskus huoltokorjattuja ikkunoita on liikuntasalin kaaren molemmissa päädyissä, opettajanhuoneessa sekä psykologin ja oppilaskunnan tiloissa. Kyseiset ikkunat ovat jo huonokuntoisia.

Rakennuksen ulko-ovet ovat ensimmäisessä kerroksessa puurakenteisia ulko-ovia ja toisessa kerroksessa pääsisäänkäynnin yhteydessä on lasiaukolliset, tammikehyksiset ulko-ovet. Ovet ovat tyydyttävässä kunnossa.



Kuva 76
Rakennuksen eteläseinustalla ikkunat ovat uusittuja MEK-tyypin alumiinirunkoisia ikkunoita.



Kuva 77
Uusitut, alumiinirunkoiset ikkunat ovat hyväkuntoisia.



Kuva 78
Liikuntasalin päädyn ikkunat on todennäköisesti joissain kohtaa uusittu, mutta ikkunat ovat jo huonokuntoiset. Erityisesti tuuletusikkunoista on tullut vesivuotoja.



Kuva 79
Liikuntasalin kaaren toisessa päädyssä ikkunat ovat niin ikään huonokuntoisia. Ikkunapellitykset ikkunakarmeihin on toteutettu epätiiviisti.



Kuva 80
Oppilaskunnan ikkuna ovat puuikkunoita, ikkunat ovat jo huonokuntoiset.



Kuva 81
Oppilaskunnan ikkunat ovat puurakenteisia ikkunoita, alkuperäinen rive-eriste.



Kuva 82
Opettajanhuoneen ikkunat ovat niin ikään puurakenteiset.



Kuva 83
Ensimmäisen kerroksen ulko-ovet ovat puurunkoisia.



Kuva 84
Toisen kerroksen pääsisäänkäynnin ovet ovat lasiaukollisia, tammikehyksisiä ulko-ovia.

5.4.3 Kosteusmittaukset

Ulkoseinän alaosiin tehdyissä pintakosteusmittauksissa ei havaittu viitteitä kohonneesta kosteudesta. Maanvastaisten seinärakenteiden kosteustilanteesta on kerrottu luvussa 5.2.3.

5.4.4 Mikrobianalyysit

Rakennuksen ulkoseinärakenteen kuntoa tarkasteltiin rakenneavauksilla ja mikrobinäytteillä. Rakenneavauksia suoritettiin yhteensä 35 kpl. Ensimmäisessä kerroksessa avauksia tehtiin seinän alaosaan sekä ikkunan alle ja toisessa kerroksessa niin ikään seinän alaosaan, ikkunan alle sekä ulkoseinän yläosaan. Rakenneavausten kohdat ja näytteiden ottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvasssa. Tarkemmat analyysivastaukset on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 2. Ulkoseinän materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset

Näyte-numero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
MN5	Porrashuone K138	US1, maata vasten	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN6	Oppilaskunta K020	US2, alaosa, maata vasten	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN7	Oppilaskunta K020	US3, alaosa, maata vasten	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN8	Luokkatila RK1 (K17)	US4, alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN9	Luokkatila RK1 (K17)	US4, alaosa	Korkki	Viittaa vaurioon
MN10	Luokkatila RK1 (K17)	US5, ikkunan alta	Mineraalivilla	Viittaa vaurioon
MN11	Luokkatila RK2 (K09B)	US6, alaosa	Mineraalivilla	Viittaa vaurioon
MN12	Luokkatila RK2 (K09B)	US6, ikkunan alta	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN13	Luokkatila RK3 (K09A)	US7, alaosa	Mineraalivilla	Viittaa vaurioon
MN14	Luokkatila RK3 (K09A)	US7, ikkunan alta	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN15	Luokkatila RK4 (K06)	US8, ikkunan alta	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN16	Luokkatila RK4 (K06)	US9, alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN17	Psykologi K04	US10, alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN18	"Kassa" 101B	US11, palkin päältä	Korkki	Vahva viite vauriosta
MN19	Eteisaula/vaatehalli 102D	US12, palkin päältä	Korkki	Ei viitettä vauriosta
MN20	Varasto 102E	US13, palkin päältä	Korkki	Vahva viite vauriosta
MN21	Eteisaula/vaatehalli 102D	US14, ikkunan alta	Korkki	Ei viitettä vauriosta
MN22	Lämpö 106	US15, palkin päältä	Korkki	Ei viitettä vauriosta
MN23	Lämpö 106	US16, ikkunan alta	Korkki	Heikko viite vauriosta
MN24	Luokkatila RK8 (105)	US17, palkin päältä	Korkki	Viittaa vaurioon
MN25	Luokkatila RK8 (105)	US18, ikkunan alta	Korkki	Ei viitettä vauriosta
MN26	Luokkatila RK8 (105)	US19, ylemmän palkin alta	Korkki	Heikko viite vauriosta
MN27	Käytävä 124	US20, palkin päältä	Korkki	Viittaa vaurioon
MN28	Käytävä 124	US21, ikkunan alta	Korkki	Ei viitettä vauriosta
MN29	Käytävä 124	US21, ikkunan peitelevyn takaa	Paperi	Vahva viite vauriosta
MN30	Luokkatila 135	US22, palkin päältä	Korkki	Ei viitettä vauriosta

MN31	Opettajanhuone 135	US23, ikkunan alta	Ikkunatilke	Vahva viite vauriosta
MN32	Telinevarasto 112	US24, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN33	Telinevarasto 112	US24, keskiosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN34	Liikuntasali 110	US25, ikkunan alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN35	Liikuntasali 110	US26, ikkunan alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN36	Liikuntasali 110	US27, ikkunan alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN37	Liikuntasali 110	US28, ikkunan alta	Mineraalivilla	Viittaa vaurioon
MN38	Liikuntasali 110	US28, alaosa	Puu	Ei viitettä vauriosta
MN50	Varasto 114	US29, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta

Mikrobinäytteitä otettiin yhteensä 35 kpl, joista 18 näytteessä todettiin vahva viite vauriosta tai viite vauriosta. Lisäksi heikko viite vauriosta todettiin viidessä näytteessä. Näytteissä esiintyi pääosin runsaasti mikrobeja ja kosteusvaurioon viittaavia mikrobilajistoja todettiin useita.

5.4.5 Merkkiainekokeet

Ulkoseinärakenteille suoritettiin merkkiainekokeita rakennuksen lounaan puoleisella seinustalla, jossa kellarikerroksen ja ensimmäisen kerroksen luokahuoneet sijaitsevat. Merkkiainekaasua syötettiin sisäkuoreen tehtyjen reikien kautta, jotka tiivistettiin huolellisesti. Merkkiainekokeet suoritettiin normaaliolosuhteissa, tutkittavien tilojen ollessa alipaineiset noin 2...4 Pascalia. Merkkiainekaasuna käytettiin typpi-vety-seosta.

Ulkoseinärakenteen merkkiainekokeissa todettiin toistuvia ilmavuotoja ikkunaliittymissä kaikissa tutkituissa tiloissa. Lisäksi paikallisia vuotokohtia havaittiin patterikannakkeiden läpivienneissä. Puukoolattujen lattiarakenteiden osuudella ilmavuotoja havaittiin myös alapohjan ja ulkoseinän rakenneliittymistä.



Kuva 85
Ilmavuotoja havaittiin ikkunan alakarmin ja ulkoseinärakenteen liittymäkohdassa.



Kuva 86
Ilmavuotoja patterikannakkeiden kohdalla.



Kuva 87
Ilmavuotoa havaittiin ikkunan alakarmin ja ulkoseinärakenteen liittymäkohdassa.



Kuva 88
Ilmavuotoja ulkoseinän liittymärakenteista.



Kuva 89
Ilmavuotoja havaittiin ikkunan alakarmin ja ulkoseinärakenteen liittymäkohdassa.



Kuva 90
Opettajanhuoneessa ilmavuotoa havaittiin ikkunalaudan alapuolelta.

5.4.6 Johtopäätökset

Ulkoseinärakenteissa todettiin mikrobivaurioita. Liikuntasalin levyverhotusta seinästä otetuissa näytteissä todettiin kaikissa vahva viite vauriosta.

Samoin vaurioita esiintyi toisen kerroksen ulkoseinän korkkieristeissä sekä ensimmäisen kerroksen mineraalivillaeristeissä. Ensimmäisessä kerroksessa vaurioita esiintyi etenkin ulkoseinän alaosissa. Ulkoseinän alaosiin kohdistuu voimakkaampi kosteusrasitus, sillä ulosvedetty toinen kerros suojaa ensimmäisen kerroksen ulkoseinän yläosia. Lisäksi maanpinta rakennuksen vierustalla on todennäköisesti ollut alun perin korkeammalla, jolloin ulkoseinän alaosaan on kohdistunut voimakkaampaa kosteusrasitusta maaperästä.

Yhdessä todettujen ilmavuotojen kanssa mikrobien kulkeutuminen sisäilmaan on mahdollista ja rakennuksen ollessa alipaineinen todennäköistä.

5.4.7 Toimenpide-ehdotukset

Ulkoseinän mikrobivaurioiden luotettava korjaaminen edellyttää vaurioituneiden eristemateriaalien ja muiden vaurioituneiden rakennusmateriaalien poistamista. Ensimmäisen kerroksen tiilirakenteinen sisäkuori suositellaan poistettavaksi ja mineraalivillaeristeet uusittavaksi sisäkautta. Samoin kaikki sisäpuolelta levyrakenteiset ja mineraalivillaeristeiset rakenteet tulee uusia kokonaisuudessaan.

Mikäli mikrobivaurioituneiden rakenteiden poistaminen on teknisitä tai taloudellisista syistä mahdotonta, voidaan mikrobin kulkeutuminen sisäilmaan estää tiivistyskorjauksilla. Tiivistyskorjaukset tulee toteuttaa erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti ja tiivistyskorjausurakoitsijalla tulee olla riittävä kokemus sisäilmakorjauksista. Tiivistyskorjausten onnistuminen tulee varmistaa työmaavaiheessa suoritettavien merkkiainekokeiden avulla.

Toisen kerroksin ikkunoihin suositellaan asennettavaksi peili- tai aurinkokalvot tilojen lämpötilan hallitsemiseksi aurinkoisella säällä.

5.5 Välipohjarakenteet

5.5.1 Sijainti ja rakenne

Alkuperäisten suunnitelmien mukaan välipohjarakenteena on käytetty massiivibetonirakennetta toisen kerroksen luokka- ja käytävätilojen kohdalla. Liikuntasalin kohdalla välipohjarakenne on suunnitelmien mukaan toteutettu niin ikään massiivibetonilaatalla, joka on lämmöneristetty alapuolelta lastuvillalevyllä. Alkuperäisten rakennesuunnitelmien puutteellisuuden takia rakennekerrosten tarkat sijainnit, mitat tai käytetyt materiaalit eivät ole tiedossa.

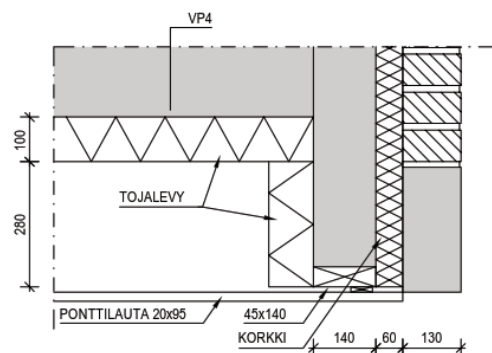
5.5.2 Havainnot

Kohteessa suoritettujen välipohjan rakennetarkastuspisteiden perusteella toisen kerroksen luokka-, käytävä- ja aulatilojen välipohjarakenne on toteutettu suunnitelmien mukaan paikalla valettuna massiivibetonilaattana. Rakenteen sisällä ei ole erillisiä lämmön- tai ääneneristyskerroksia. Välipohjan rakennepaksuutta ei erikseen selvitetty rakennetarkastusten yhteydessä.

Rakennuksen sokkelilinjan ulkopuolella on ulokkeena ulkoilmaa vasten oleva välipohjarakenne. Alapuolelta tehtyjen rakennesaavushavaintojen perusteella massiivisen välipohjalaatan alapuolella ulkoilmaa vasten on lämmöneristeenä lastuvillalevy 100 mm.

Ulkoilmaa vasten oleva välipohjan perusrakenne on seuraava ylhäältä alaspäin lueteltuna:

- | | |
|------------------|--------|
| - lattiapinnoite | 10 mm |
| - pintabetoni | xx mm |
| - teräsbetoni | xx mm |
| - tojalevy | 100 mm |
| - koolaus | |
| - ponttilauta | 20 mm |





Kuva 91
Toisen kerroksen välipohjarakenne ulkoilmaa vasten. Rakenne on eristetty alapuolelta lastuvillalevyeristeellä.

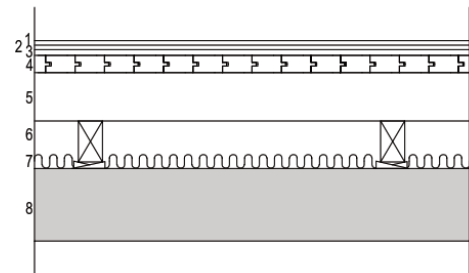


Kuva 92
Toisen kerroksen välipohjarakenne ulkoilmaa vasten. Rakenne on eristetty alapuolelta lastuvillalevyeristeellä.

Liikuntasalissa välipohjarakenteena on betoniholvin päälle puukoolattu lankkulattia mineraalivillaeristeellä. Liikuntasalin välipohjarakennetta tarkasteltiin yhteensä kolmesta rakenneavauspisteestä. Rakenneavauspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.

Liikuntasalin itäpäättyyn tehdyssä rakenneavauksessa (VP1) välipohjan rakenne on seuraava ylhäältä alaspäin lueteltuna:

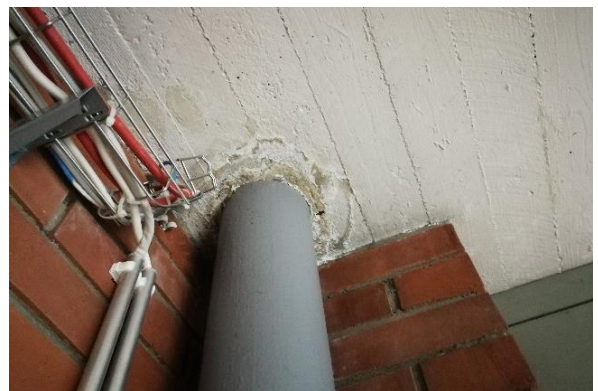
- | | |
|------------------|------------|
| - kumimatto | 10 mm |
| - vaneri | 9 mm |
| - lastulevy | 12 mm |
| - lattialankku | 35 mm |
| - koolaus | 100 mm |
| - koolaus | 85 mm |
| + mineraalivilla | 20...30 mm |
| - betoni | |



Kyseisen avauskohdan vieressä kulkee kattovesien viemäriputki. Välipohjarakenteessa oli havaittavissa selviä vuotojälkiä puurakenteissa. Lisäksi kyseisen avauskohdan mineraalivillaeristeestä otetussa näytteessä todettiin vahva viite vauriosta (kts. luku 5.5.4. Mikrobianalyysit). Lattian alla havaittiin erilaisia rakennusmateriaaliperäisiä jätteitä.



Kuva 93
Liikuntasalin välipohjan rakenneavaus (VP1) tehtiin kattovesien viemäroinnin viereen.



Kuva 94
Kattokaivon juurella on havaittavissa vesijälkiä. Vuotojälkiä oli havaittavissa myös lattiapinnoitteen päällä.



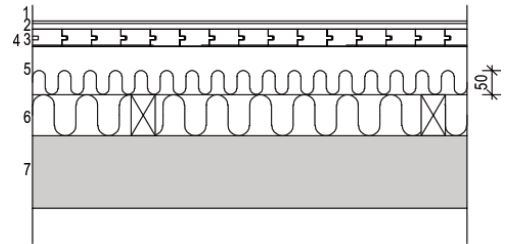
Kuva 95
Liikuntasalin välipohjan eristeenä on käytetty mineraalivillaa.



Kuva 96
Välipohjarakenteissa oli havaittavissa vuotojälkiä. Alapohjaan on päässyt vuotovesiä katto- tai läpivientivuotojen seurauksena. Lattian alla on erilaisia rakennusmateriaaliperäisiä jätteitä.

Liikuntasalin välipohjarakennetta tarkasteltiin myös telinevarastoon 112 tehdystä avauskohdasta. Välipohjarakenne poikkesi kaakkoispäädyn todetusta rakenteesta. Välipohjan rakenne oli seuraava:

- muovimatto
- lastulevy 12 mm
- lattialankku 35 mm
- ilmansulkupaperi
- koolaus 100 mm
- + mineraalivilla 50 mm
- koolaus 85 mm
- + mineraalivilla 85 mm
- betoni



Rakenneavauskohdassa oli havaittavissa runsaasti jyrсийн jälkiä sekä vesivuotojälkiä. Vuotojälkien alkuperä ei selvinnyt. Lisäksi kyseisen avauskohdan mineraalivillaeeristeestä otetussa näytteessä todettiin vahva viite vauriosta (kts. luku 5.5.4. Mikrobianalyysit).

Liikuntasalin puolelle, salin luoteispäätyn tehdysssä tarkastuspisteessä välipohjarakenne vastasi edellä mainittua. Lattiarakennetta on todennäköisesti uusittu vuosien saatossa.



Kuva 97
Kattovesien viemärintiputki on ruostunut.



Kuva 98
Telinevaraston/patjavaraston 112 välipohjan rakenneavaus (VP3)



Kuva 99
Välipohjarakenteessa havaittiin vuotojälkiä paperi- ja pahvieristekerroksissa sekä puukoolauksissa (avaus VP3).



Kuva 100
Kaaren molemmissa päissä, kaaren alaosissa on vesivuotojälkiä ja korjattuja alueita. Vuotovesiä on todennäköisesti päässyt myös lattialle ja välipohjan eristetilaan.

5.5.3 Kosteusmittaukset

Välipohjarakenteille suoritetuissa pintakosteusmittauksissa ei havaittu viitteitä kohonneesta kosteudesta.

5.5.4 Mikrobianalyysit

Liikuntasalin välipohjan mineraalivillaeristeestä otettiin yhteensä kolme materiaalinäytettä mikrobiviljelyyn rakenneavausten yhteydessä. Rakenneavausten kohdat ja näytteiden ottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa. Analyysivastaukset on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 3. Välipohjan materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset

Näytenu- mero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
MN39	Liikuntasali 110	VP1	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN40	Liikuntasali 110	VP2	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN41	Liikuntasali 110	VP3	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta

5.5.5 Johtopäätökset

Toisen kerroksen luokka-, käytävä- ja aulatilojen osalta välipohjarakenteena on massiivirakenteinen betoniholvi, jossa ei havaittu viitteitä vaurioista.

Liikuntasalin välipohjarakenteen mineraalivillaeristeessä todettiin kaikissa otetuissa näytteissä vahva viite vauriosta. Lisäksi mineraalivillan kulkeutuminen välipohjarakenteen mineraalivillaneristeistä sisäilmaan on mahdollista.

5.5.6 Toimenpide-ehdotukset

Liikuntasalin välipohjarakenteessa todettujen mikrobivaurioiden vuoksi suositellaan koko rakenteen uusimista siten, että kaikki vaurioituneet materiaalit poistetaan ja samalla poistetaan erilaiset sekalaiset

rakennusmateriaalijätteet pois eristetilasta. Lisäksi uusi välipohjarakenne tulee toteuttaa siten, että välipohjaeristeet eivät toimi sisäilman mineraalivillakuitulähteinä.

Toisen kerroksen luokka-, käytävä- ja aulatilojen välipohjarakenteen osalta ei esitetä toimenpiteitä.

5.6 Väliseinät ja sisäpuoliset pintarakenteet

5.6.1 Sijainti ja rakenne

Saatujen lähtötietojen perusteella väliseinärakenteena on käytetty pääosin betoni- ja tiilirakenteita.

5.6.2 Havainnot

Kohteessa tehtyjen havaintojen perusteella väliseinärakenteissa ei havaittu näkyviä vaurioita väestönsuojan väliseinärakenteita lukuun ottamatta, joissa todettiin kosteuden aiheuttamaa pinnoitteiden lohkeilua seinärakenteiden alaosissa.

Luokkatiloissa sisäpinnat ovat pääosin hyväkuntoisia, sillä tilat on uusittu vuoden 2012 peruskorjauksen yhteydessä. Myös lähes kaikki märkä- ja wc-tilat on uusittu vuonna 2012 ja ne ovat näin ollen hyväkuntoisia.



Kuva 101
Yleiskuva toisen kerroksen luokkatilasta.



Kuva 102
Yleiskuvaa toisen kerroksen käytävältä.



Kuva 103
Yleiskuva ensimmäisen kerroksen luokkatilasta.



Kuva 104
Yleiskuvaa ensimmäisen kerroksen käytävältä.



Kuva 105
Wc-tilat on uusittu vuonna 2012.



Kuva 106
Pukuhuoneiden märkätilat on uusittu 2012.

5.6.3 Mikrobianalyysit

Rakennuksen länsipäädystä, ensimmäisessä kerroksessa psykologin huoneen takana on kuoriverhousmuurattu maanpaineisiin. Kyseisen väliseinän kuntoa tarkasteltiin rakenneavauksin ja mikrobinäytteenotoin. Väliseinärakenteen mineraalivillaeristeestä otetussa näytteessä todettiin viite vauriosta.

Taulukko 4. Väliseinän materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset

Näytenu- mero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
MN4	Psykologi	VS1, alaosa	Mineraalivilla	Viittaa vaurioon

Materiaalinäytteessä todettiin niukasti mikrobeja ja useampia yksittäisiä pesäkkeitä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

5.6.4 Johtopäätökset

Väliseinärakenteet ovat pääosin hyväkuntoisia.

5.6.5 Toimenpide-ehdotukset

Psykologin huoneen ja betonirakenteisen IV-kanavan väliseinärakenne suositellaan korjattavaksi ulkoseinärakenteiden korjauksen yhteydessä. Rakenteesta tulee poistaa mikrobivaurioituneet materiaalit.

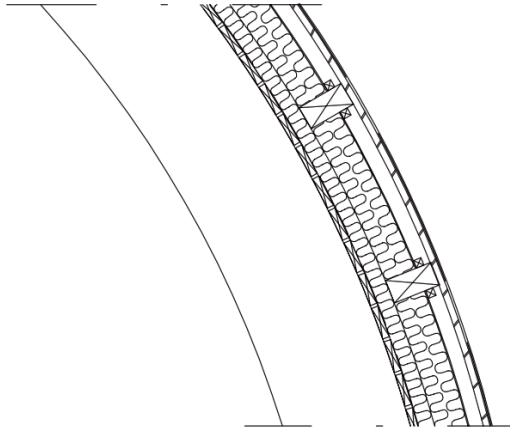
5.7 Yläpohjat ja vesikatot

5.7.1 Sijainti ja rakenne

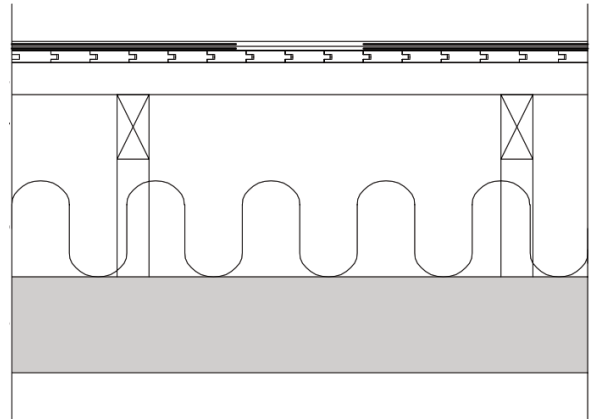
Rakennuksen yläpohjarakenteista ei ollut alkuperäisiä rakennepiirustuksia käytettävissä. Yläpohjan toteutetut rakennerratkaisut tarkastettiin yläpohjarakenteisiin tehtyjen rakenneavauksen kohdilta. Tarkastetut yläpohjan rakenteet on esitetty tarkemmin liitteessä 5 olevissa rakenneleikkauspiirustuksissa.

Yläpohjien perusrakenteet on toteutettu kahtena erilaisena rakennetyyppinä (kaariosa ja tasakatto-osat). Kaariosan yläpohjarakenne on puurakenteisiin kaaripalkkeihin tukeutuva puurakenteinen yläpohjarakenne. Lämmöneristeenä on mineraalivilla ja vesikatteenä on kermikate. Tasakattoisilla alueilla on

betonirakenteiseen yläpohjaholviin tukeutuva puurakenteinen vesikattorakenne, lämmöneristeenä on mineraalivilla ja vesikatteenä on kermikate. Yläpohjien periaatteelliset rakennetyypit on esitetty seuraavissa valokuvissa.



Kuva 107
Liikuntasalin kaariosan yläpohjarakenne.



Kuva 108
Yläpohjan rakenne tasakatto-osuuksilla.

5.7.2 Taustatietoja

Teknisen toimen työntekijöiltä saatujen tietojen perusteella rakennuksen kermikatteet on uusittu vesivuotojen johdosta ainakin tasakattolappeilla n. 8-10 v sitten (ei tarkkaa tietoa). Lisäksi kaareen liittyvällä alemmalla lappeella varasto-osan kohdalla on esiintynyt vesivuotoja. Kattovesikaivoja on uusittu ns. saneerauskaivoiksi. Saadun lähtötiedon perusteella varasto-osan päällä olevan lappeen kohdalla sadevesiviemäröintilinja on ollut tukkeutuneena, jolloin on tapahtunut kaivon ja alkuperäisen valurautaviemärin ja saneerauskattokaivon kohdilta ylipadotus ja vuotovesiä on päässyt yläpohjatilaa.

5.7.3 Havainnot

Rakennuksessa sekä kaariosalla, että tasakatto-osilla vesikatteenä on bitumikermikate. Aistinvaraisesti arvioituna vesikatteen ovat vielä tyydyttävässä kunnossa ja merkittäviä näkyviä pinnallisia vaurioita ei havaittu. Merkittävin pinnallinen vesikatteen vauriopaikka on ilmanvaihtokonehuonetilan 208 edustalla. Kyseisessä paikassa on ilkeittäisesti poltettu vesikatteen pintaa. Ko. kohdalla havaittiin tulitikkuja sekä tulitikkuaakin jäänteitä. Kaariosan harjalla on ilkeittäisesti potkittu katealustaan johtavia tuuletusputkia ja niiden sadesuojahattuja irti.

Vesikaton vedenpoistot on toteutettu sisäpuolisina poistoina suoraan sadevesiviemäröintijärjestelmän putkistoihin (alkuperäinen valurautaviemäröinti). Kattokaivot on niin kermiusintojen yhteydessä uusittu ns. saneerauskaivoiksi.

Kattokaivon läpivienti yläpohjarakenteen läpi sisätiloihin on jätetty avoimeksi toisen kerroksen eteisaulassa/lämpöissä. Kyseisessä tilassa on käyttäjien mukaan havaittu normaalista poikkeavaa hajua. Rakennuksen ollessa alipaineinen ulkoilmaan nähden, on todennäköisesti, että avoimen läpiviennin kautta tapahtuu ilmapuotoja sisätiloihin päin, mikä voi aiheuttaa poikkeavaa hajua tilaan. Avoin läpivienti korjattiin teknisen toimen henkilökunnan toimesta tutkimusten aikana.

Vesikatoille tehtiin yhteensä neljä rakenneavausta sekä yksi avaus päätyseinän kautta yläpohjatilaa. Yksi avauksista suoritettiin liikuntasalin kaaren päälle ja loput avauksista tehtiin alemmilla lappeilla. Rakenneavausten tarkemmat sijainnit on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa. Rakenneavausten kohdilta havainnoitiin rakenteiden toteutustapaa sekä mahdollisia kosteus- ja rakennevaurioita.



Kuva 109

Yleiskuva kaariosan harjalta. Vesikate on yleisesti tyydyttävässä kunnossa, jonkin verran sammaloitumista on havaittavissa katteen pinnalla. Uusitun kermin alle johtavia tuuletusputkia on ilkevaltaisesti potkittu rikki ja tutkintahetkelläkin niistä puuttuu sadesuojahattuja.



Kuva 110

Kaariosan ja varasto-osan vesikattolape. Kattovesikaivoja on uusittu ns. saneerauskaivoiksi. Saadun lähtötiedon perusteella varasto-osan päällä olevan lappeen kohdalla sadevesiviemä-röintilinja on ollut tukkeutuneena, jolloin on tapahtunut saneerauskaivon ja alkuperäisen valurautaviemärin liitoskohdilta ylipadotus ja vuoto-vesiä on päässyt yläpohjatilaan. Vuotojälkiä on havaittavissa kaaren alaosan sisäpuolella (vrt. valokuva 130). Kaaren alaosan rakenneavaus-pisteissä todettiin kosteus – ja mikrobivaurioitu-neita lämmöneristeitä. Vesikattolappeelta on paikattu myös vanhojen tuuletusputkien paikkoja.



Kuva 111

Kaaren rajataitteesta on tapahtunut vesivuotoja halliosan sisälle. Kaarta noustessa vuoto pisteitä on havaittavissa myös ylempänä (havainnot kaaren sisäpuolen pintarakenteista). Vuodot ovat tapahtuneet ilmeisesti ennen vesikatteen uusintaa. Vertaa sisäpuolelta valokuva 131.



Kuva 112

Tasakatto-osuus opettajainhuonetilan päällä. Saadun tiedon perusteella alueella on esiintynyt vesikattovuotoja ennen kermin uusintaa.



Kuva 113
Yleiskuva vesikattolappeelta eteläpuoleinen alue.



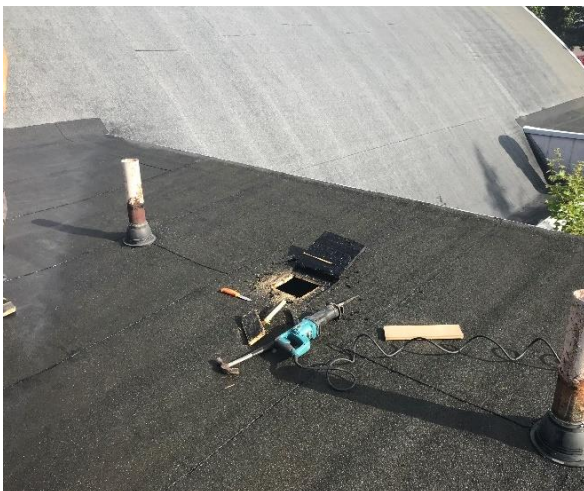
Kuva 114
Yleiskuva kaaren vesikatolta alemmalle vesikattolappeelle.



Kuva 115
Yläpohjan havaintopiste varasto-osan vesikaton ja kaariosan taitteessa.



Kuva 116
Yleiskuva yläpohjaan edellisen valokuvan kohdalta. Vesikatteen alustalaudoitus on tummunut puutteellisen yläpohjan tuulettuvuuden seurauksena. Yläpohjan paperipäällysteisen mineraalivillan päällä on havaittavissa paikoin myös vanhoja vesivuotojälkiä.



Kuva 117
Yläpohjan rakenneavauspiste (YP8)



Kuva 118
Yläpohjan rakenneavauspiste (YP8), Yleiskuva yläpohjatilaan.



Kuva 119

Yläpohjan rakenneavauspiste (YP7). Avauspisteessä on useita alkuperäisiä ja eri-ikäisiä kermikerroksia. Yläpohjassa näyttämön yläosan ja ilmanvaihtokonehuoneita vasten olevan ulkoseinän liittymässä on kohdalla havaittavissa paikallisia vesivuotojälkiä.



Kuva 120

Yläpohjan rakenneavauspiste (YP7), yleiskuva yläpohjatilaa. Yläpohjassa näyttämön yläosan ja ilmanvaihtokonehuoneita vasten olevan ulkoseinän liittymässä on havaittavissa paikallisia vesivuotojälkiä. Yläpohjatilaa tuulettavuus vaikuttaa toimivalta.



Kuva 121

Yläpohjan rakenneavauspiste (YP6). Avauspisteessä on useita alkuperäisiä ja eri-ikäisiä kermikerroksia.



Kuva 122

Yläpohjan rakenneavauspiste (YP6), yleiskuva yläpohjatilaa. Vesikatteen alustalaudoissa on yläpohjan puutteellisesta tuulettavuudesta aiheutuvaa tummentumaa.



Kuva 123

Yläpohjan rakenneavaus liikuntasalin kaaren päällä (YP9). Avauspisteessä on useita alkupe räisiä ja eri-ikäisiä kermikerroksia. Katealustalautoituksen ja tuulensuojalevyn välissä on toimiva tuuletusväli. Tuuletusvälissä ei havaittavissa puutteelliseen tuulettavuuteen viittaavia merkkejä. Yläpohjatilän tuuletus tapahtuu rakenteen yli pitkien sivujen suuntaisesti.



Kuva 124

Yläpohjan rakenneavaus liikuntasalin kaaren alaosasta (YP2). Katealustalautoituksen ja tuulensuojalevyn välissä on toimiva tuuletusväli. Tuuletusvälissä ei havaittavissa puutteelliseen tuulettavuuteen viittaavia merkkejä. Yläpohjatilän tuuletus tapahtuu rakenteen yli pitkien sivujen suuntaisesti.



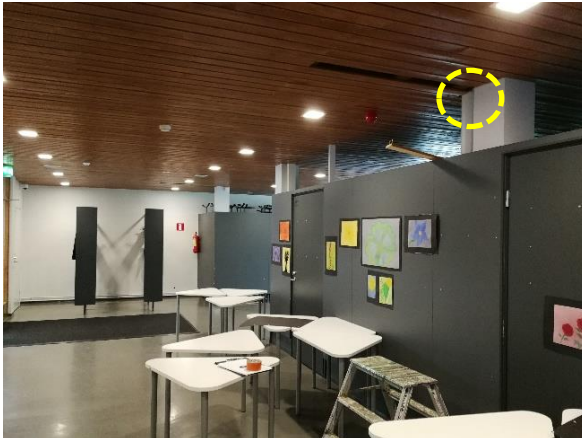
Kuva 125

Pintavaurioitunut kermirakenne alemmalla vesikattolapeella ilmanvaihtokonehuoneen nro 208 edustalla. Katetta on poltettu ilkevaltaisesti. Vauriopaikkaan on liimaantuneen tulitikkuja ja tulitikkuaskin kansi.



Kuva 126

Yleiskuva saneerauskaivosta (roskasihti puutuu)



Kuva 127

Lämpötila nro 108 varastotilojen ja wc- tilojen välissä. Tilassa on koettu voimakasta "homeen" hajua. Alakaton päälle tehtyjen havaintojen perusteella kattovesiviemärointi lävistää yläpohjaholvin täysin avoimena, jolloin yläpohjasta tahtuu ilmavuotoja sisätiloihin päin.



Kuva 128

Kattovesiviemäriin yläpohjaholvin läpiviennessä on n 250 * 250 mm kokoinen avoin yhteys yläpohjatiltaan. Peitelevytykset ovat näkyvästi kosteusvaurioituneet.

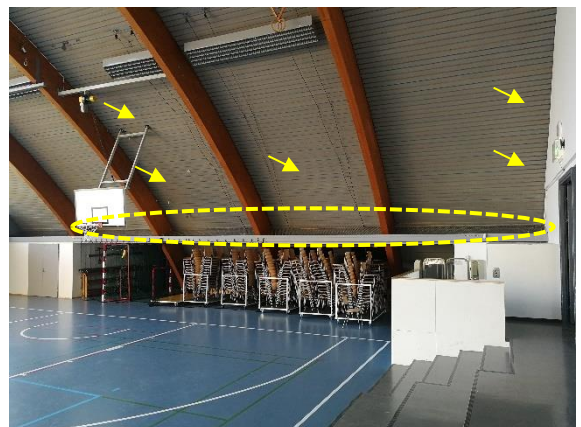
Liikuntasalin yläpohjarakenteita tarkasteltiin aistinvaraisesti sisäpuolelta tehtyjen rakenneavausten kautta. Rakenneavaukset tehtiin kohtiin, joissa sisäpuolisen harvalaudoituksen alla olevassa ilmansulcupaperissa nähtiin vuotojälkiä. Rakenneavauksia tehtiin yhteensä viisi kappaletta eri puolille liikuntasalia. Avaukset tehtiin liikuntasalin kaaren alaosiin. Avauksia tehdessä todettiin voimakasta ilmavuotoa sisätiloihin päin. Lisäksi oli havaittavissa PAH-yhdisteisiin viittaavaa hajua, mutta hajun lähdettä ei saatu paikallistettua.

Sisäpuolisia vesivuotojälkiä havaittiin erityisesti kohdassa, jossa kaaren sivulla olevat lappeet liittyvät rakenteeseen. Saatujen tietojen mukaan tasakattoisten vesikatto-osuuksien kattovesien poistossa on ollut vuosien saatossa ongelmia ja kattokaivot ovat padottaneet. Tällöin vettä on voinut päästä myös kaaren sisäpuolisiin rakenteisiin. Vuotojälkiä oli havaittavissa myös lapelinjan yläpuolella, mikä viittaa vesikatteen vuotoihin.



Kuva 129

Yleiskuva halliosan sisäkatoista. Kaaren ja varastoseinän rajataitteessa on sisäpinnolla vuotovesijälkiä. Paikallisia vauriojälkiä esiintyy myös ilmanvaihtokonehuoneen seinälinjan vierustalla



Kuva 130

Yleiskuva halliosan sisäkatoista. Kaaren ja varastoseinän rajataitteessa on vuotovesijälkiä ja osa kaaren alaosan sisäkattopinnoista on korjattu. Paikallisia vauriojälkiä esiintyy myös ilmanvaihtokonehuoneen seinälinjan vierustalla sekä koripallotelineen kiinnityskohdilla. Näistä vuodoista on aiheutunut paikallisia vesivalumia myös lattialle ja välipohjan eristetilaan.



Kuva 131
Liikuntasalin yläpohjarakenteen kuntoa tarkastettiin sisäpuolisilla rakenneavauksilla (YP3). Harvalaudoituksen alapuolisessa ilmansulkupaperissa havaittavissa vuotojälkiä.



Kuva 132
Mineraalivillassa esiintyy runsaasti vuotojälkiä (YP3).



Kuva 133
Vuotojälkiä esiintyy mineraalivillaeristeiden välisissä papereissa (YP3). Lisäksi eristeissä on havaittavissa ilmavuotojen aiheuttamaa tummentumaa.



Kuva 134
Vuotojälkiä alemman lappeen liityntäkohdassa (YP4). Rajataitteesta on avoin ilmayhteys myös tasakattolapteen eristetilaan.



Kuva 135
Yläpohjaeristeessä runsaasti ilmavuotojen aiheuttamaa tummentumaa (YP4).



Kuva 136
Vuotojälkiä alemman lappeen kohdalla liikuntasalin itäpäädyssä (YP2).


Kuva 137

Sähkökeskushuoneessa 139 lastulevyllä verho-
tussa yläpohjassa sekä seinälevyissä kosteu-
den aiheuttamia jälkiä.

5.7.4 Mikrobianalyysit

Liikuntasalin rakenneavauksista otettiin yhteensä kahdeksan materiaalinäytettä mikrobiviljelyyn. Lisäksi materiaalinäytteitä otettiin vesikatolle tehtyjen rakenneavausten kautta yhteensä kolme kappaletta. Tarkemmat näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa ja mikrobinäytteiden analyysivastaukset liitteessä 4.

Taulukko 5. Yläpohjan materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset

Näytenu- mero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
MN42	Liikuntasali 110	YP1, kaaren alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN43	Liikuntasali 110	YP2, kaaren ylempi avaus	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN44	Liikuntasali 110	YP3, kaaren alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN45	Liikuntasali 110	YP3, kaaren alaosa	Kuitulevy	Vahva viite vauriosta
MN46	Liikuntasali 110	YP4, kaaren alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN47	Liikuntasali 110	YP4, kaaren alaosa	Kuitulevy	Vahva viite vauriosta
MN48	Liikuntasali 112	YP5, kaaren alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN49	Liikuntasali 112	YP5, kaaren alaosa	Kuitulevy	Vahva viite vauriosta
MN51	Lännen puoleinen lape (käy- tävä 124)	YP6	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN52	Eteläpäädyn lape (RK8, 105)	YP7	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN53	Idän puoleinen lape (vaate- halli 102D)	YP8	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta

Liikuntasalista otetuissa näytteissä todettiin vahva viite vauriosta viidessä näytteessä ja heikko viite vauriosta kahdessa näytteessä. Näytteissä esiintyi pääosin runsaasti mikrobeja sekä kosteusvaurioon viittaavia lajistoja. Muissa yläpohjarakenteista otetuissa näytteissä ei todettu vaurioita.

5.7.5 Johtopäätökset

Rakennuksen uusitut vesikatteet ovat vielä teknisesti tyydyttävässä kunnossa. Vesikatteilla on teknistä käyttöikää jäljellä, mutta yläpohjan lämmöneristeisiin on muodostunut korjausta vaativia kosteus- ja mikrobivaurioita aiempien vesikattovuotojen seurauksena. Kaarihalliosalla yläpohjarakenne ei ole ilma- / vesihöyryntiivis.

5.7.6 Toimenpide-ehdotukset

Kaarihalliosan yläpohjan lämmöneristeiden uusinta ja yläpohjan ilmatiiveyden parantaminen. Uusinnan yhteydessä rakenteiden vaurioiden tarkastus ja korjaustarpeen tarkempi arviointi.

Tasakatto-osuuksilla aiempien vesikattovuotojen seurauksena vaurioituneiden eristeiden uusinnat, yläpohjan tuulettuvuuden parantaminen.

6 Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimusten tulokset

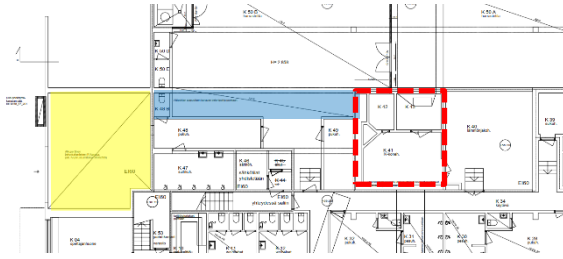
6.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus ja havainnot, taustatiedot

Rakennuksessa on koneellinen tulo-poistoilmavaihto, joka on uusittu vuonna 2012. Ilmanvaihtokoneet ovat sijoitettuna pohjakerroksen ilmanvaihtokonehuoneisiin sekä liikuntasalin yläosan parven sivustoille. Teknisesti laitteet ja järjestelmät ovat uusia.

Ilmanvaihtokanavia ei ole nuohottu saneerauksen jälkeen kuin ainoastaan liikuntasalin puolella ilkeivallan takia.

Kellarikerroksen ilmanvaihtokonehuoneessa (Tila K41) havaittiin merkittäviä puutteita tuloilman osalta. Tuloilmakanavan havaittiin olevan suorassa ilmayhteydessä vanhaan betonirakenteiseen IV-kanavaan, joka johtaa rakennuksen länsipäädystä olevaan alkuperäiseen, betoniseen ja maapohjaiseen ilmanotto-tilaan.

Kiinteistön huoltomiehen mukaan automaattisissa ilmamääränsäätölaitteissa on esiintynyt vikaa ja niitä on jouduttu uusimaan. Luokkatilojen ilmamäärää säädetään tilan hiilidioksidipitoisuuden perusteella. Kun hiilidioksidipitoisuus nousee yli 600 ppm:n, ilmanvaihto menee täydelle teholle. Aktiiviajan pituus on kuitenkin vain 0,5 h. Ilmamääränsäätölaitteiden takia ilmamäärien suuruutta on vaikea säätää manuaalisesti.



Kuva 138

Alkuperäinen betonirakenteinen ilmanotto-tila psykologin huoneen K04 takana. Tila on maapohjainen. Tuloilmakoneiden 1 ja 2 raitisilmanotto tapahtuu em. tilan kautta.



Kuva 139

Tuloilmavaihtokoneiden 1 ja 2 ilmanotto-tila sijaitsee toisen kerroksen pihakannen alla.



Kuva 140

Raitisilmanottoaukot maapohjaiseen pihakannen alustatilaan (palvelualueella TK1 jaTK2).



Kuva 141

Raitisilmanotto-tilassa kulkee uusittuja poistoilmavaihtokanavia. Ilmanotto-tilassa on suora maaperäyhteys (palvelualueella TK1 jaTK2).



Kuva 142

Tuloilmakoneen TK1 ja TK 2 takaa lähtevä betoninen raitisilmakanavarakenne, joka päättyy pihakannen alustatilaan



Kuva 143

Tuloilmakoneen TK1 ja TK 2 takaa lähtevä betoninen raitisilmakanavarakenne, joka päättyy pihakannen alustatilaan.



Kuva 144

Yleiskuva iv konehuoneesta (Tila K41), jossa sijaitseva TK 1 ja TK2

6.2 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtautta tarkasteltiin aistinvaraisesti. Kellarikerroksessa sijaitsevan ilmanvaihtokoneen suodattimen edelliset vaihdot oli kirjanpidon mukaan tehty 02/2019 ja 07/2018, mutta tarkastushetkellä suodatinta ei ollut vielä vaihdettu. Suodatin oli selvästi likaantunut ja tukkeutunut. Betonisen ilmanottokanavan ja maapohjan kautta tuleva tuloilma on epäpuhdasta, jolloin myös suodattimet tukkeutuvat normaalia nopeammin. Tuloilmakoneen TK 1 ja TK2 tuloilmakammiossa on irtonaisia mineraaliviljelähteitä.



Kuva 145

Tuloilmasuodatin (TK1) on likaantunut ja on vaihdon tarpeessa.



Kuva 146

Tuloilmakoneen (TK1) tuloilmakammiossa ennen lämmityspatteria on epäpuhtauksia.


Kuva 147

Tuloilmakoneiden TK1 ja TK2 tuloilmakammiossa on mineraalivillakappaleita (ennen suodattimia).

[Napsauta ja lisää kuva valintanauhalta]

Tuloilmakanavien pölyn koostumusta tutkittiin pyyhintänäytteillä. Pölynäytteet otettiin tuloilmakanavien päätelaitteiden sisäpinnalta. Näytteet tutkittiin stereomikroskoopilla ja pyyhkäisyelektronimikroskoopilla Labroc Oy:n laboratorioissa 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 (+). Näytteenotkohdat on merkitty liitteessä 1 olevaan pohjakuvaan.

Taulukko 6 Pyyhintänäytteiden tulokset tuloilmakanavasta (pölyn kertymäaika tuntematon).

Näyte	Tila	Pölynkoostumus
PEM1	Tanssisali K50b, tuloilmakanava	<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 1-5 p-% <ul style="list-style-type: none"> • kivivilla • lasivilla
PEM2	Luokatila RK6, tuloilmakanavan pääte-laite	<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 1-5 p-% <ul style="list-style-type: none"> • kivivilla • lasivilla

PEM3	Lämpö 106, tuloilmakanava	<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"> • kivivilla
------	---------------------------	---

Aistinvaraisesti arvioituna tuloilmakanavissa tai tuloilmakanavien päätelaitteissa ei havaittu normaalista poikkeavaa pölykertymää. Saatujen tulosten perusteella kaikissa otetuissa näytteissä pölynäyte sisälsi ulkoilmapölyä (silikaattinen kiviainespöly, siitepöly), mikä voi viitata suodattimien tukkeutumiseen, ohivuotoihin tai puutteelliseen kanavien puhdistukseen. Lisäksi kaikissa näytteissä esiintyi yksittäisesti kalkkikiveä sisältävää rakennusmateriaalipölyä ja klorideja sisältävää huonepölyä.



Kuva 148
Sisääntuloaulan/lämpön 106 tuloilmakanavasta otettiin pyyhintänäyte. Kanavassa havaittiin jonkin verran pölyä.



Kuva 149
Tanssisalin K50B tuloilmakanavan päällä havaittiin erittäin runsaasti pölyä.



Kuva 150
Tanssisalin K50B pinnalla havaittiin jonkin verran pölyä.



Kuva 151
Tanssisalin K50B pinnalla havaittiin jonkin verran pölyä.

6.3 Johtopäätökset

Suoritetujen tutkimusten mukaan ilmanvaihtolaitteistoissa Tuloilmakoneen TK1 ja TK2 osalla havaittiin merkittäviä puutteita tuloilman puhtauden kannalta. Ensimmäisessä kerroksessa tuloilmaa otetaan vanhan betonisen tuloilmakanavan kautta, joka päättyy maapohjaisen tuloilmakammioon.

Tuloilmakanavista otetut pölynkoostumusnäytteet viittaavat kuitulähteisiin ilmanvaihtolaitteistossa.

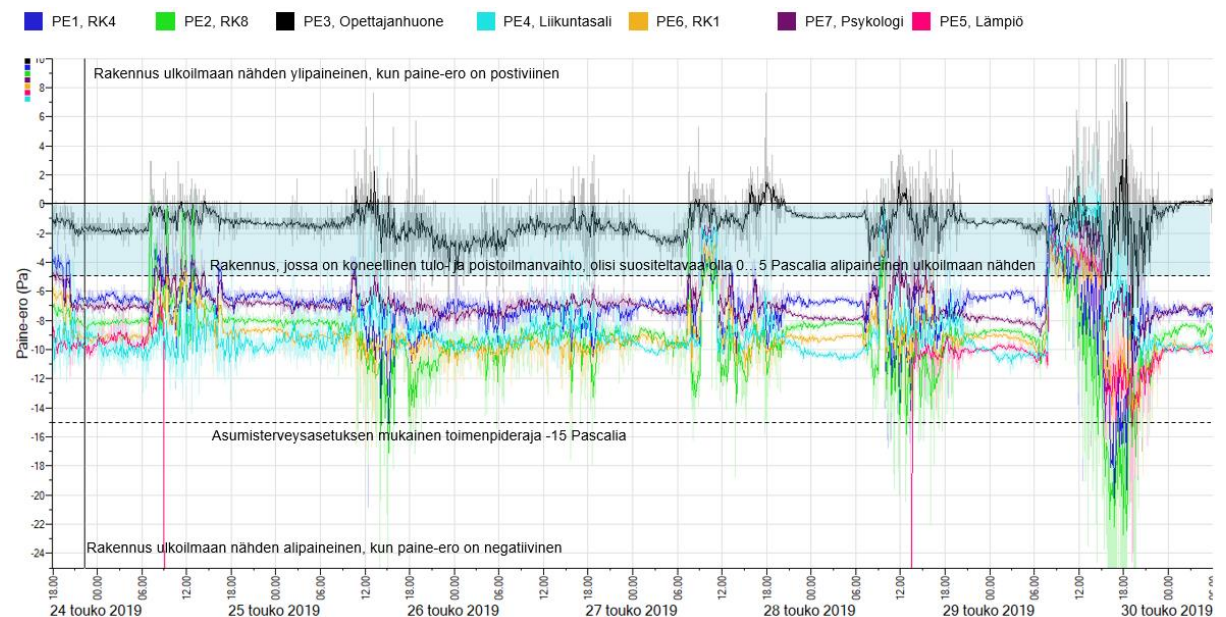
6.4 Toimenpide-ehdotukset

Illmanvaihtojärjestelmälle suositellaan kattavaa erillistä kuntotutkimusta, jonka perusteella arvioidaan tarkemmin jatkotoimenpiteet. Tuloilmakoneiden TK1 ja TK2 tuloilman otto suositellaan rakennettavaksi suoraan ulkoilmatiltaan.

7 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset

7.1 Paine-ero

Sisä- ja ulkoilman välistä paine-eroa mitattiin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä seitsemästä eri tilasta. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.



Kuva 152

Ulkoilman ja sisäilman välisen paine-eron mittaustulokset 23. – 30.5.2019.

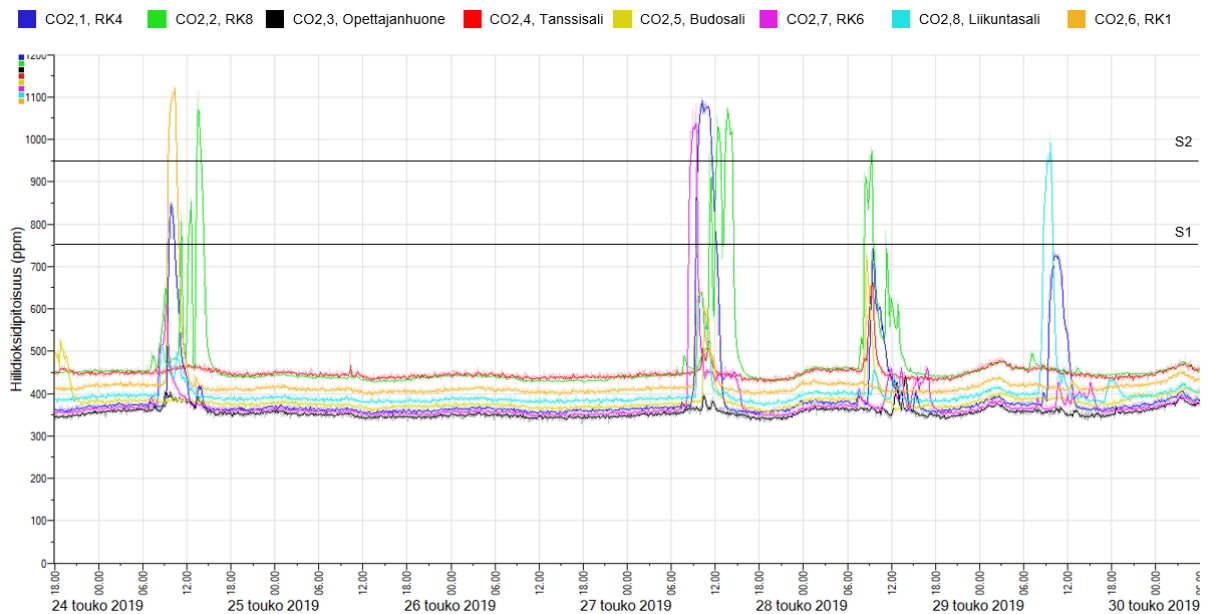
Painesuhteiden mittauksessa voidaan havaita, että kaikki tutkitut tilat ovat pääsääntöisesti alipaineisia ulkoilmaan nähden. Opettajanhuoneessa painesuhteet ovat asianmukaisella tasolla, paine-eron vaihdella -5...-2 Pascalin välillä. Muissa mitatuissa tiloissa paine-ero ulkoilmaan nähden vaihtelee pääosin -12...-3 Pascalin välillä. Paine-eron mittaustulos ei mitatulla ajanjaksolla ylitä Asumisterveysasetuksen mukaista toimenpiderajaa (-15 Pa) kuin hetkellisesti.

7.1.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tutkittujen tilojen painesuhteet ovat pääosin asianmukaisella tasolla, eikä Asumisterveysasetuksen toimenpideraja ylity. Liikuntasalissa, luokkatiloissa RK8 ja RK1 sekä toisen kerroksen eteisaulassa/lämpioässä painesuhteet ovat lähellä -10 Pascalia, mikä aiheuttaa epätiivissä rakennuksessa ilmapuotoja rakenteiden epätiiviykskohdista. Ilmapuotojen mukana sisäilmaan voi kulkeutua epäpuhtauksia, kuten mikrobeja ja mineraalikuituja rakenteista. Koko rakennuksen painesuhteet suositellaan säädettäväksi lähelle tasoa -5.0 Pascalia.

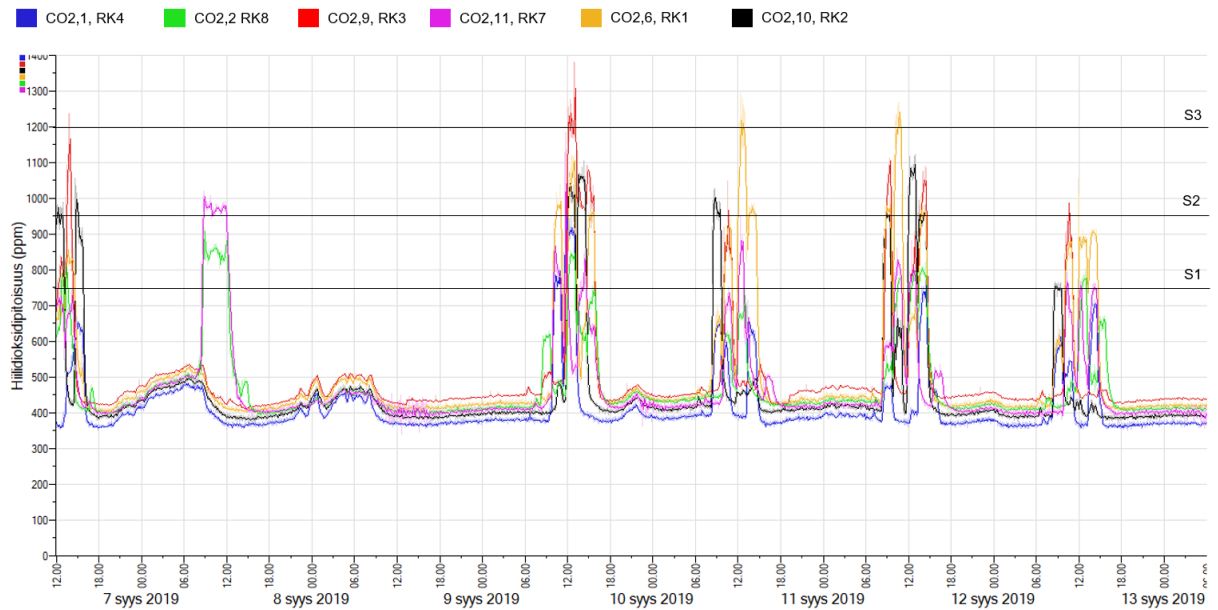
7.2 Hiilidioksidipitoisuus

Tilojen hiilidioksidipitoisuuden mittaus suoritettiin kahtena ajanjaksona. Ensimmäinen mittaus suoritettiin tutkimusten alussa 23. – 30.5.2019. Opetus koulun tiloissa ei kuitenkaan ollut normaalilla tasolla, ja mitaukset uusittiin 6. – 13.9.2019 välisellä ajanjaksolla. Ensimmäisellä kerralla mitaukset suoritettiin seitsemässä tilassa ja toisella kerralla kuudessa tilassa. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa. Molempien mittausten tulokset on esitetty alla olevissa kuvaajissa.



Kuva 153

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden mittaustulokset ajanjaksolla 23. – 30.5.2019.



Kuva 154

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden mittaustulokset ajanjaksolla 6. – 13.9.2019.

Ensimmäisellä mittausjaksolla 23. – 30.5.2019 kaikissa mittapisteissä Asumisterveysasetuksen mukainen toimenpideraja 1550 ppm alittuu selvästi. Hiilidioksidipitoisuudet kuuluvat pääosin S3-luokkaan (raja-arvo 1200 ppm, tyydyttävä sisäilmasto). Ajanjakson suurimmat mittaustulokset olivat noin 1100 ppm.

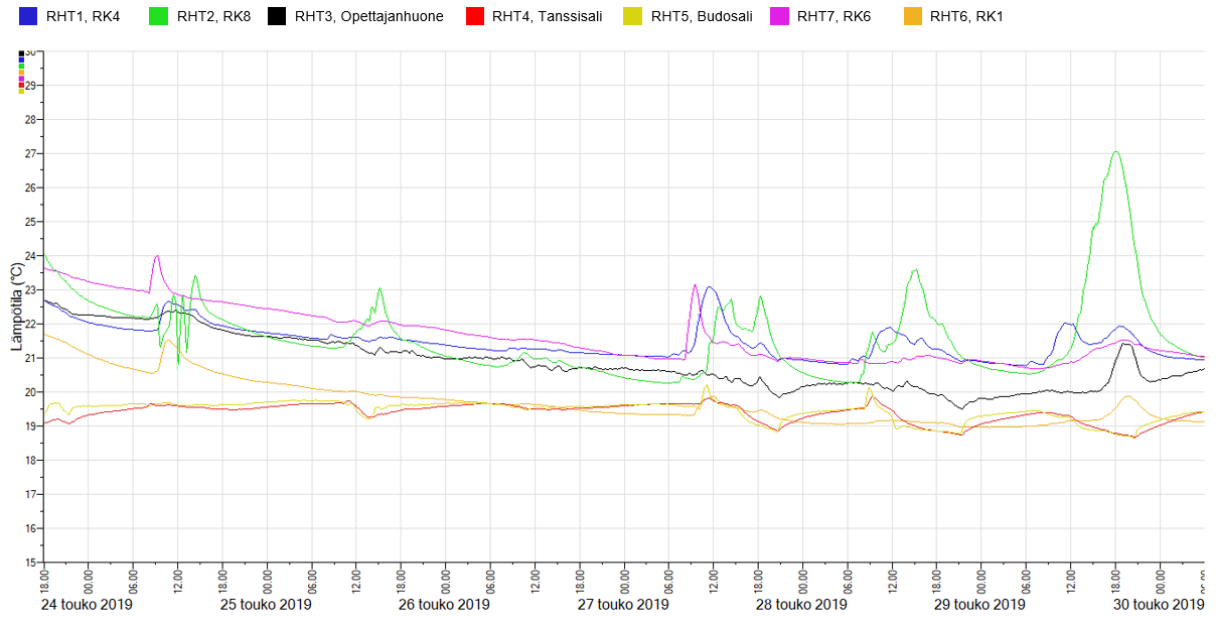
Toisella mittausjaksolla hiilidioksidipitoisuudet ovat osassa mitattuja tiloja pienemmät ja osassa suuremmat kuin edellisellä mittausjaksolla. Kaikissa mittapisteissä Asumisterveysasetuksen mukainen toimenpideraja 1550 ppm kuitenkin alittuu. Pääosin mittaustulokset kuuluvat S3-luokkaan (raja-arvo 1200 ppm, tyydyttävä sisäilmasto), mutta tiloissa RK1 ja RK3 S3-luokan raja-arvo hetkellisesti ylittyy. Korkein mittaustulos ajanjaksolla on noin 1400 ppm, joka on mitattu luokasta RK3.

7.2.1 Johtopäätöksen ja toimenpide-ehdotukset

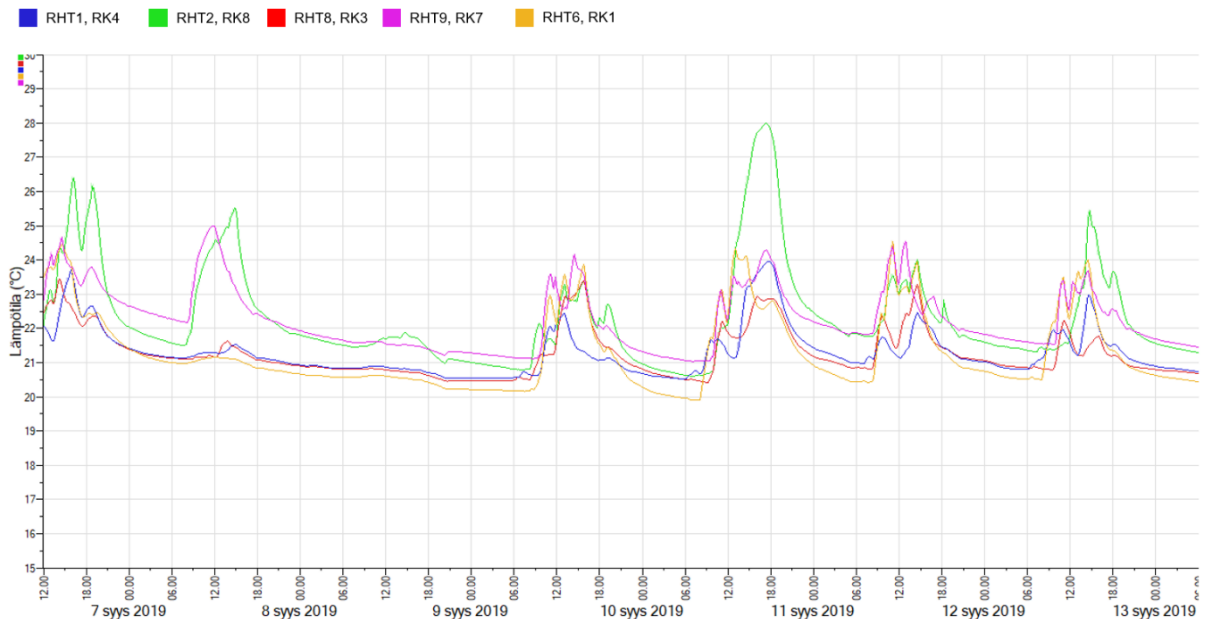
Sisäilman hiilidioksidipitoisuudet alittivat molemmilla mittausjaksoilla Asumisterveysasetuksen mukaisen toimenpiderajan. Korkeimmat mittaustulokset mitattiin ensimmäisen kerroksen luokkatiloissa RK1, RK2 ja RK3 sekä toisen kerroksen RK8-opetustilassa. Mahdollinen ovien aukipitäminen tai tuulettaminen ikkunoista ovat voineet laskea hiilidioksidipitoisuutta luokkatiloissa. Käyttäjiltä saadun tiedon mukaan luokissa koetaan yleisesti olevan riittämätön ilmanvaihto. Rakennukseen suositellaan ilmanvaihdon kunnottamista, jossa selvitetään tilojen ilmamäärät nykyisiin oppilasmääriin nähden sekä nykyisen ilmanvaihtolaitteiston riittävyyttä.

7.3 Sisäilman lämpötila

Sisäilman lämpötilan mittaus suoritettiin kahtena ajanjaksona, kuten hiilidioksidipitoisuuden mittaus. Ensimmäisellä kerralla mittaukset suoritettiin seitsemässä tilassa ja toisella mittausjaksolla viidessä tilassa. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.



Kuva 155
Sisäilman lämpötilan mittaustulokset ajanjaksolla 23. – 30.5.2019.



Kuva 156
Sisäilman lämpötilan mittaustulokset ajanjaksolla 6. – 13.9.2019.

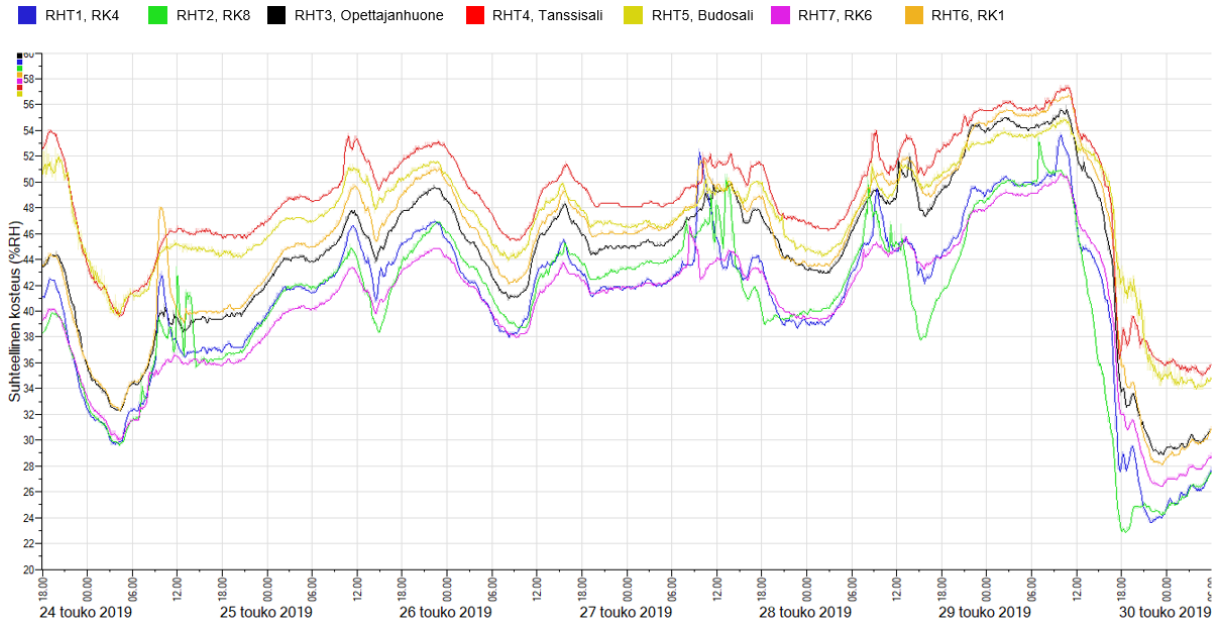
Ensimmäisellä mittausjaksolla sisäilman lämpötilan mittauksissa mitattujen tilojen lämpötilat pysyvät pääosin 24 asteen alapuolella. Yksittäinen korkeampi lämpötila (27 °C) mitattiin toisen kerroksen luokkatilassa RK8. Toisella mittausjaksolla lämpötilat pääosin 25 asteen alapuolella, korkein mittaustulos (28 °C) mitattiin jälleen toisen kerroksen luokkatilassa RK8. Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan sisäilman lämpötilan toimenpideraja oppilaitoksissa on 32 astetta lämmityskauden ulkopuolella.

7.3.1 Johtopäätöksen ja toimenpide-ehdotukset

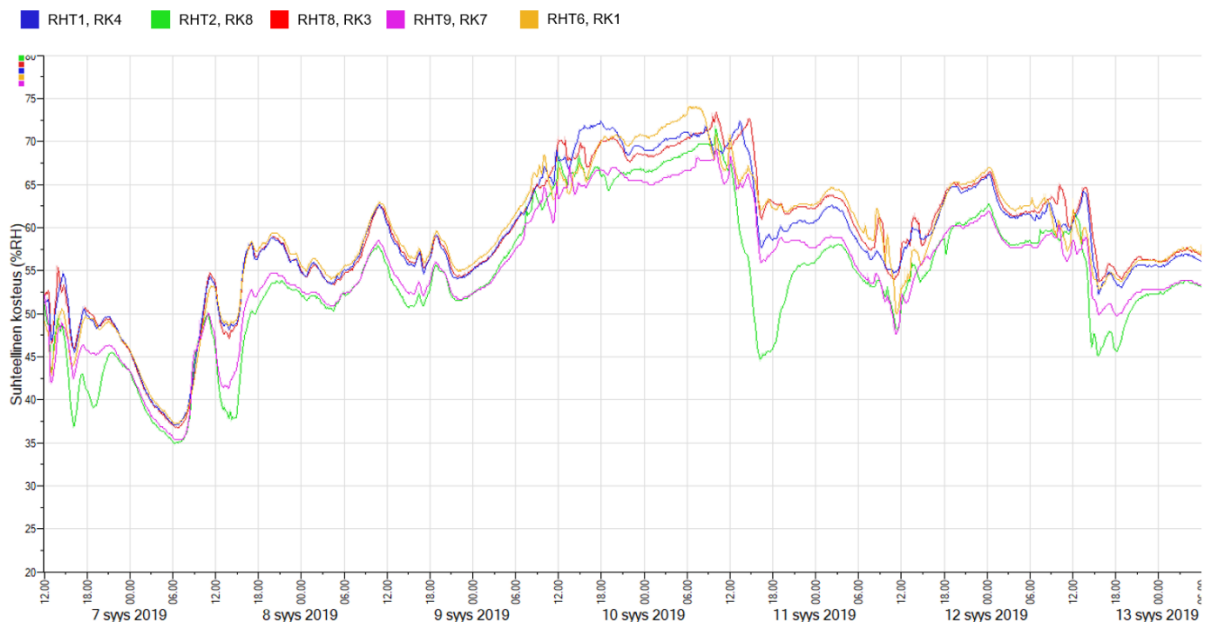
Suorittujen mittauksen perusteella tilojen lämpötilat alittavat Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan. Käyttäjät kokevat korkeita sisäilman lämpötiloja etenkin toisen kerroksen luokkatiloissa, joihin aurinko pääsee paistamaan koko päivän ajan. Ikkunoihin suositellaan asennettavaksi aurinko- tai peilikalvot.

7.4 Sisäilman suhteellinen kosteus

Sisäilman suhteellisen kosteuden mittaus suoritettiin kahtena ajanjaksona, kuten hiilidioksidipitoisuuden ja lämpötilan mittaus. Ensimmäisellä kerralla mittaukset suoritettiin seitsemässä tilassa ja toisella mittausjaksolla viidessä tilassa. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.



Kuva 157
Sisäilman suhteellisen kosteuden mittaustulokset ajanjaksolla 23. – 30.5.2019.



Kuva 158
Sisäilman suhteellisen kosteuden mittaustulokset ajanjaksolla 6. – 13.9.2019.

Ensimmäisellä mittausjaksolla sisäilman suhteelliset kosteudet vaihtelivat välillä 22...58 %RH ja toisella mittausjaksolla 35...74 %RH. Huoneilman suhteellisen kosteuden suositeltavana vaihteluvälinä on pidetty 20...60 %RH, jolloin syyskuussa 2019 tehdyn mittauksen suhteellisen kosteuden arvot ovat mittausjakson loppupuolella melko korkeat, mutta ajanjaksolle normaaleja.

7.4.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Sisäilma kosteus on mittausajankohtina normaaliksi katsottavalla tasolla. Ei toimenpide-ehdotuksia.

7.5 Teolliset mineraalikuidut ja pölyt

Teollisten mineraalikuitujen esiintymistä tutkittiin kahden viikon laskeuma-aikana kerääntyneestä pölystä geeliteippi-menetelmällä seitsemässä eri huonetilassa. Laskeumanäyte kerättiin 23.5. - 6.6.2019. Tar-
kemmat 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 ker- tymäaika	Kuitua / cm ²
MVL1	Opetustila K06, RK4, hyllyn päällystä	14 vrk	< 0,1
MVL2	Opetustila K01, RK1, hyllyn päällystä	14 vrk	< 0,1
MVL3	Tanssisali, K50B, pianon päällystä	14 vrk	0,4
MVL4	Opettajanhuone 135, kaapin päällystä	14 vrk	0,1
MVL5	Opetustila B, RK6, hyllyn päällystä	14 vrk	< 0,1
MVL6	Liikuntasali 110, tason päällystä	14 vrk	0,7
MVL7	Opetustila D, RK8, hyllyn päällystä	14 vrk	0,1

Saatujen analyysivastauksen perusteella tasopinnoille laskeutuneen pölyn mineraalikuitupitoisuudet ovat pääsääntöisesti alhaiset, lukuun ottamatta tanssisalista ja liikuntasalista kerättyjä näytteitä. Kyseisissä tiloissa Asumisterveysasetuksen mukainen toimenpideraja (0,2 kuitua/cm²) ylittyy.

7.5.1 Johtopäätökset

Tasopinnoille laskeutuvien mineraalivillakuitujen lähteinä voivat toimia epätiivit rakenteet tai ilmanvaihtojärjestelmät. Liikuntasalissa todettiin paine-eromittauksissa voimakkaampaa alipainetta kuin muissa tiloissa ja lisäksi liikuntasalissa on kuitulähteitä sekä alapohja- että yläpohjarakenteissa, jolloin kuitujen kulkeutuminen rakenteista sisäilmaan on mahdollista.

7.5.2 Toimenpide-ehdotukset

Jatkotoimenpiteenä suositellaan ilmanvaihdon kuntotutkimusta, jossa kartoitetaan myös mahdolliset järjestelmän kuitulähteet. Liikuntasaliin alapohjan, ulkoseinän ja yläpohjan rakenteissa on todettu mikrobivaurioita, joiden korjausta on suositeltu. Mikäli uusissa rakenteissa käytetään mineraalivillaaeristettä, tulee kuitujen kulkeutuminen sisätiloihin estää ilmatiiviillä rakenteella tai kuitujen sidonnalla.

7.6 Haitta-aineet

Rakenneaavausten yhteydessä otettiin kaksi asbestinäytettä ja neljä PAH-materiaalinäytettä. Asbestinäytteet otettiin alapohjarakenteen vedeneristeen bitumihuovasta (luokkatila RK1) ja ulkoseinän ala-
osassa olevasta bitumihuopakaistasta. Kummankaan näytteen ei todettu sisältävän asbestia.

PAH-materiaalinäytteet otettiin luokkatilat RK1 alapohjan bitumihuovasta sekä ulkoseinän alaosan bitumihuopakaistasta. Lisäksi näytteet otettiin ikkunatilkkeestä ja ulkoseinän korkkieristeestä. Analyysivastauksen perusteella ainoastaan ikkunatilkke tulee käsitellä RATU-kortissa 82-0381 kuvattujen ohjeiden

mukaan vaarallisena jätteenä. Muissa näytteissä PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuudet eivät ylittäneet raja-arvoa.

Asbesti- ja PAH-näytteiden analyysivastaukset on esitetty liitteessä 4 ja näytteenottokohdat liitteessä 1.



Kuva 159

PAH-näyte otettiin oppilaskunnan tilasta K20 ikkunatilkkeestä, jossa PAH-kokonaispitoisuuden raja-arvo ylittyi. Ikkunatilkkeessä oli havaittavissa myös voimakasta hajua.

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 sisäilmaselvitysten tulosten perusteella. Altistumisen arviointi perustuu seuraavien tekijöiden arviointiin:

1. rakenteiden mikrobivaurioiden laajuuden arviointi
2. ilmayhteys ja ilmapuoretit 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 laatuun vaikuttavat häiritsevät tekijät ovat maan- vastaisten seinien ja maanpinnan tason yläpuolella olevien ulkoseinärakenteiden lämmöneristeiden mikrobivauriot, alapohjarakenteiden paikalliset mikrobivauriot sekä liikuntasalin lattian, ulkoseinien ja yläpohjan lämmöneristeiden mikrobivauriot. Merkkiainetutkimuksen perusteella mikrobivaurioituneista rakenteista tapahtuu ilmavuotoja sisäilmaan päin mm. alapohja-/ välipohja- ja ulkoseinärakenteiden liittymistä, ikkunaliittymistä sekä patterikiinnikkeistä.

Puurakenteisten välipohja- ja alapohjarakenteiden sisällä olevista mineraalivillaeristeistä, ulkovaipparakenteista tapahtuvien ilmavuotojen mukana ja ilmanvaihtojärjestelmien kautta voi kulkeutua mineraalivillakuituja sisäilmaan. Tutkimustulosten perusteella kanavista otetuissa pölynäytteissä todettiin jonkin verran mineraalivillakuituja. Kahdessa tilassa tasopinnoille laskeutuvassa pölyssä havaittiin kohonneita pitoisuuksia mineraalikuluita. Lisäksi tuloilmakoneille TK1 ja TK2 tuloilmaa johdetaan maapohjaisten betonikanaalien kautta.

Tehtyjen tutkimusten perusteella tavanomaisesta poikkeava olosuhde rakennuksessa on yleisesti *todennäköinen* sekä liikuntasalissa ja pohjakerroksen tietyissä tiloissa *erittäin todennäköinen*. Altistumisolosuhteeseen haitallisuuteen vaikuttaa erityisesti rakenteiden mikrobivauriot ja niiden laajuus. Kaikkien todettujen 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 kaarihalliosan yläpohja-, ulkoseinä ja välipohjarakenteiden lämmöneristeisiin muodostuneita kosteus- ja mikrobivaurioita sekä pohjakerroksen puulattiarakenteisiin ja kuoriverhouksmuurausten taustan lämmöneristeisiin muodostuneita kosteus- ja mikrobivaurioita. Merkkiainekoehavaintojen sekä rakennevaustien perusteella puurakenteisen kaarihalliosan yläpohjien ja ulkoseinien sekä puurakenteisten alapohjien sekä kuoriverhouksmuurausten taustan eristetilojen kautta on ilmayhteys sisäilmaan päin. Heikentävästi sisäilman laatuun vaikuttaa myös tuloilmakoneiden TK1 ja TK2 (alakerran opetustilat ja liikuntahalli) raitisilmanoton sijainti maapohjaisessa kammiotilassa.

Merkittävimmit korjaustarvetta aiheuttavat tekijät ovat vaurioituneiden eristemateriaalien uusimisesta aiheutuvat korjaustoimenpiteet kaarihalliosan yläpohjien, ulkoseinien ja välipohjarakenteiden osalla. Lisäksi korjaustoimenpiteitä aiheuttaa kuoriverhousten taustalle lämmöneristeisiin muodostuneiden lämmöneristeiden vauriot ja puulattiarakenteiden vauriot. Ulkopuolista kosteudenhallintaa tulee parantaa ja ilmanvaihdollisesti tuloilmakoneiden TK1 ja TK2 palvelualueella raitisilmanotto tulee muuttaa hallitusti ulkoilmatalaan.

9.2 Suositeltavat jatkotoimenpiteet

Ulkopuolinen kosteudenhallinta

Salaojien toimivuus ja kattava olemassaolo tulee varmistaa huuhtelu- ja kuvauksin. Uusitaan salaojitus tarvittavin osin suoritettujen tarkastusten ja kuvausten tulosten perusteella. Maanpinnat tulisi muotoilla kaikilta osin rakennuksesta pois päin kalteviksi ja perusmuurit / sokkelit suositellaan vedeneristettäväksi rakennuksen ulkopuolelta.

Alapohjarakenteet

Puurakenteisten alapohjarakenteiden purku ja uudelleenrakentaminen lämpö- ja kosteusteknisesti toimiviksi rakenteiksi tiloissa K17 ja K20. Tanssisalin levylattiarakenteen purku ja lattian rakentaminen kosteusteknisesti toimivaksi rakenteeksi.

Välipohjarakenteet

Liikuntasalin puukoolattujen lattiarakenteiden uusinta, lämmöneristeiden vaihto.

Ulkoseinärakenteet

Kuoriverhoukmuurattujen ja lämmöneristettyjen maanpaineseinien uusinta lämpö ja kosteusteknisesti toimiviksi rakenteiksi. Halliosan puurakenteisten ulkoseinin uusinta lämpö- ja kosteusteknisesti toimiviksi rakenteiksi. Kiviainesrakenteisten ulkoseinien rakenneliittymien tiivistäminen ilmatiiviiksi, mikäli vaurioituneita eristeitä ei uusita purkamalla rakenteita.

Väliseinärakenteet

Ei merkittäviä korjaustoimenpiteitä.

Yläpohjarakenteet

Kaarihalliosan yläpohjaeristeiden uusinnat ja rakenteen rakentaminen ilmatiiviiksi. Tasakatto-osuuksilla yläpohjan lävistävien avoimien läpivientien kartoitus ja tiivistäminen ilmatiiviiksi. Tasakatto-osuuksilla varauduttava myös rakenteita purkaviin toimenpiteisiin, jotta rakenteista voidaan poistaa aiempien vesikattovuotojen seurauksena rakenteisien jääneet vaurioituneet materiaalit.

Ilmanvaihtojärjestelmät

Ilmanvaihtolaitteistojen kuntotutkimus. Ilmanvaihdon tarpeenmukainen tasapainotus ja säätö ja koneiden tarpeenmukainen huolto / puhdistus. Tuloilmakoneiden TK1 ja TK2 raitisilmanotto rakennettava yhtenäisellä kanavoinnilla ulkoilmaan.

9.3 Käytönaikaista toimintaa turvaavat toimenpiteet

Sisäilman puhdistimien käyttö ja rakenneliittymien tiivistys (ikkunaliittymät, lattialiittymät) varsinaisissa luokkahuonetoiloissa siirtymävaiheessa ennen korjaustoimenpiteisiin ryhtymistä. Rakenteiden tiivistyskorjausten avulla estetään ilmavuodot mikrobivaurioituneiden materiaalien kautta sisäilmaan. Tiivistyskorjaukset vaativat erillistä korjaussuunnittelua ja tiivistyskorjausten onnistuminen tulee varmistaa korjaustöiden aikana suoritettavien merkkiainekokeiden avulla.

9.4 Korjaussuunnittelussa ja -työssä huomioitavaa

Tehdyt jatkotoimenpidesuosituksukset 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 säännöt. 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)

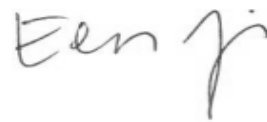
10 Päiväys ja allekirjoitukset

Tampereella 28.9.2019

A-Insinöörit Suunnittelu Oy



Rkm Timo Ekola
Projektipäällikkö



DI Eeva Jokinen,
Projekti-insinööri, sisäilmatutkija

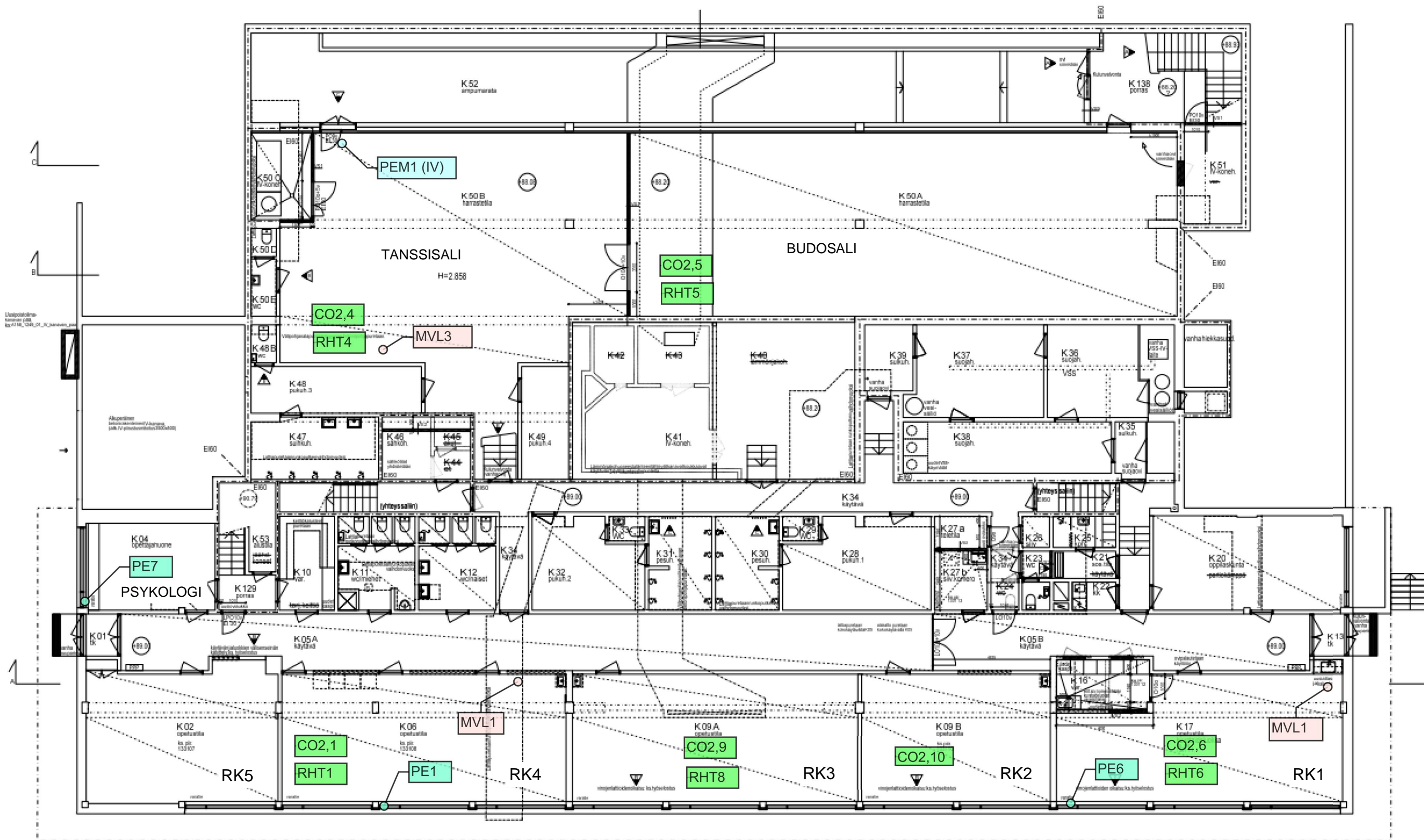


Ins. (AMK) Saija Korpi
Erityisasiantuntija, RTA (C-22375-26-16)

Pohjapiirustus, 1. kerros

Olosuhdemittaukset, paine-eromittaukset, mineraalikuitunäytteet, pölynkoostumusnäytteet

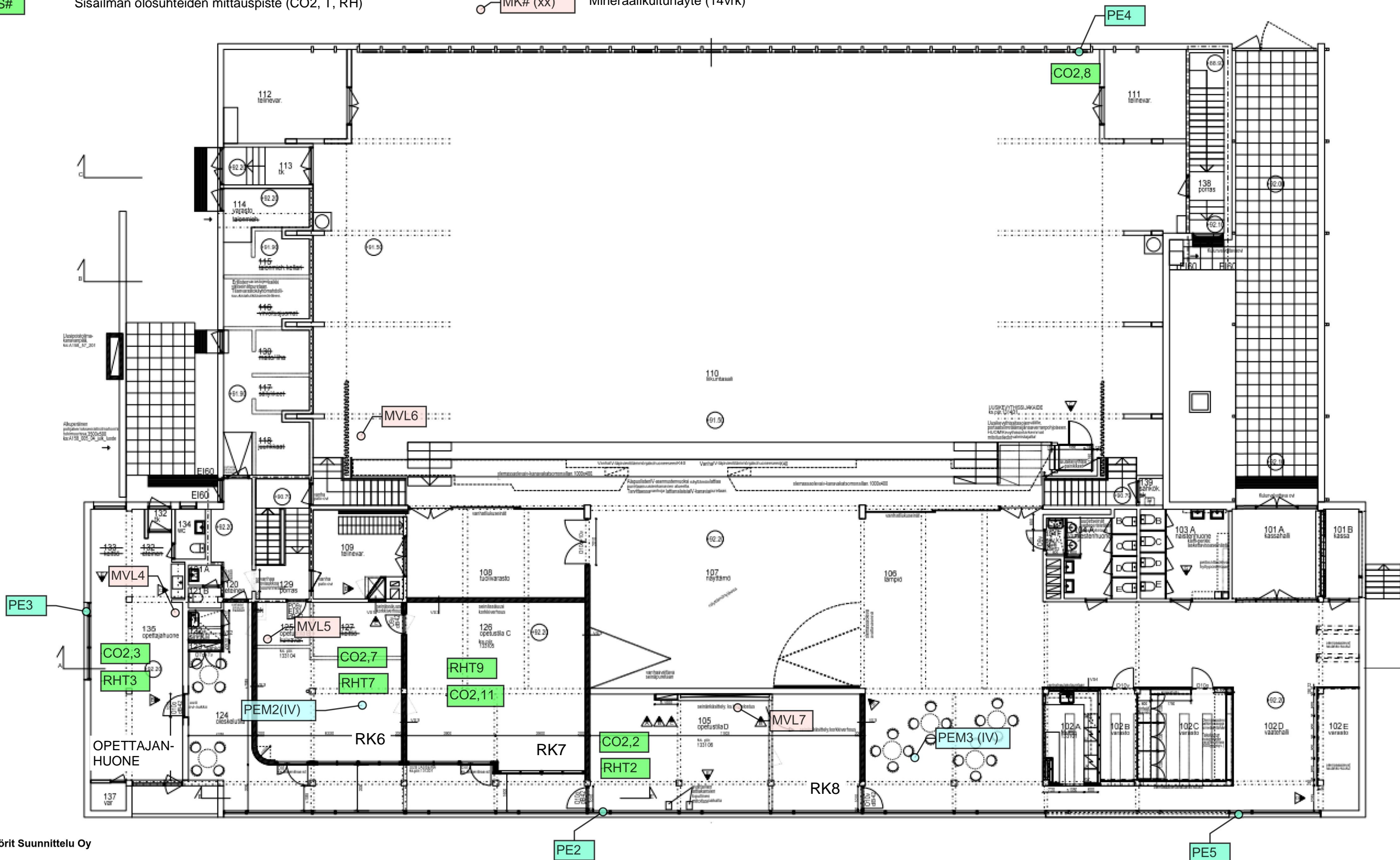
- PE# Paine-eron mittauspiste
- OS# Sisäilman olosuhteiden mittauspiste (CO₂, T, RH)
- PEM# (IV) Pölynkoostumusnäyte ilmanvaihtokanavasta/päätelaitteesta
- MK# (xx) Mineraalikuitunäyte (14vrk)



Pohjapiirustus, 2. kerros

Olosuhdemittaukset, paine-eromittaukset, mineraalikuitunäytteet, pölynkoostumusnäytteet

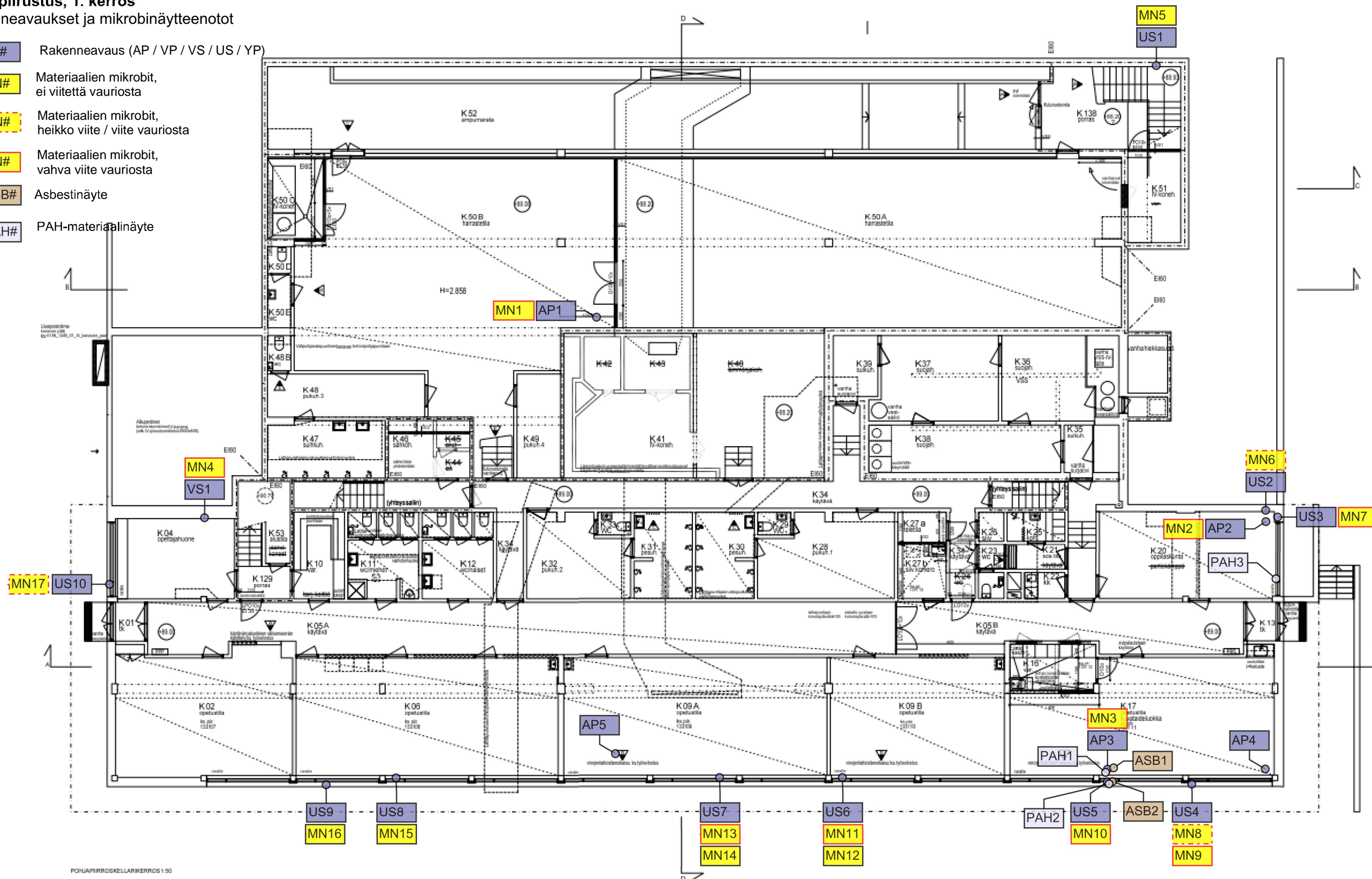
- PE# Paine-eron mittauspiste
- OS# Sisäilman olosuhteiden mittauspiste (CO2, T, RH)
- PEM# (IV) Pölynkoostumusnäyte ilmanvaihtokanavasta/päätelaitteesta
- MK# (xx) Mineraalikuitunäyte (14vrk)



Pohjapiirustus, 1. kerros

Rakeneavaukset ja mikrobinäytteet

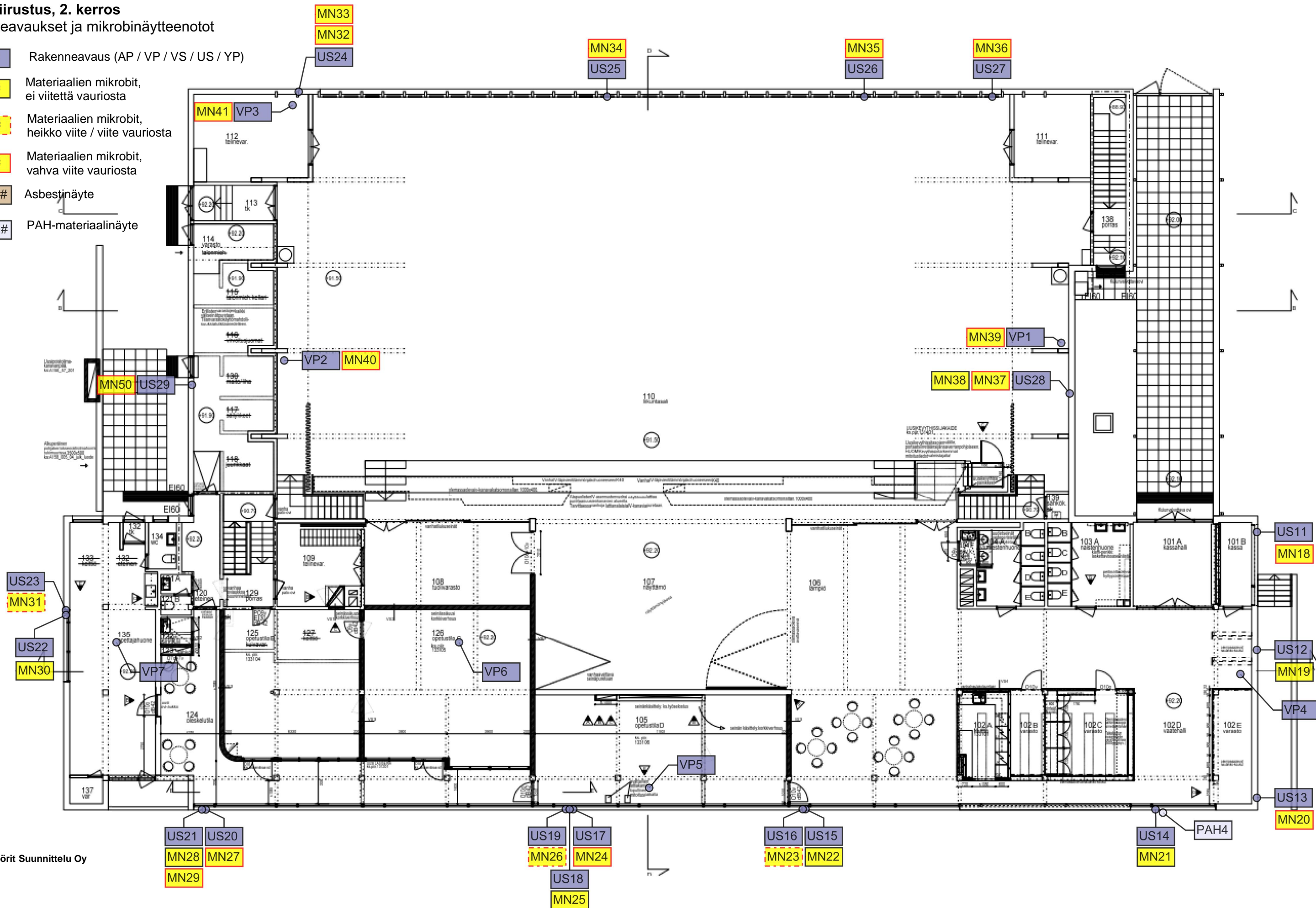
- XX# Rakeneavaus (AP / VP / VS / US / YP)
- MN# Materiaalien mikrobit, ei viitettä vauriosta
- MN# Materiaalien mikrobit, heikko viite / viite vauriosta
- MN# Materiaalien mikrobit, vahva viite vauriosta
- ASB# Asbestinäyte
- PAH# PAH-materiaalinäyte



POHJAPIIRUSTUSKELLANKERROS 1-50

Pohjapiirustus, 2. kerros
Rakeneavaukset ja mikrobinäytteenotot

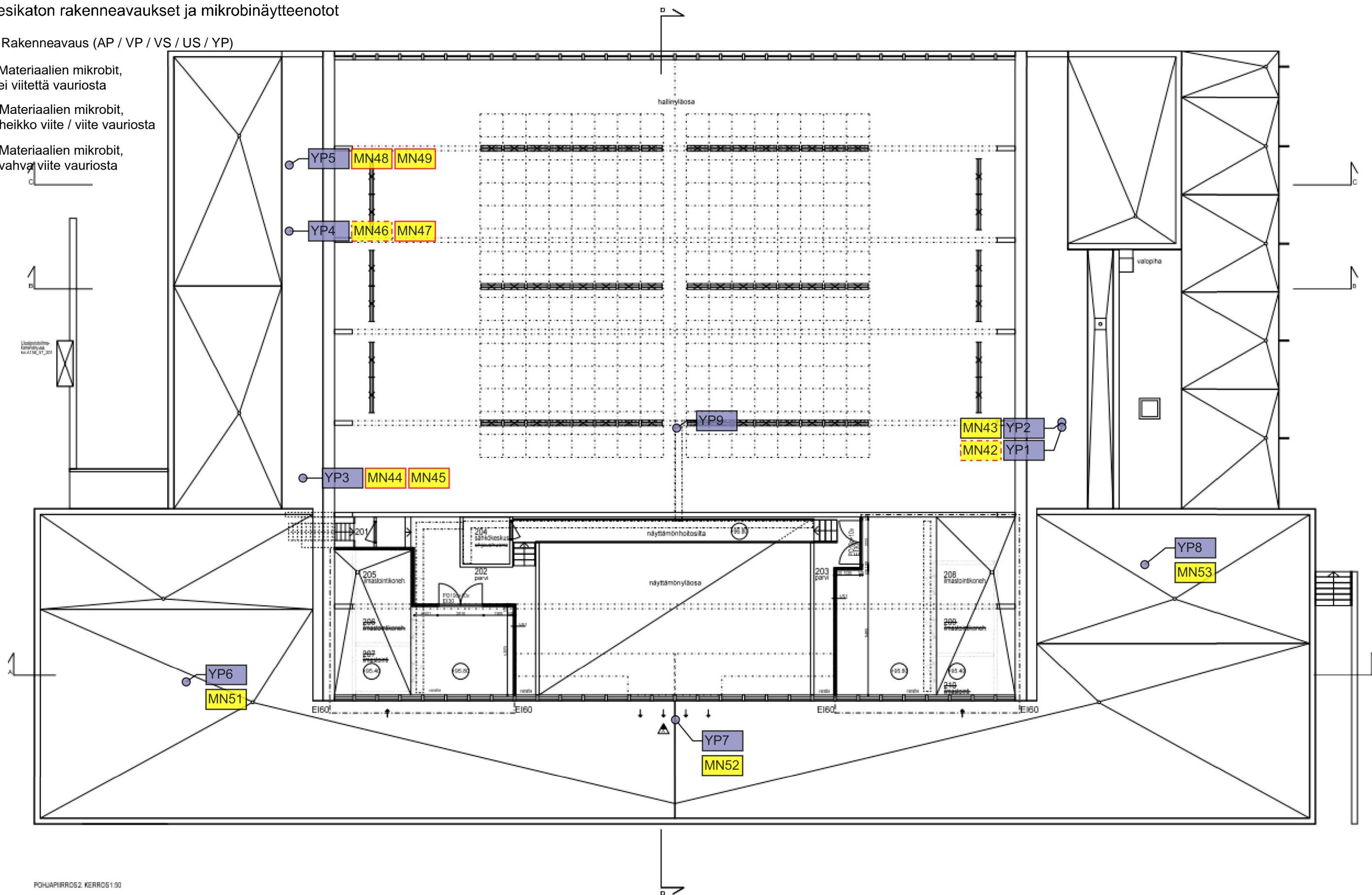
- XX# Rakeneavaus (AP / VP / VS / US / YP)
- MN# Materiaalien mikrobit, ei viitettä vauriosta
- MN# Materiaalien mikrobit, heikko viite / viite vauriosta
- MN# Materiaalien mikrobit, vahva viite vauriosta
- ASB# Asbestinäyte
- PAH# PAH-materiaalinäyte



Pohjapiirustus, vesikatot

Yläpohjan/vesikatot rakenneavaukset ja mikrobinäytteenotot

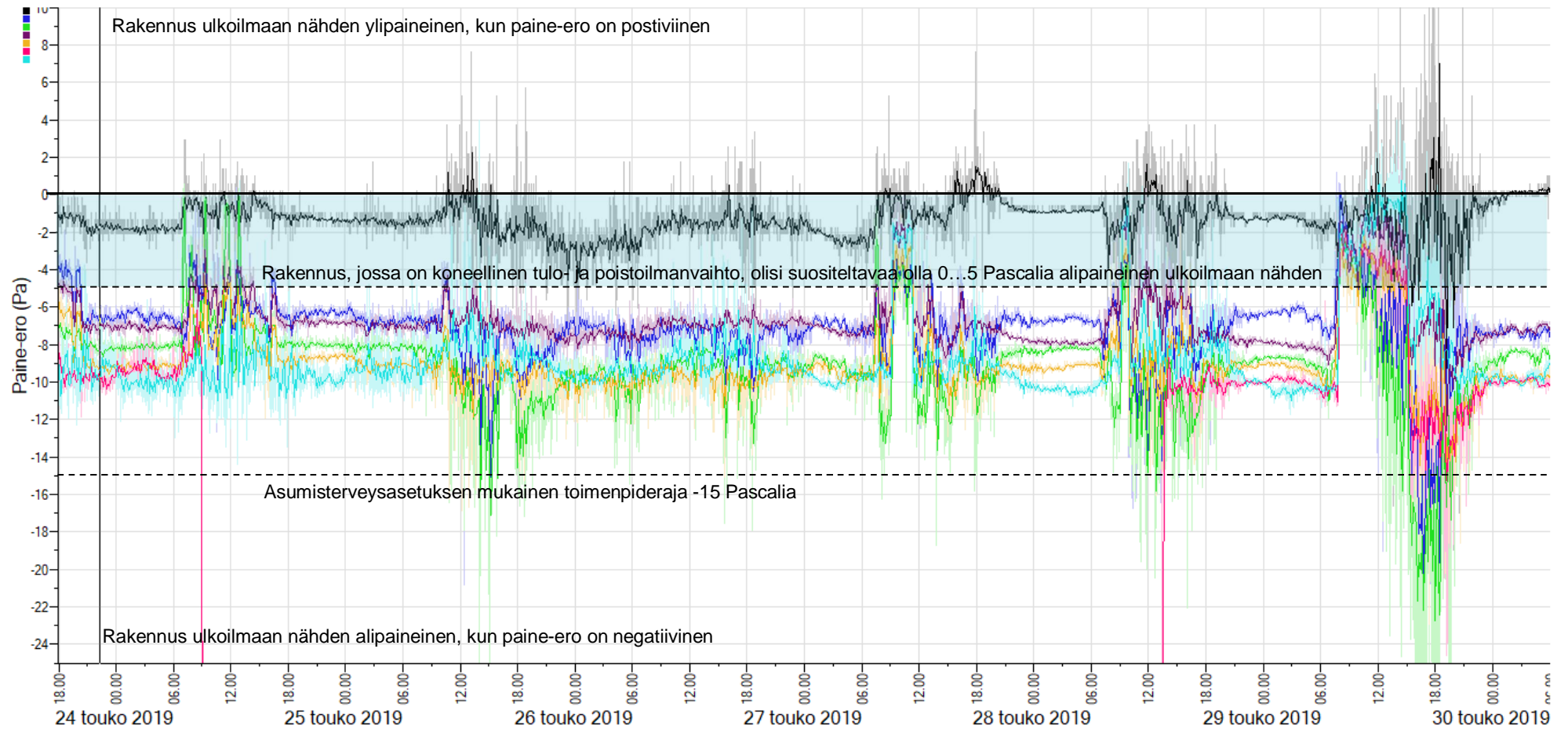
- XX# Rakenneavaus (AP / VP / VS / US / YP)
- MN# Materiaalien mikrobit, ei viitettä vauriosta
- MN# Materiaalien mikrobit, heikko viite / viite vauriosta
- MN# Materiaalien mikrobit, vahva viite vauriosta



POHJAPIIRROS2_KERROS1.50

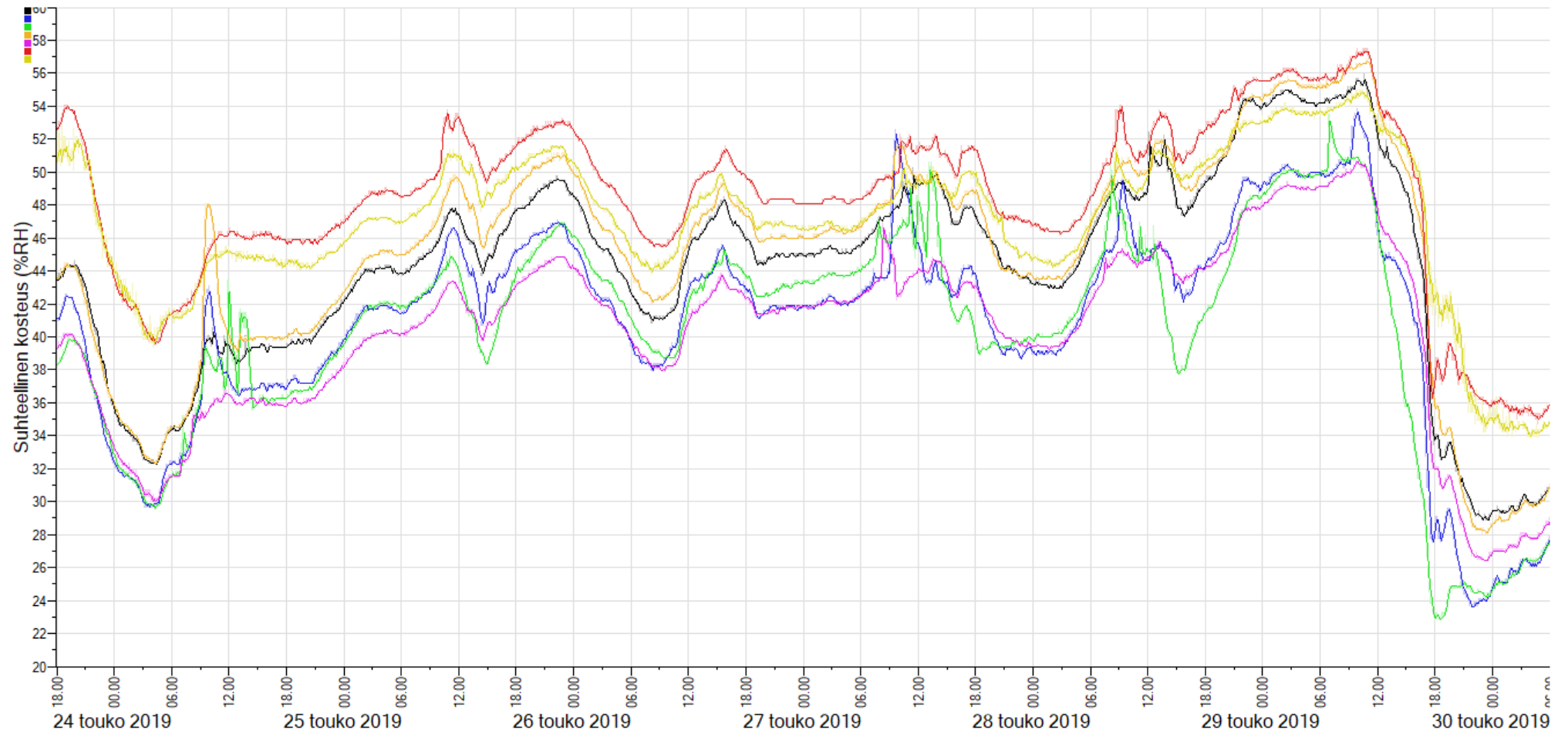
Paine-ero sisätilojen ja ulkoilman välillä (Pa) 23. – 30.5.2019

■ PE1, RK4
 ■ PE2, RK8
 ■ PE3, Opettajanhuone
 ■ PE4, Liikuntasali
 ■ PE6, RK1
 ■ PE7, Psykologi
 ■ PE5, Lämpö



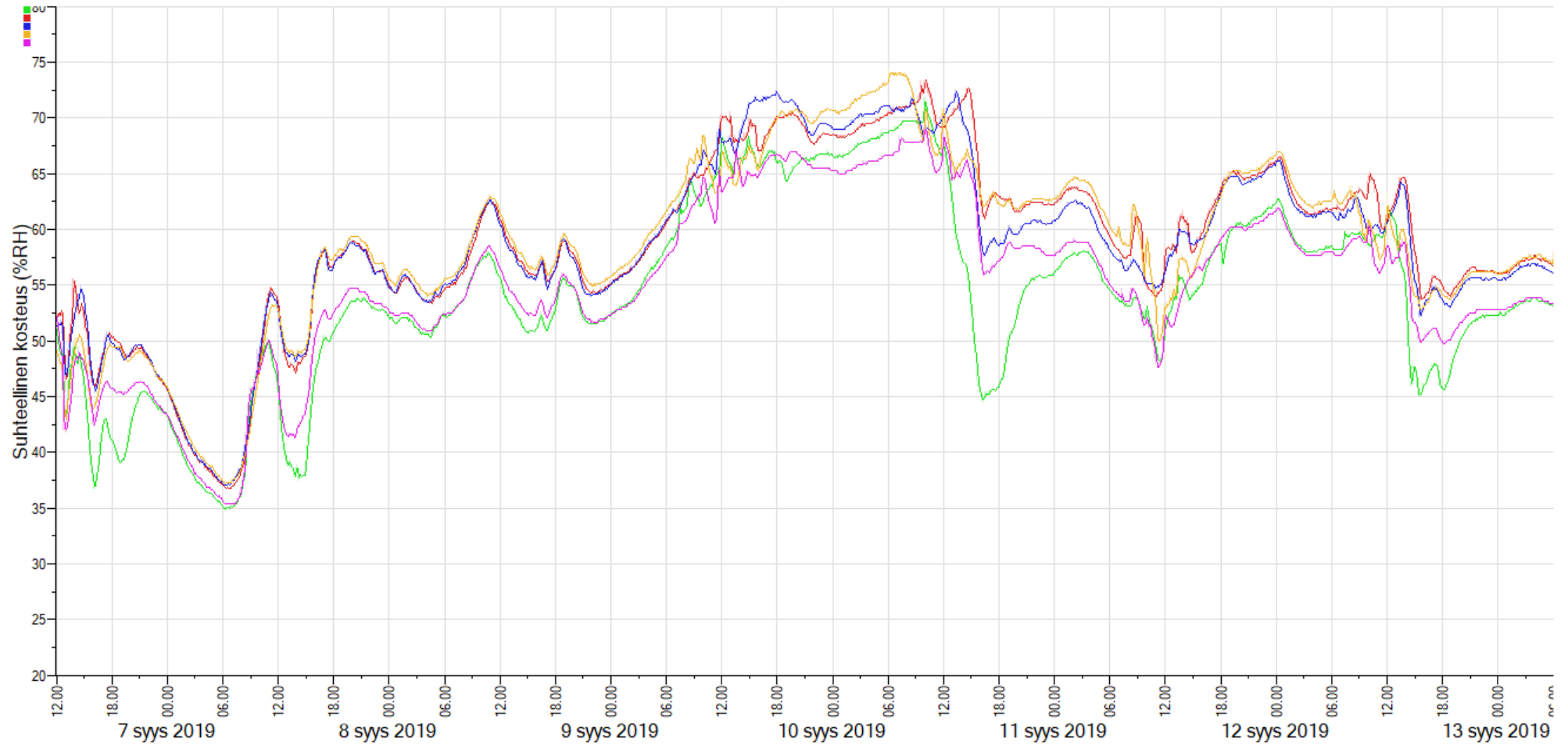
Sisäilman suhteellinen kosteus (%RH) 23. – 30.5.2019

■ RHT1, RK4
 ■ RHT2, RK8
 ■ RHT3, Opettajanhuone
 ■ RHT4, Tanssisali
 ■ RHT5, Budosali
 ■ RHT7, RK6
 ■ RHT6, RK1



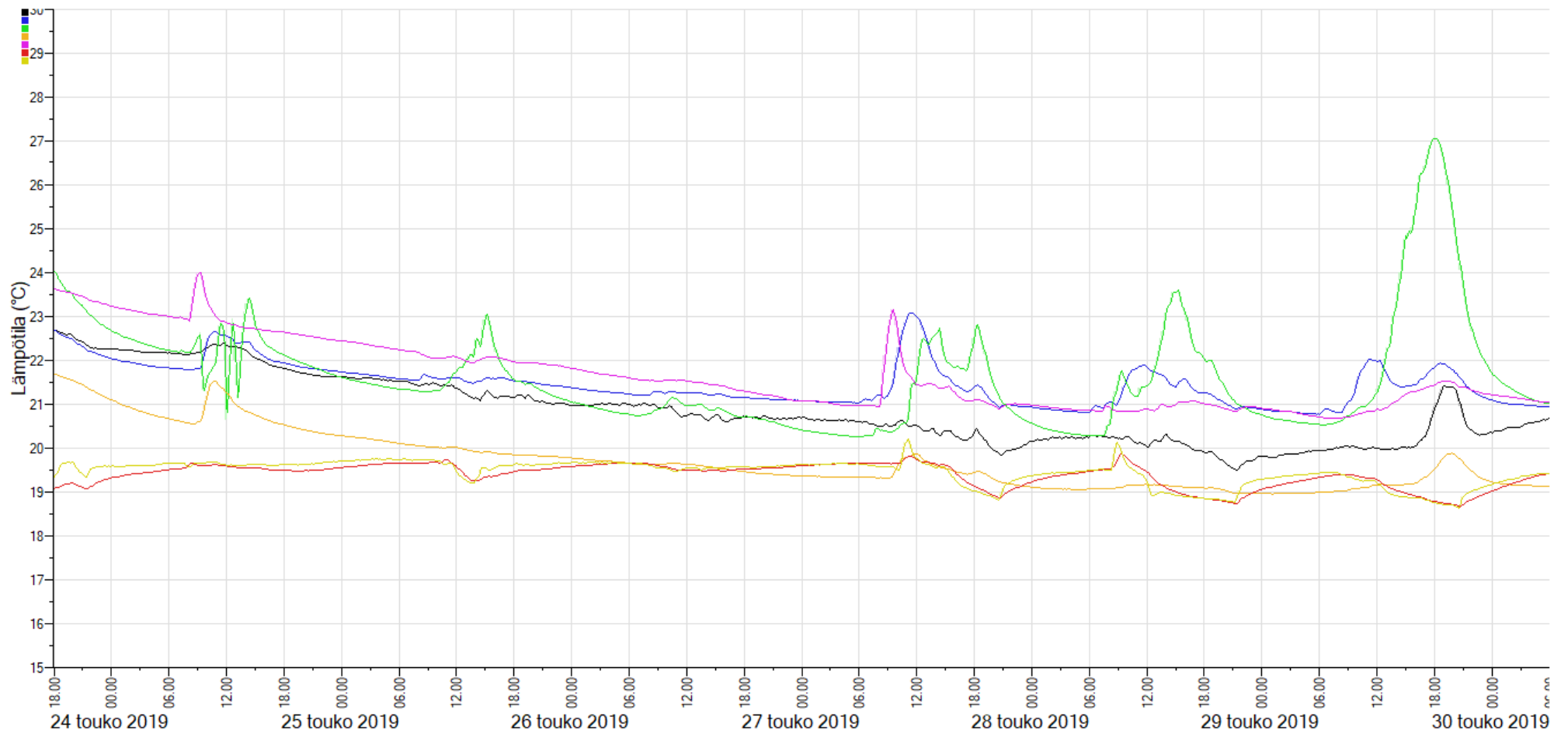
Sisäilman suhteellinen kosteus (%RH) 6. – 13.9.2019

■ RHT1, RK4
 ■ RHT2, RK8
 ■ RHT8, RK3
 ■ RHT9, RK7
 ■ RHT6, RK1



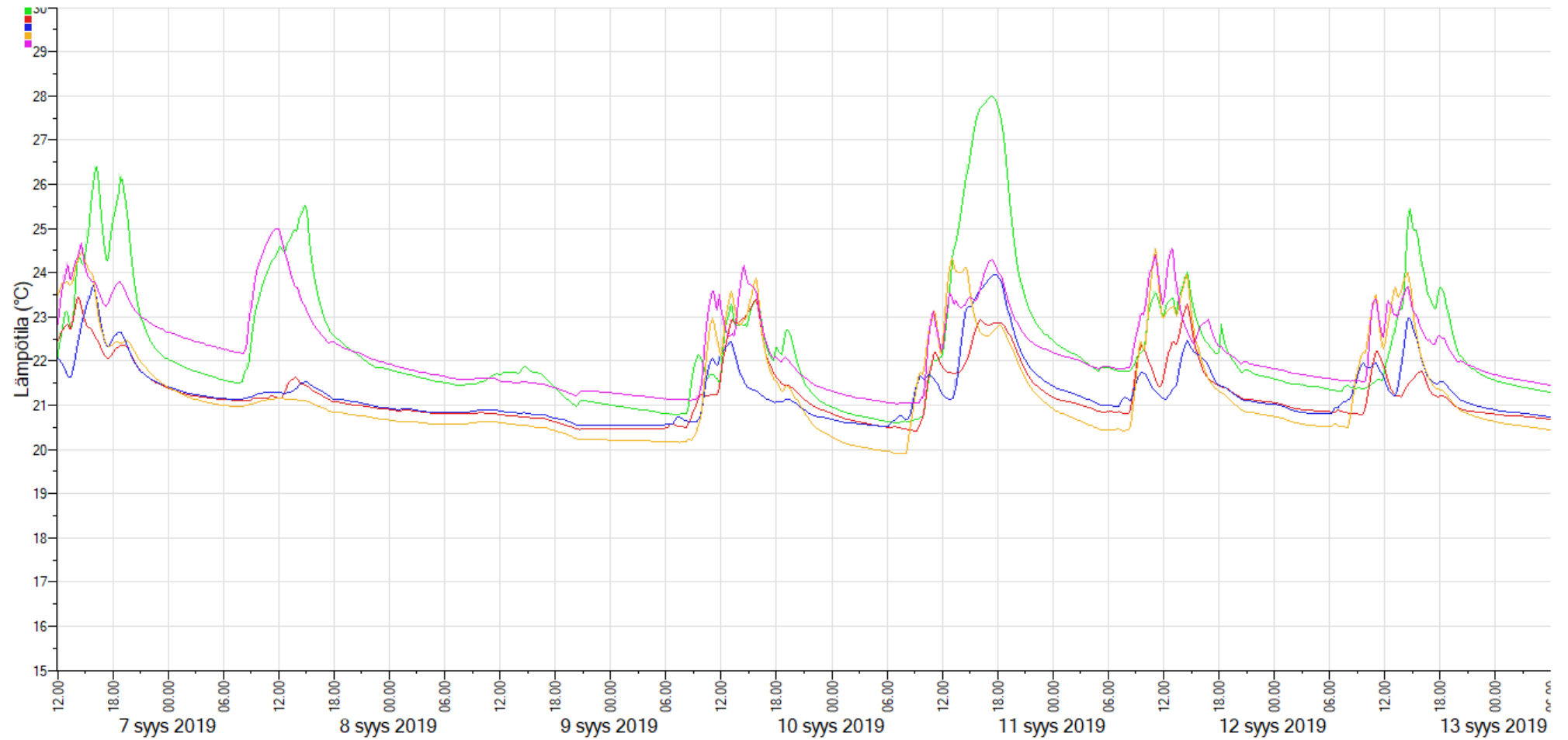
Sisäilman lämpötila (°C) 23. – 30.5.2019

■ RHT1, RK4
 ■ RHT2, RK8
 ■ RHT3, Opettajahuone
 ■ RHT4, Tanssisali
 ■ RHT5, Budosali
 ■ RHT7, RK6
 ■ RHT6, RK1



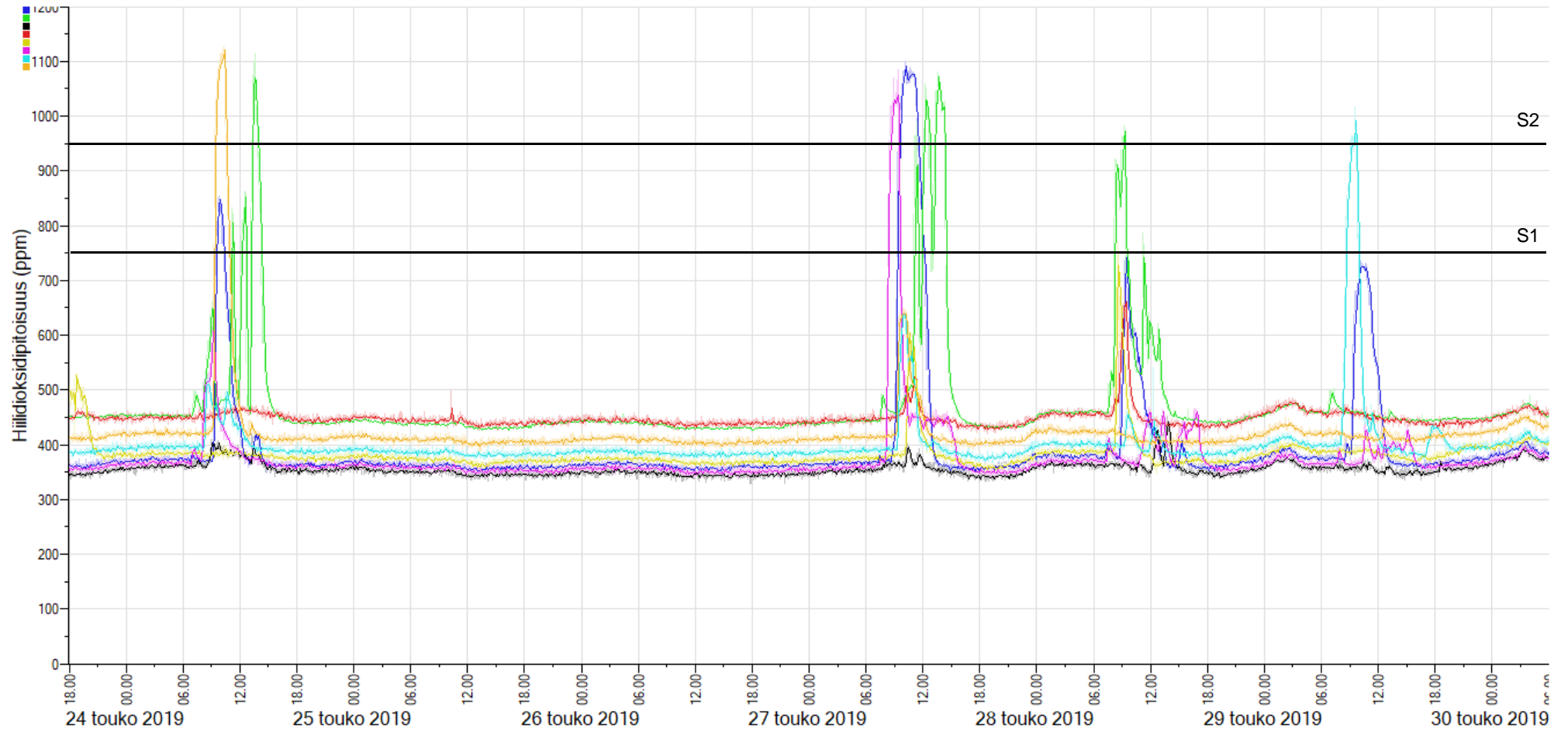
Sisäilman lämpötila (°C) 6. – 13.9.2019

■ RHT1, RK4
 ■ RHT2, RK8
 ■ RHT8, RK3
 ■ RHT9, RK7
 ■ RHT6, RK1



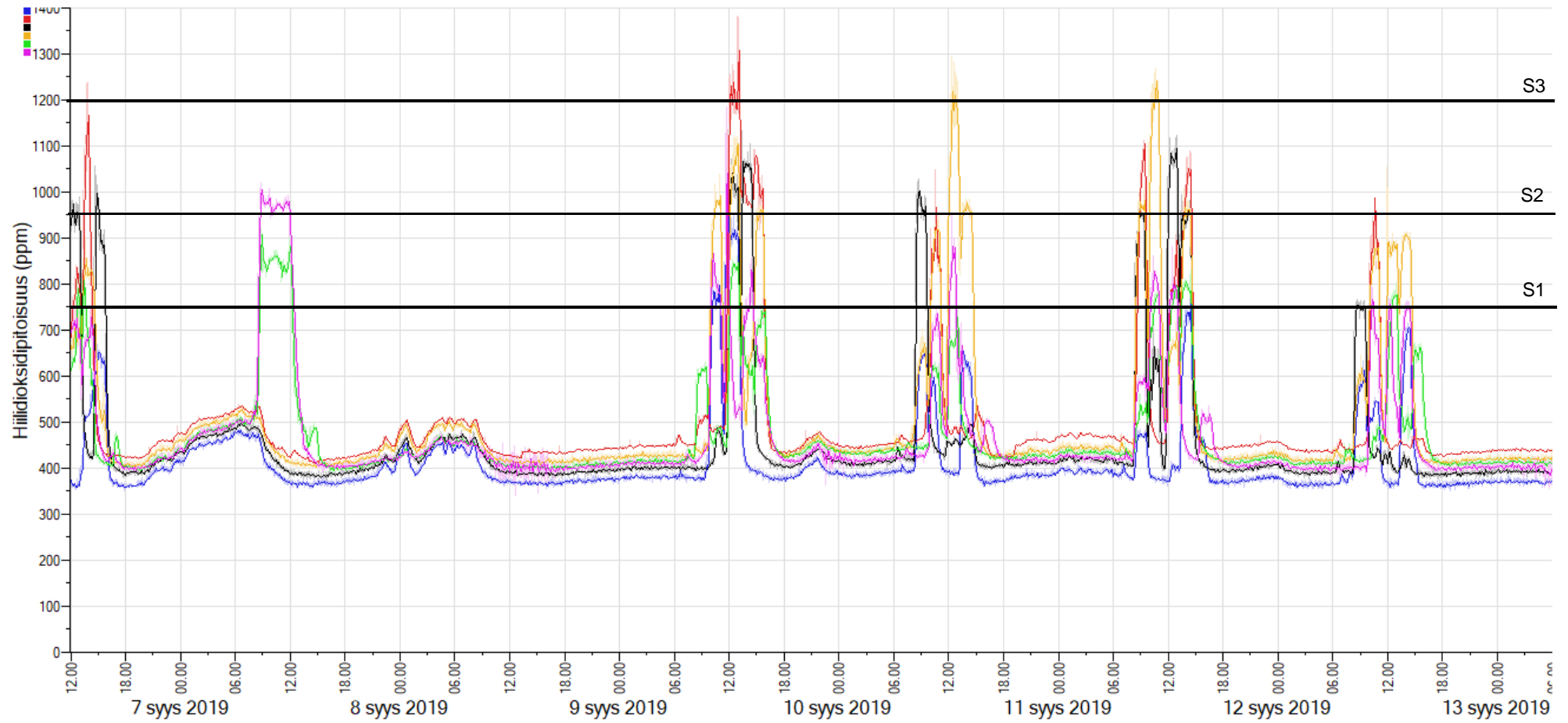
Sisäilman hiilidioksidipitoisuus (ppm) 23. – 30.5.2019


■ CO2,1, RK4
 ■ CO2,2, RK8
 ■ CO2,3, Opettajahuone
 ■ CO2,4, Tanssisali
 ■ CO2,5, Budosali
 ■ CO2,7, RK6
 ■ CO2,8, Liikuntasali
 ■ CO2,6, RK1

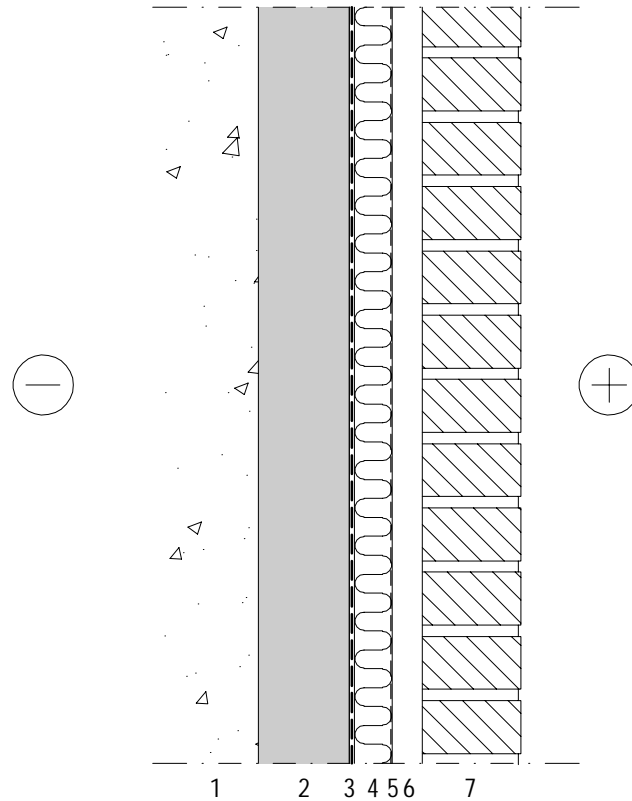


Sisäilman hiilidioksidipitoisuus (ppm) 6. – 13.9.2019

■ CO2,1, RK4
 ■ CO2,2 RK8
 ■ CO2,9, RK3
 ■ CO2,11, RK7
 ■ CO2,6, RK1
 ■ CO2,10, RK2

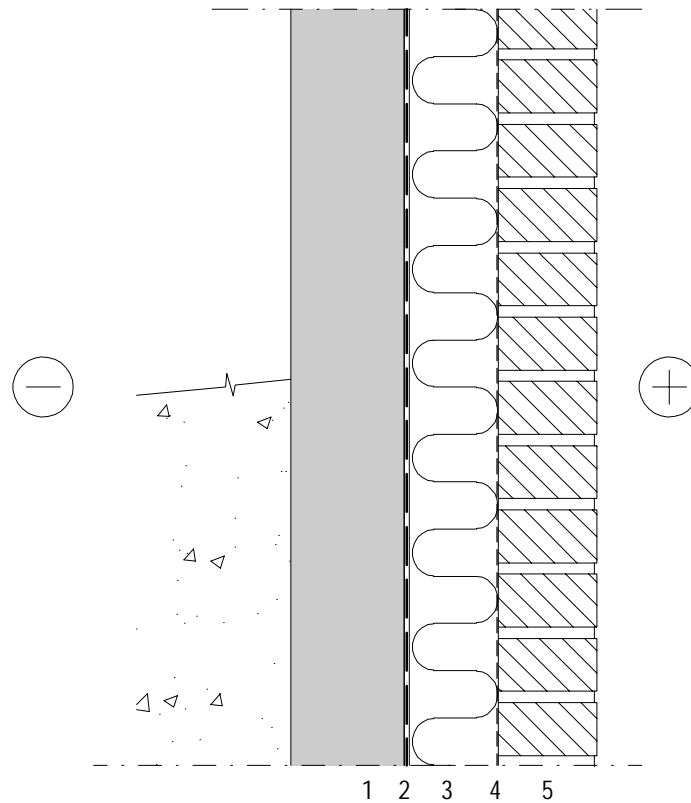


tunnus		muutos		nimik.		päiväys	
Kaupunginosa 414	Kortteli 7	Tontti/Rn:o 23	Viranomaisten arkistointimerkintöjä varten				
Rakennustoimenpide TUTKIMUS	Rakennuksen numero/rakennustunnus		Piirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS			Juoks.nro	
Rakennuskohteen nimi ja osoite RAJAKAAREN MONITOIMITILA KUNTOLANPOLKU 2 05200 NURMIJÄRVI			Piirustuksen sisältö RAKENNETYYPI			Mittak. 1:10	
 A-INSINÖÖRIT A-Insinöörit Suunnittelu Oy Puutarhakatu 10 33210 Tampere Puh 0207 911 888 Fax 0207 911 778 etunimi.sukunimi@ains.fi			Korkeusjärjestelmä N2000		Tiedostonimi		
Pvm. 16.9.2019	Piirt. RI (AMK) JYRKI MÄNNISTÖ		Työn n:o 31 11346.18		Suun.ala RAK		Muutos
Suunn. (nimen selvennys ja koulutus) DI EEVA JOKINEN		Hyv. (nimen selvennys ja koulutus)		Piir. n:o			



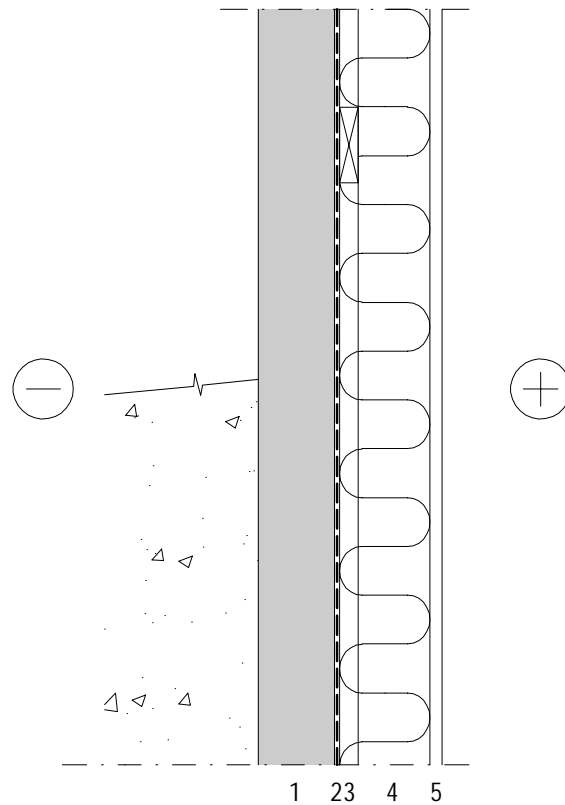
MAANVASTAINEN SEINÄRAKENNE AVAUKSISTA

1	MAATÄYTTÖ	
2	BETONI	
3	BITUMISIVELY	
4	MINERAALIVILLA	50 mm
5	TERVAPAPERI	
6	ILMAVÄLI	40 mm
7	TIILI	130 mm



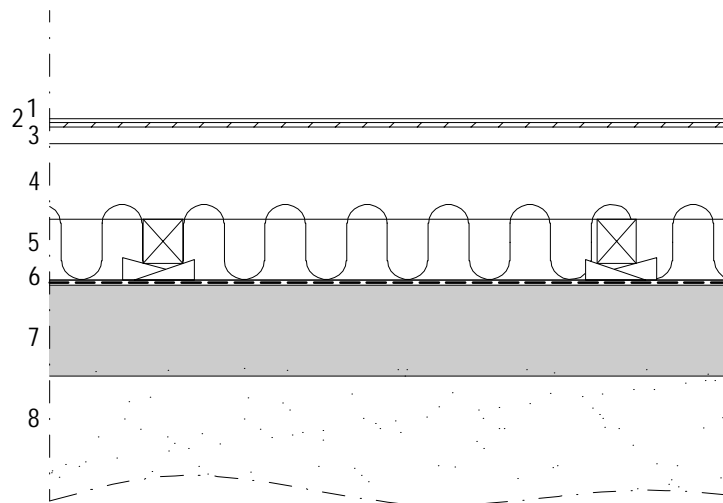
MAANVASTAINEN SEINÄRAKENNE AVAUKSISTA

1	BETONI	150 mm
2	BITUMISIVELY	
2	MINERAALIVILLA	~110 mm
3	TERVAPAPERI	
4	TIILI	130 mm



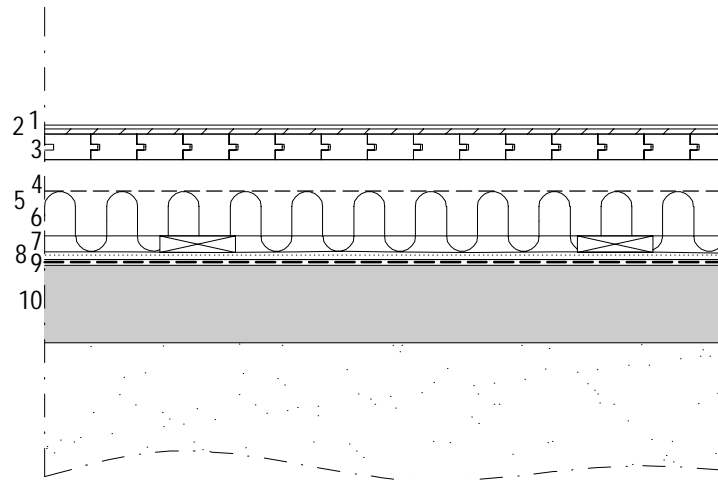
MAANVASTAINEN SEINÄRAKENNE AVAUKSISTA

1	BETONI	
2	BITUMISIVELY	
2	VAAKAKOOLAUS	22 mm
3	PUURUNKO+MINERAALIVILLA	100 mm
5	LASTULEVY	16 mm



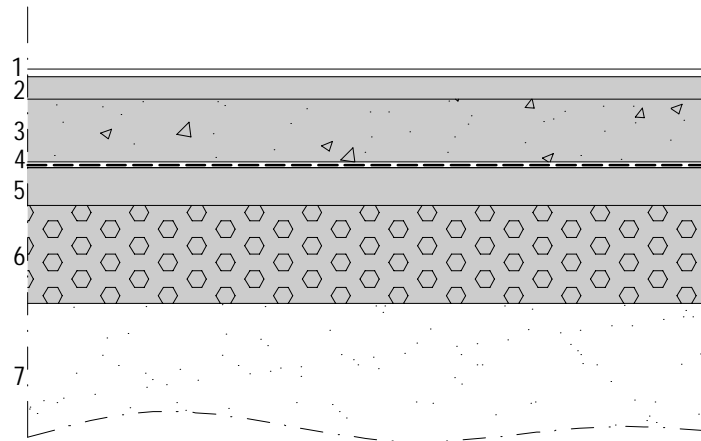
ALAPOHJARAKENNE AVAUKSISTA

1	LATTIAPINNOITE	
2	LATTIATASOITE	6 mm
3	LATTIALANKKU	22 mm
4	KOOLAUS 50x100 + ILMAVÄLI 80mm	100 mm
5	KOOLAUS 58x58 + MINERAALIVILLA 100 mm	100 mm
6	BITUMIHUOPA	
7	BETONI	120 mm
8	HIEKKA	



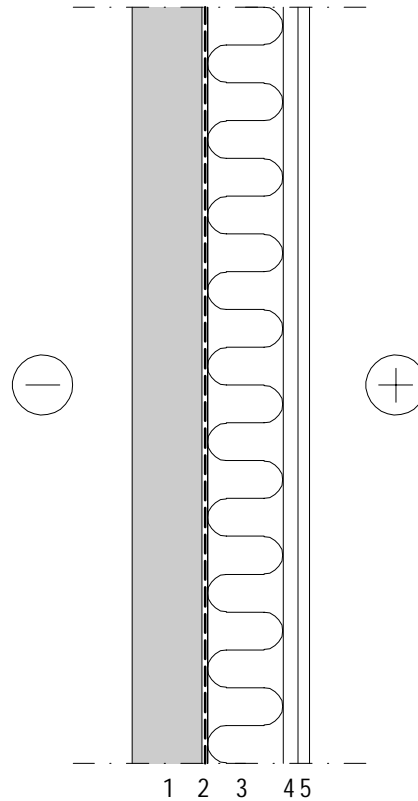
ALAPOHJARAKENNE AVAUKSISTA

1	VINYYLILAATTA	
2	TASOITE	70 mm
3	LATTIALANKKU (34x61)	34 mm
4	TERVAPAPERI	
5	KOOLAUS (100x50)	100 mm
6	MINERAALIVILLA	70...80 mm
7	KOOLAUS (20x100)	20 mm
8	HIEKKA	10 mm
9	BITUMISIVELY	
10	BETONI	
11	HIEKKA	



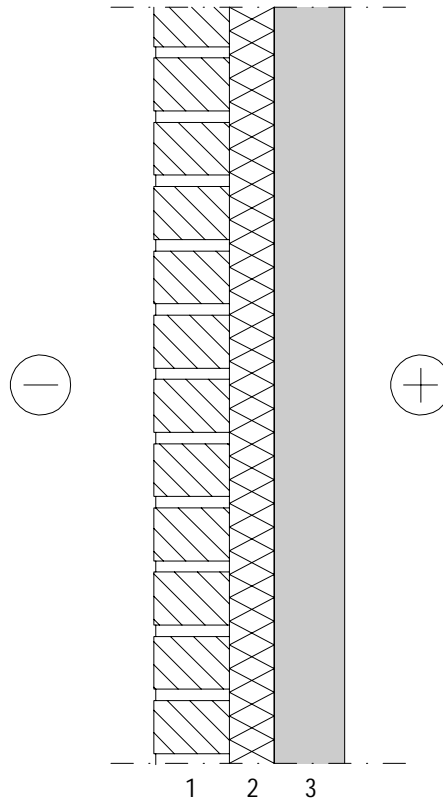
ALAPOHJARAKENNE AVAUKSISTA

1	VINYYLILAATTA, TASOITE	
2	PINTABETONI	30mm
3	BETONI	90 mm
4	BITUMISIVELY	
5	BETONI	50 mm
6	LECABETONI	130 mm
7	HIEKKA	



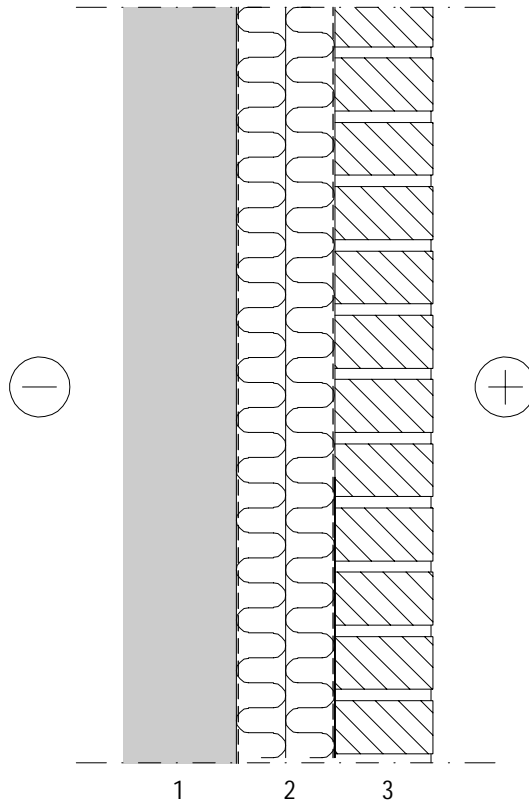
ULKOSEINÄRAKENNE AVAUKSISTA

1	BETONI	
2	BITUMISIVELY	
3	PYSTYRUNKO 50x100 + VILLA	100 mm
4	PYSTYKOOLAUS 22x100	22 mm
5	LASTULEVY	15 mm



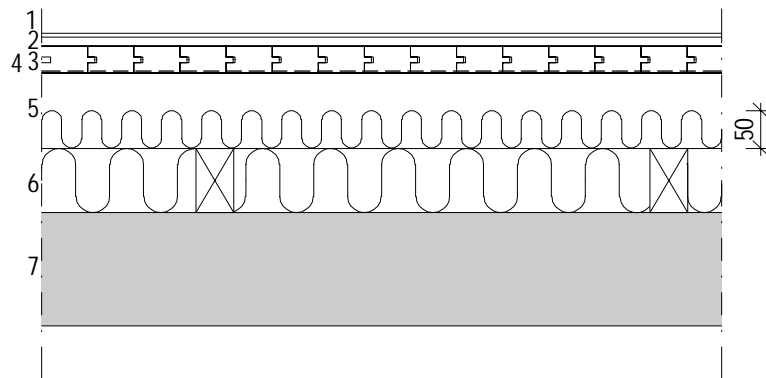
ULKOSEINÄRAKENNE AVAUKSISTA

1	KAHITIILI	100...130 mm
2	KORKKI	60 mm
3	BETONI	80 mm



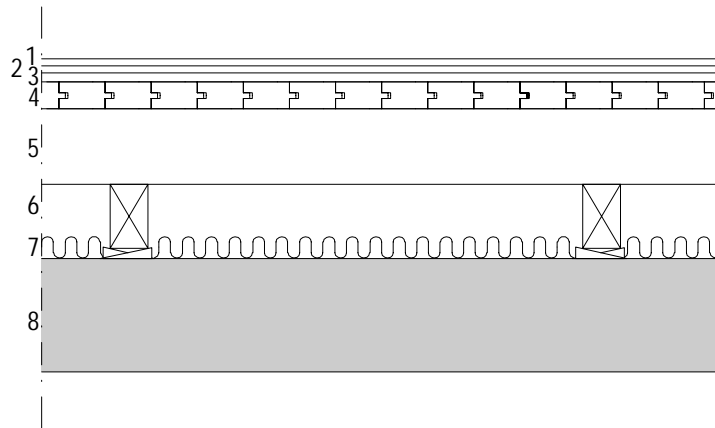
ULKOSEINÄRAKENNE AVAUKSISTA

1	BETONI	150 mm
2	PAPEROITU MINERAALIVILLA	130 mm
3	TIILI	130 mm



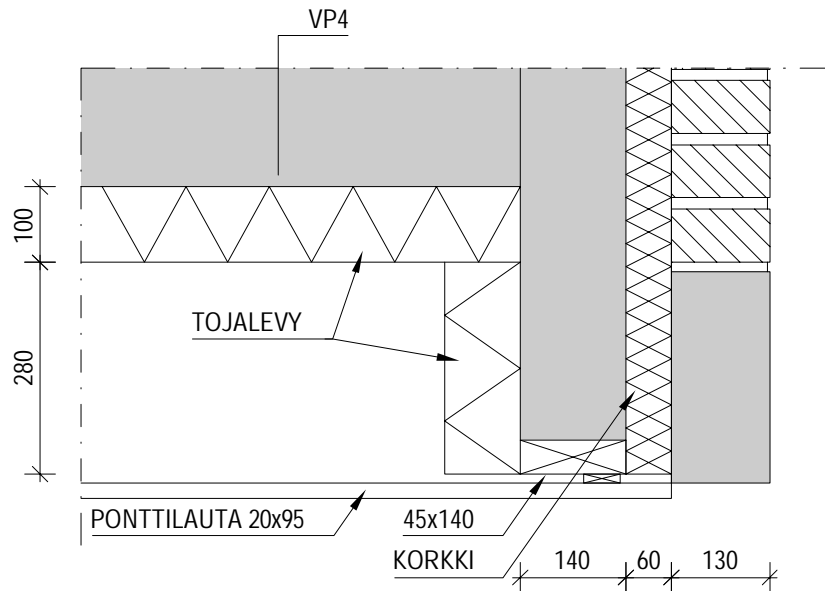
VÄLIPOHJARAKENNE AVAUKSISTA

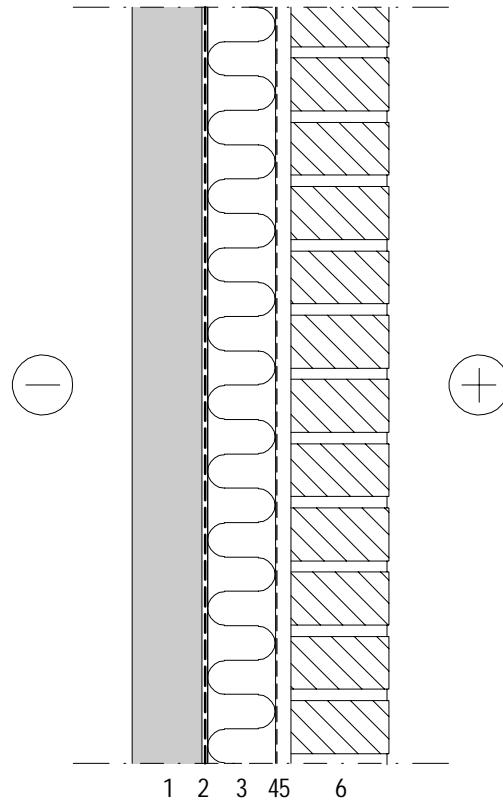
1	MUOVIMATTO	
2	LASTULEVY	12 mm
3	LATTIALANKKU (35x62)	35 mm
4	ILMANSULKUPAPERI	
5	KOOLAUS k~600 (45x100) + VILLA	100 mm
6	KOOLAUS k~600 (50x85) + VILLA	85 mm
7	BETONI	



VÄLIPOHJARAKENNE AVAUKSISTA

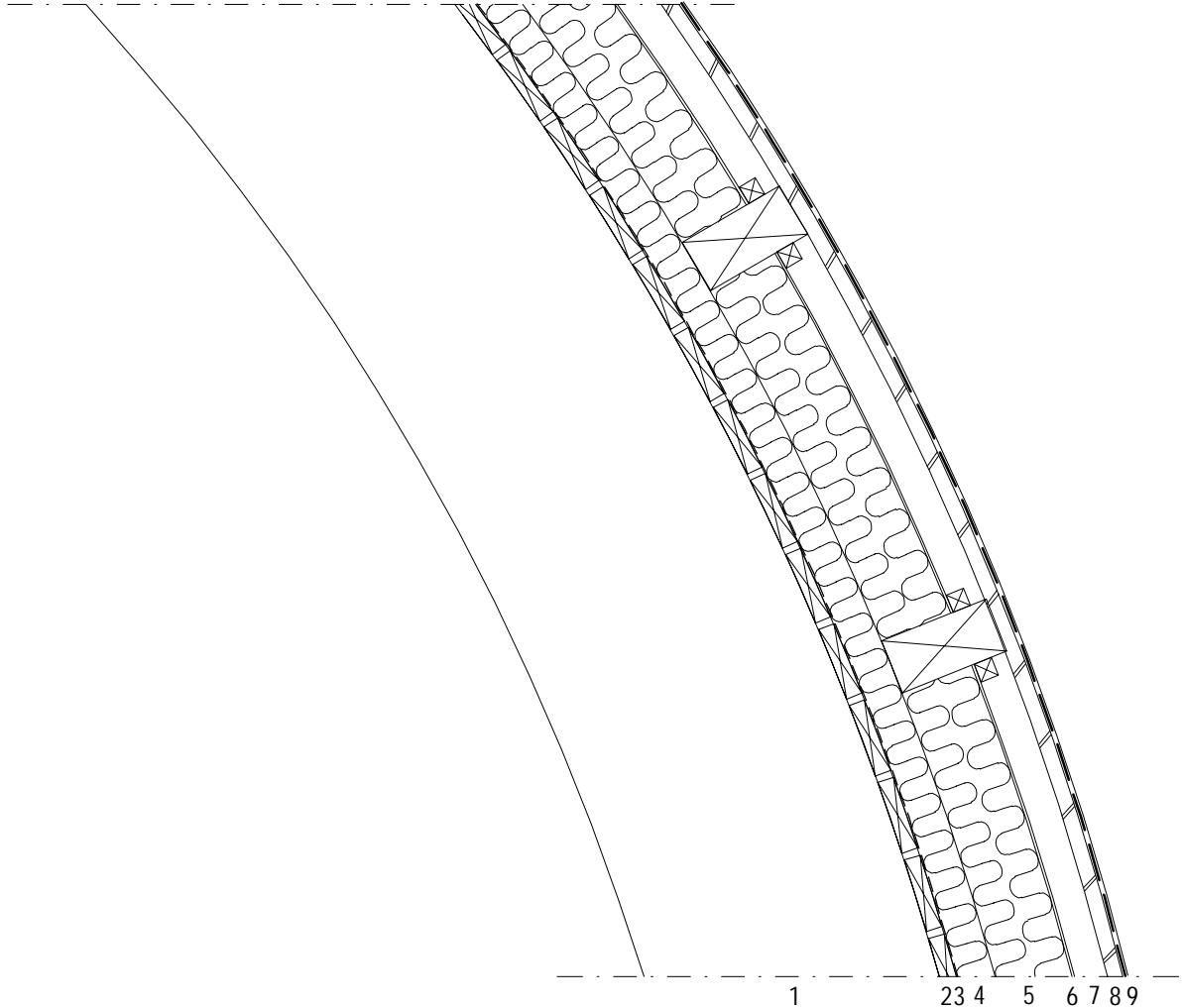
1	KUMIMATTO	10 mm
2	VANERI	9 mm
3	LASTULEVY	12 mm
4	LATTIALANKKU (35x62)	35 mm
5	KOOLAUS (100x45 k~600)	100 mm
6	KOOLAUS (85x50 k~600)	85 mm
7	MINERAALIVILLA	20..30 mm
8	BETONI	





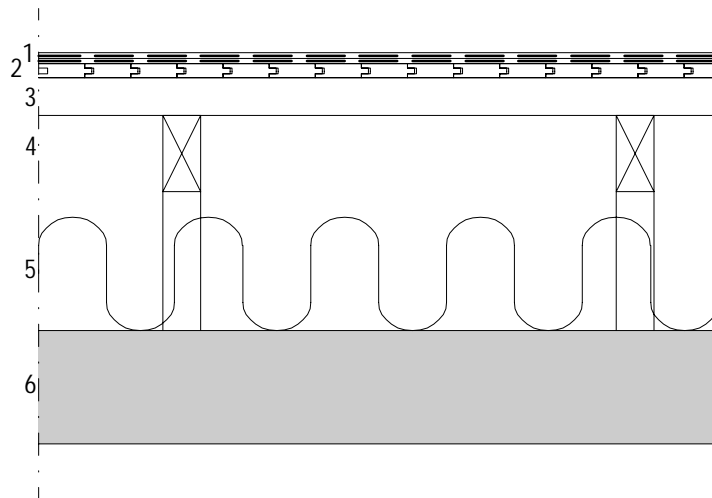
VÄLISEINÄRAKENNE AVAUKSISTA

- | | | |
|---|----------------|-----------|
| 1 | BETONI | |
| 2 | BITUMISIVELY | |
| 3 | MINERAALIVILLA | ~90 mm |
| 4 | TERVAPAPERI | |
| 5 | ILMARAKO | 15..25 mm |
| 6 | TIILIVERHOUS | 130 mm |



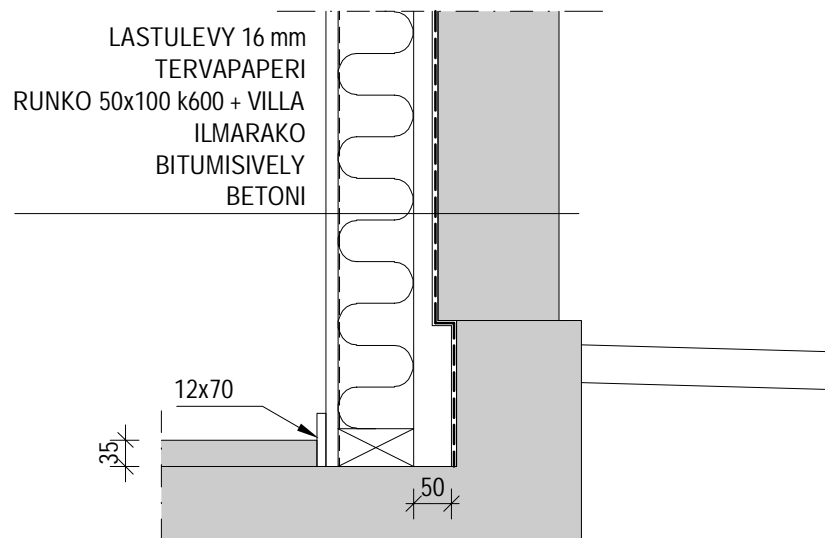
YLÄPOHJARAKENNE AVAUKSISTA

1	LIIMAPUUPALKKI	
2	HARVALAUTA 22x100	22 mm
3	RAKENNUSPAPERI	
4	KOOLAUS 50x50 + VILLA	50 mm
5	RUNKO 75x150 + VILLA 100 mm	150 mm
6	KOVALEVY + ASENNUSRIMA	
7	ILMARAHO	
8	VINOLAUDOITUS	
9	BITUMIKERMI	



VESIKATTORAKENNE AVAUKSISTA

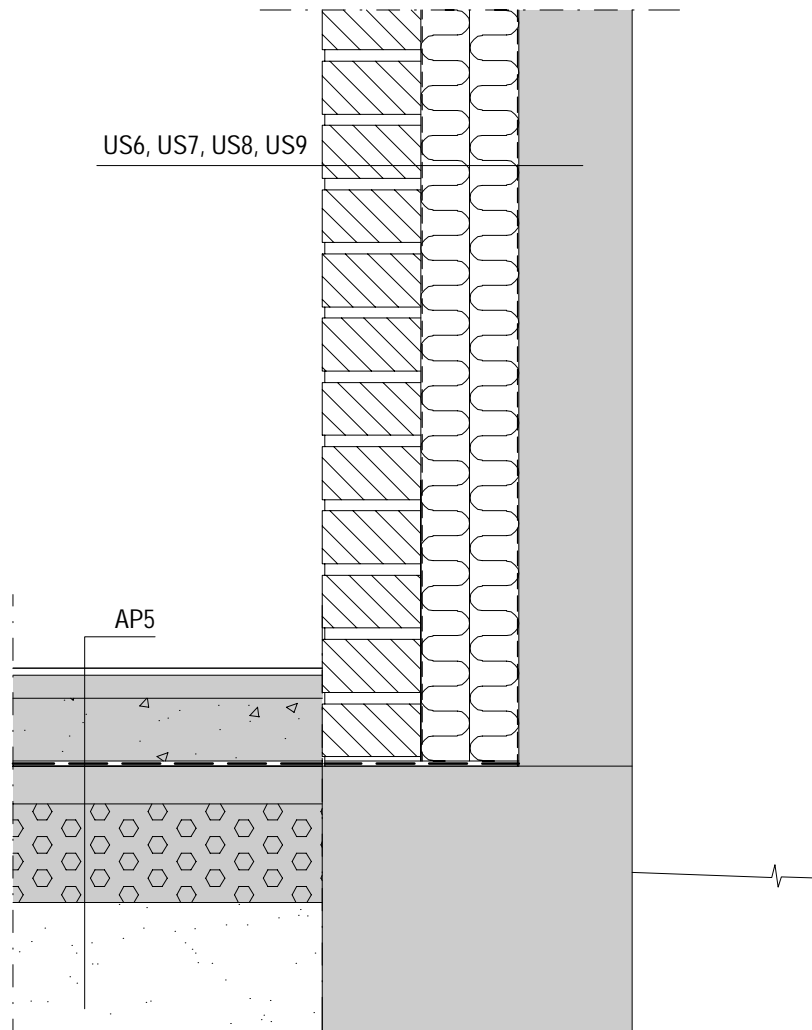
1	BITUMIKERMI	
2	PONTTILAUTA	
3	KOOLAUS k600	50 mm
4	KOOLAUS 50x100 k600	100 mm
5	ILMAVÄLI	300..500 mm
6	MINERAALIVILLA	125..150 mm
7	BETONIHOLVI	

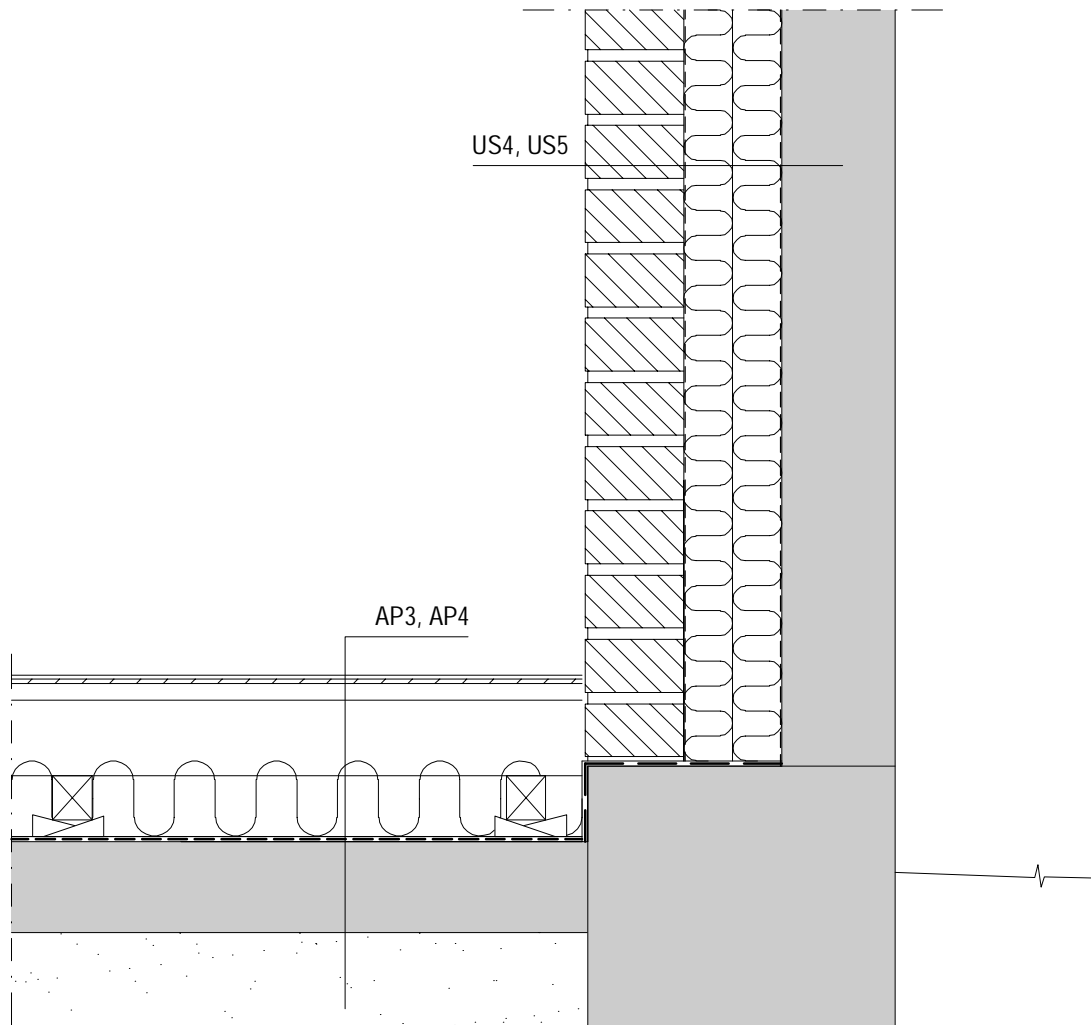




Päiväys
16.9.2019

US6 - US9, AP5





RAJAKAAREN MONITOIMITILA
31 11346.18

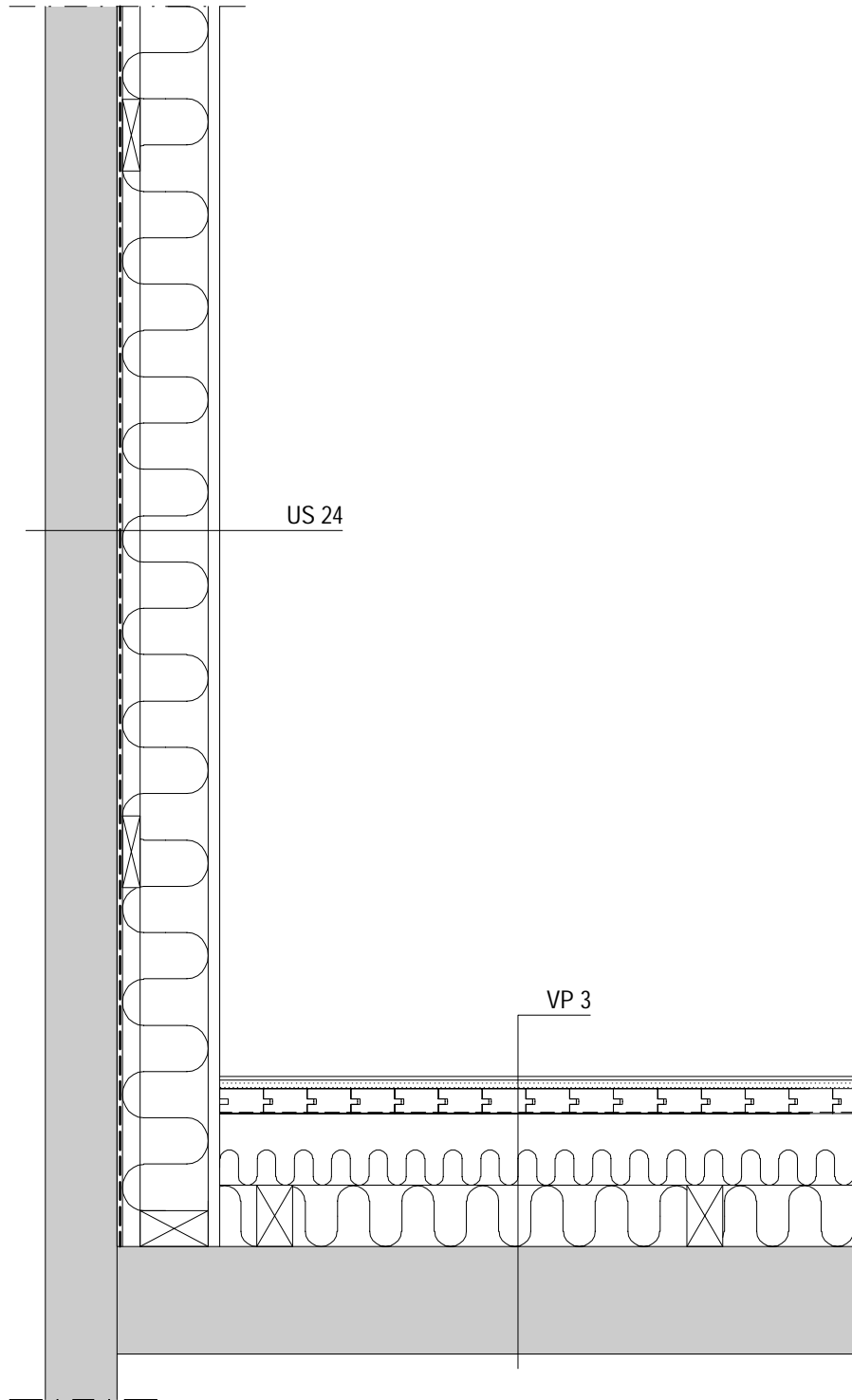
US-AP-RAKENNELIITTYMÄ
LIIKUNTASALIN TELINEVARASTO 112

1:10



Päiväys
16.9.2019

US24, VP3



Sisällysluettelo

Materiaalinäytteen mikrobianalyysit.....	2
Mineraalikuitulaskenta	12
Pölynkoostumus	13
Asbestianalyysin tulokset.....	14
PAH-analyysin tulokset	15

31 11346.18

Analyysivastaukset

Materiaalinäytteen mikrobianalyysit


 Analyysivastaus
396790
MB19-01186
3.7.2019

1 (8)

 A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Eeva Jokinen
Puutarhakatu 10
33210 TAMPERE

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Eeva Jokinen, Irmeli Nutikka
Näytteenottoaika: Rajakaaren monitoimitila, Kiljavantie 2, 3111346.18
Näytteenottopäivämäärä: 11.6.2019 - 12.6.2019
Vastaanottopäivämäärä: 14.6.2019
Näyttemäärä: 50 kpl
Analyysimenetelmä: 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 soveltamishojie 8/2016, Valvira.
 Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

Mikrobiryhmät

Mesofiilliset sienet
 Mesofiilliset sienet
 Mesofiilliset sienet
 Mesofiilliset 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

Tutkitut näytteet

- AP1, tanssisali K50B, lattiavaneri
- AP2, oppilaskunta K20, villa
- AP3, RK1, villa
- VS1, psykologi K04, alaosa, villa
- US1, porrashuone K138, maata vasten, villa
- US2, oppilaskunta K20, alaosa, villa
- US3, oppilaskunta K20, alaosa, villa
- US4, RK1, alaosa, korkki
- US4, RK1, alaosa, villa
- US5, RK1, yläosa, villa
- US6, RK2, alaosa, villa
- US6, RK2, yläosa, villa
- US7, RK3, alaosa, villa

Tulosten tulkinta

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

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

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 11346.18

Analyysivastaukset

Työterveyslaitos

 Analyysivastaus
 396790
 MB19-01186

2 (8)

14. US7, RK3, yläosa, villa	ei viitettä vauriosta
15. US8, RK4, yläosa, villa	ei viitettä vauriosta
16. US9, RK4, alaosa, villa	ei viitettä vauriosta
17. US10, psykologi K04, alaosa, villa	heikko viite vauriosta
18. US11, 101B, palkin päältä, korkki	vahva viite vauriosta
19. US12, 102D, palkin päältä, korkki	ei viitettä vauriosta
20. US13, 102E, palkin päältä, korkki	vahva viite vauriosta
21. US14, 102D, ikkunan alta, korkki	ei viitettä vauriosta
22. US15, 106, palkin päältä, korkki	ei viitettä vauriosta
23. US16, 106, ikkunan alta, korkki	heikko viite vauriosta
24. US17, 105, palkin päältä, korkki	viittaa vaurioon
25. US18, 105, ikkunan alta, korkki	ei viitettä vauriosta
26. US19, 105, ylemmän palkin alta, korkki	heikko viite vauriosta
27. US20, 124, palkin päältä, korkki	viittaa vaurioon
28. US21, 124, ikkunan alta, korkki	ei viitettä vauriosta
29. US21, 124, ikkunan peitelevyn takaa, paperi	vahva viite vauriosta
30. US22, 135, palkin päältä, korkki	ei viitettä vauriosta
31. US23, 135, ikkunan alta, hamppu	vahva viite vauriosta
32. US24, 112, alaosa, villa	vahva viite vauriosta
33. US24, 112, yläosa, villa	vahva viite vauriosta
34. US25, 110, liikuntasali, ikkunan alta, villa	vahva viite vauriosta
35. US26, 110, liikuntasali, ikkunan alta, villa	vahva viite vauriosta
36. US27, 110, liikuntasali, ikkunan alta, villa	vahva viite vauriosta
37. US28, 110, liikuntasali, seinän alaosa, ulkopinta, villa	viittaa vaurioon
38. US28, 110, liikuntasali, seinän alaosa, puurunko villaa vasten, puu	ei viitettä vauriosta
39. VP1, 110, liikuntasali, villa	vahva viite vauriosta
40. VP2, 110, liikuntasali, villa	vahva viite vauriosta
41. VP3, 110, liikuntasali, villa	vahva viite vauriosta
42. YP1, 110, liikuntasali, kaaren alaosa, ulkopinta, villa	heikko viite vauriosta
43. YP2, 110, liikuntasali, kaaren ylempi rakenneavaus, ulkopinta, villa	ei viitettä vauriosta
44. YP3, 110, liikuntasali, katto, ulkopinta, villa	vahva viite vauriosta
45. YP3, 110, liikuntasali, katto, kuitulevy	vahva viite vauriosta
46. YP4, 110, liikuntasali, katto, alaosa, ulkopinta, villa	heikko viite vauriosta
47. YP4, 110, liikuntasali, katto, alaosa, kuitulevy	vahva viite vauriosta
48. YP5, 112, liikuntasalin varaston katto, ulkopinta, villa	vahva viite vauriosta
49. YP5, 112, liikuntasalin varaston katto, kuitulevy	vahva viite vauriosta
50. US29, varasto 114, villa	vahva 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
396790
MB19-01186

3 (8)

Analyytitulos:

Näyte	Mesofiilliset sienet				Mesofiilliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar		
1.	Yhteensä ++ <i>A. versicolor</i> * ++ <i>Cladosporium</i> + steriilit +	Yhteensä +++ <i>A. penicillioides</i> * ++ <i>A. versicolor</i> * + <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä ++ <i>A. versicolor</i> * + <i>Penicillium</i> + <i>Tritirachium</i> * +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		
2.	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * +++ <i>Penicillium</i> + <i>Scopulariopsis</i> * + steriilit + <i>Wardomyces</i> +	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * +++ <i>Penicillium</i> + <i>Scopulariopsis</i> * +	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * +++ <i>Acremonium</i> * + <i>Engyodontium</i> * + hilvat, vaalea + <i>Penicillium</i> + <i>Scopulariopsis</i> * + <i>Wardomyces</i> +	Yhteensä +++ Muut bakteerit +++ <i>Streptomyces</i> * ++		
3.	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>A. versicolor</i> * +(2) <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		
4.	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>A. penicillioides</i> * ++(21) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		
5.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä -	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -		
6.	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(1)	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(1) <i>Chaetomium</i> * +(2)	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(12)		
7.	Yhteensä ++++ <i>A. versicolor</i> * + <i>Acremonium</i> * + <i>Penicillium</i> + <i>Scopulariopsis</i> * ++++ steriilit +	Yhteensä ++ <i>A. versicolor</i> * + <i>Eurotium</i> * + <i>Penicillium</i> ++ <i>Scopulariopsis</i> * + <i>Simplicillium</i> +	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * + <i>Acremonium</i> * + <i>Fusarium</i> * + <i>Penicillium</i> + <i>Scopulariopsis</i> * ++	Yhteensä ++ Muut bakteerit ++ <i>Streptomyces</i> * -		
8.	Yhteensä + <i>Chaetomium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. penicillioides</i> * +(3) <i>A. versicolor</i> * +(3) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(1) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> + steriilit +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(8)		
9.	Yhteensä + <i>Aureobasidium</i> ° +(1)	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Chaetomium</i> * +(1)	Yhteensä ++ Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * ++(23)		
10.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>A. penicillioides</i> * ++(21) <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä -	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
396790
MB19-01186

4 (8)

Näyte	Mesofiiliset sienet			Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar	
11.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * ++(21)	
12.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	
13.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä ++ Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * ++(20)	
14.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
15.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(1)	
16.	Yhteensä + <i>Blastobotrys</i> + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(1)	
17.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> + <i>Ulocladium</i> * +(1)	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(3)	
18.	Yhteensä ++ hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> ++ Sphaeropsidales* +	Yhteensä +++ hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> +++ Sphaeropsidales* + <i>Ulocladium</i> * +	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++ Sphaeropsidales* + <i>Ulocladium</i> * +	Yhteensä +++ Muut bakteerit +++ <i>Streptomyces</i> * -	
19.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ Muut bakteerit ++ <i>Streptomyces</i> * -	
20.	Yhteensä +++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * + <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	
21.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
22.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	
23.	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>A. penicillioides</i> * +(2) <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä + <i>Penicillium</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
396790
MB19-01186

5 (8)

Näyte	Mesofiiliset sienet				Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar		DG18-agar		M2-agar	
24.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>A. versicolor</i> * +(5) <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
25.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -		
26.	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -		
27.	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>A. versicolor</i> * ++(20) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -		
28.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		
29.	Yhteensä +++ <i>Alternaria</i> + <i>Botrytis</i> ° + <i>Cladosporium</i> +++ hiivat, vaalea ++ <i>Penicillium</i> + <i>Sphaeropsidales</i> * +	Yhteensä +++ <i>Botrytis</i> ° + <i>Cladosporium</i> +++ hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> + <i>Rhizopus</i> ° + <i>Sphaeropsidales</i> * +	Yhteensä +++ <i>Alternaria</i> + <i>Cladosporium</i> ++ hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> + <i>Sphaeropsidales</i> * ++ <i>Ulocladium</i> * -	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		
30.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä -	Yhteensä + Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * +(1)		
31.	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * + <i>Aureobasidium</i> ° + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +++ <i>Ulocladium</i> * +	Yhteensä ++++ <i>A. sydowii</i> * + <i>A. versicolor</i> * ++++ <i>Acremonium</i> * + <i>Cladosporium</i> ++ <i>Penicillium</i> +++ <i>Ulocladium</i> * +	Yhteensä ++++ <i>A. sydowii</i> * + <i>A. versicolor</i> * + <i>Cladosporium</i> ++ <i>Penicillium</i> +++ <i>Ulocladium</i> * ++	Yhteensä +++ Muut bakteerit +++ <i>Streptomyces</i> * +		
32.	Yhteensä +++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>Fusarium</i> * + <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ Muut bakteerit +++ <i>Streptomyces</i> * +		
33.	Yhteensä +++ <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +++ <i>Sphaeropsidales</i> * +	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * + <i>Penicillium</i> +++ <i>Ulocladium</i> * +	Yhteensä +++ <i>Chaetomium</i> * + <i>Fusarium</i> * + hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> +++ <i>Sphaeropsidales</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
396790
MB19-01186

6 (8)

Näyte	Mesofiiliset sienet				Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar		DG18-agar		M2-agar	THG-agar
34.	Yhteensä ****		Yhteensä ****		Yhteensä ***	Yhteensä +
	<i>Cladosporium</i> +		<i>Cladosporium</i> ****		<i>A. niger</i> ^o +	Muut bakteerit +
	<i>Penicillium</i> ****		<i>Penicillium</i> ***		<i>Cladosporium</i> +	<i>Streptomyces</i> * -
	<i>Ulocladium</i> * +				<i>Penicillium</i> ***	
35.	Yhteensä ***		Yhteensä **		Yhteensä **	Yhteensä +
	<i>Penicillium</i> ***		<i>A. penicillioides</i> * +		<i>A. fumigatus</i> * +	Muut bakteerit +
			<i>Cladosporium</i> +		<i>Penicillium</i> **	<i>Streptomyces</i> * -
			<i>Penicillium</i> ++		<i>Ulocladium</i> * +	
36.	Yhteensä ***		Yhteensä ***		Yhteensä **	Yhteensä +
	<i>A. fumigatus</i> * +		<i>P. variotii</i> * +		<i>Cladosporium</i> +	Muut bakteerit +
	<i>A. niger</i> ^o +		<i>Penicillium</i> ++		<i>Penicillium</i> **	<i>Streptomyces</i> * -
	<i>Penicillium</i> ++		Sphaeropsidales* +		Sphaeropsidales* +	
	Sphaeropsidales* +		<i>Ulocladium</i> * ++		<i>Ulocladium</i> * +	
	<i>Ulocladium</i> * ++					
37.	Yhteensä **		Yhteensä **		Yhteensä **	Yhteensä +
	<i>Penicillium</i> +		<i>A. sydowii</i> * +(1)		<i>Penicillium</i> +	Muut bakteerit +
	<i>Ulocladium</i> * ++(22)		<i>Penicillium</i> +		steriilit +	<i>Streptomyces</i> * -
			<i>Ulocladium</i> * +(17)		<i>Ulocladium</i> * ++(32)	
38.	Yhteensä -		Yhteensä -		Yhteensä +	Yhteensä +
					<i>Penicillium</i> +	Muut bakteerit +
						<i>Streptomyces</i> * -
39.	Yhteensä ***		Yhteensä ***		Yhteensä ***	Yhteensä ***
	<i>A. versicolor</i> * +		<i>A. ustus</i> * +		<i>A. versicolor</i> * +	Muut bakteerit +
	<i>Aureobasidium</i> ^o ++		<i>A. versicolor</i> * +		<i>Aureobasidium</i> ^o +	<i>Streptomyces</i> * ***
	hiivat, vaalea +		<i>Chaetomium</i> * +		hiivat, vaalea ++	
	<i>Penicillium</i> ***		<i>Cladosporium</i> +		<i>Mucor</i> ^o +	
			<i>Penicillium</i> ***		<i>Penicillium</i> ***	
					<i>Ulocladium</i> * +	
40.	Yhteensä ***		Yhteensä ***		Yhteensä ***	Yhteensä ***
	<i>Penicillium</i> ***		<i>Penicillium</i> ***		<i>Penicillium</i> ***	Muut bakteerit ***
						<i>Streptomyces</i> * +
41.	Yhteensä ***		Yhteensä ***		Yhteensä **	Yhteensä **
	<i>Penicillium</i> ***		<i>Eurotium</i> * ++		<i>Penicillium</i> ++	Muut bakteerit ++
	<i>Rhizopus</i> ^o +		<i>Penicillium</i> ++		<i>Rhizopus</i> ^o +	<i>Streptomyces</i> * +
	steriilit +		<i>Rhizopus</i> ^o +			
42.	Yhteensä +		Yhteensä +		Yhteensä +	Yhteensä **
	<i>Eurotium</i> * +(1)		<i>A. restrictus</i> * +(4)		<i>A. fumigatus</i> * +(3)	Muut bakteerit ++
	<i>Geotrichum</i> +		<i>Engyodontium</i> * +(1)		<i>Geotrichum</i> +	<i>Streptomyces</i> * -
	<i>Penicillium</i> +		<i>Eurotium</i> * +(2)		<i>Penicillium</i> +	
	Sphaeropsidales* +(1)		<i>Penicillium</i> +		Sphaeropsidales* +(1)	
43.	Yhteensä -		Yhteensä -		Yhteensä -	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

31 11346.18

Analyysivastaukset

Työterveyslaitos

 Analyysivastaus
396790
MB19-01186

7 (8)

Näyte	Mesofilliset sienet			Mesofilliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar	
44.	Yhteensä ++ <i>Geotrichum</i> + <i>P. variotli</i> * + <i>Penicillium</i> + steriilit +	Yhteensä +++ <i>Cladosporium</i> +++ <i>Eurotium</i> * + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä + <i>Aureobasidium</i> ° + <i>Penicillium</i> + <i>Rhizopus</i> ° +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	
45.	Yhteensä ++ <i>A. fumigatus</i> * + <i>Alternaria</i> + <i>Aureobasidium</i> ° + hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ <i>Cladosporium</i> +++ <i>Eurotium</i> * + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>Alternaria</i> + <i>Arthrrium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	
46.	Yhteensä + <i>A. fumigatus</i> * +(3) <i>Geotrichum</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. fumigatus</i> * +(1) <i>Geotrichum</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	
47.	Yhteensä +++ hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> ++ <i>Sporobolomyces</i> * + steriilit +	Yhteensä +++ hiivat, vaalea +++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä +++ <i>A. fumigatus</i> * + hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> ++ <i>Sporobolomyces</i> * ++	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +	
48.	Yhteensä +++ <i>Chaetomium</i> * + <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>A. restrictus</i> * + <i>Cladosporium</i> ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä +++ <i>A. fumigatus</i> * + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	
49.	Yhteensä +++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>A. niger</i> ° + <i>Cladosporium</i> +++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	
50.	Yhteensä +++ <i>Cladosporium</i> ++ <i>Penicillium</i> ++ <i>Sphaeropsidales</i> * ++ <i>Ulocladium</i> * ++	Yhteensä +++ <i>A. restrictus</i> * + <i>Cladosporium</i> +++ <i>Penicillium</i> +++ <i>Ulocladium</i> * +	Yhteensä +++ <i>Penicillium</i> +++ <i>Sphaeropsidales</i> * + <i>Ulocladium</i> * +	Yhteensä +++ Muut bakteerit ++ <i>Streptomyces</i> * ++	

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

Tulkintaohje:

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

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 11346.18

Analyysivastaukset

Työterveyslaitos

Analyysivastaus
396790
MB19-01186

8 (8)

Työympäristölaboratoriot



Jenni Tirkkonen
erityisasiantuntija
Kuopio



Maija-Liisa Lyytinen
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.ttl.fi

31 11346.18

Analyysivastaukset


 Analyysivastaus
398832
MB19-01405
2.9.2019

1 (2)

 A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Timo Ekola
Puutarhakatu 10
33210 TAMPERE


FINAS
Finnish Accreditation Service
T013 (EN ISO/IEC 17025)

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Timo Ekola
Näytteenottoaika: 3111346.18 Rajakaaren monitoimikeskus
Näytteenottopäivämäärä: 14.8.2019
Vastaanottopäivämäärä: 16.8.2019
Näytemäärä: 3 kpl
Analysimenetelmä: 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.

Mikrobiryhmät

Mesofiilliset sienet
 Mesofiilliset sienet
 Mesofiilliset sienet
 Mesofiilliset 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

Tutkitut näytteet

51. Yläpohja, mineraalivilla
 52. Yläpohja, mineraalivilla
 53. Yläpohja, mineraalivilla

Tulosten tulkinta

ei viitettä vauriosta
 ei viitettä vauriosta
 ei viitettä 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

31 11346.18

Analyysivastaukset

Työterveyslaitos

 Analyysivastaus
 398832
 MB19-01405

2 (2)

Analyysitulokset:

Näyte	Mesofiiliset sienet			Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar	
51.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> *	+ + -
52.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä -	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> *	- - -
53.	Yhteensä + hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> *	+ + -

 * = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, *Streptomyces* = aktinomykeetti (sädesieni)

Tulkintaohje:

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

Työympäristölaboratoriot



 Maija Kirsi
 tuotepäällikkö
 Kuopio



 Jenni Tirkkonen
 erityisasiantuntija
 Kuopio

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

Mineraalikuitulaskenta



94403/MVL

TUTKIMUSRAPORTTI

12.6.2019

1/1



TEOLLISTEN MINERAALIKUITUJEN PITOISUUS LASKEUMAPÖLYSTÄ			
Tilaaaja:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy		
Kohde:	monitoimitila	Tilauspäivä:	6.6.2019
Projektinnumero:	31 11346.18	Toimituspäivä:	10.6.2019
Menetelmät:			
Tilaajan toimittamille geeliteipeille 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 pyydettäessä. 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 *
MVL1	Opetustila K06, RK4; hyllyn päällystä	14 vrk	< 0,1
MVL2	Opetustila K01, RK1; hyllyn päällystä	14 vrk	< 0,1
MVL3	Tanssisali, K50B; pianon päällystä	14 vrk	0,4
MVL4	Opettajainhuone, tila 135; kaapin päällystä	14 vrk	0,1
MVL5	Opetustila B, RK6; hyllyn päällystä	14 vrk	< 0,1
MVL6	Liikuntasali, tila 110; tason päällystä	14 vrk	0,7
MVL7	Opetustila D, RK8; hyllyn päällystä	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.




Heikki Meriluoto, Tutkija, Geologi
p. 050 571 9908, heikki.meriluoto@labroc.fi

Pölynkoostumus



95937/PEM

TUTKIMUSRAPORTTI

15.7.2019

1/1

PÖLYNKOOSTUMUS			
Tilaaaja:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy		
Kohde:	31 11346.18 Rajakaari, Nurmijärvi	Tilauspäivä:	10.7.2019
Projektinnumero:	31 11346.18	Toimituspäivä:	10.7.2019
Menetelmät:			
Tilaaajan toimittamat pölynäytteet (pyyhintäpöly pussissa) tutkittiin stereomikroskoopilla ja pyyhkäiselektronimikroskoopilla. Pölytyypin suhteellinen määräärvio on kuvattu: (+++) = runsaasti, (++) = jonkin verran, (+) = yksittäisesti. Mineraalivillakuitujen määräärvio on ilmoitettu: alle 1 p-%, 1-5 p-% ja yli 5 p-%. Tulokset pätevät vain tutkituille näytteille. Labroc Oy vastaa toimeksiantoista 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	Tanssisali K50b, tuloilmakanava	<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 1-5 p-% <ul style="list-style-type: none"> • kivivilla • lasivilla 	
2	Luokkatila RK6, tuloilmakanavan pääteleite	<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 1-5 p-% <ul style="list-style-type: none"> • kivivilla • lasivilla 	
3	Lämpö 106, tuloilmakanava	<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"> • kivivilla 	




Matias Häyrynen, Tutkija, Laboratorioanalyttikko
p. 040 773 2845, matias.hayrynen@labroc.fi

Asbestianalyysin tulokset



94930/ASB

TUTKIMUSRAPORTTI
19.6.2019
1/1

ASBESTIANALYYSI			
Tilaja:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy		
Kohde:	Rajakaari, Nurmijärvi	Tilauspäivä:	19.6.2019
Projektinumero:	31 11346.18	Toimituspäivä:	19.6.2019
Menetelmät:	Asbestianalyysi on akkreditoitu menetelmä ja analyysi suoritetaan tilaajan toimittamista näytteistä soveltaen standardia ISO22262-1 optisella analyysillä käyttäen stereomikroskooppia sekä polarisaatiomikroskooppia ja/tai alkuaineanalyysillä käyttäen pyyhkäiselektronimikroskooppia. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.		
TULOKSET:	Näytteenottaja: Eeva Jokinen		
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Menetelmä VM/EM*	Asbestipitoisuus
ASB1	RK1, alapohja, bitumihuopa	VM	Ei sisällä asbestia.
ASB2	RK1, ulkoseinä, bitumihuopakaista	VM	Ei sisällä asbestia.

*VM = polarisaatiomikroskooppi, EM = elektronimikroskooppi



Matias Häyrynen, Tutkija, Laboratorioanalytiikko
p. 040 773 2845, matias.hayrynen@labroc.fi


Heikki Meriluoto, Tutkija, Geologi
p. 050 571 9908, heikki.meriluoto@labroc.fi

PAH-analyysin tulokset

TUTKIMUSRAPORTTI
24.6.2019
1/1

94930/PAH



PAH-ANALYYSI

Tilaaaja:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy	Tilauspäivä:	19.6.2019
Kohde:	Rajakäärri, Nurmijärvi	Toimituspäivä:	19.6.2019
Projektinumero:	31.11346.18		

Menetelmät:

Analyyssi suoritettiin tilaajan toimittamasta näytteestä GC-MSD-menetelmällä. Analyysissä sovelletaan menetelmää ISO 18287. Menetelmän mittapehmeys on 24% ja määrittämisraja on 2,0 mg/kg. Tulokset koskevat vain tutettua näytettä. Labroc Oy vastaa toimitetusta KSE 2013 määrittämisrajoista ja vastaa näytteenotosta. Tulokset toimitetaan sähköisellä pdf-muodossa tilaajan suostuksella.

TULOKSET:

Näytteenottaja: Eeva Jokinen

[mg/kg]

Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Nafateeni	Asenafateeni	Keenafateeni	Fluoreeni	Fenantreeni	Antraseni	Fluoranteeni	Pyrenei	Bentso(a)antraseni	Krysenei	Bentso(b)fluoranteeni	Bentso(k)fluoranteeni	Bentso(a)pyrenei	Indeno(1,2,3-cd)pyrenei	Dibentso(a,h)antraseni	Bentso(g)hijperyleeni	PAH-yht *
PAH1	RKL, alapohja, bitumihuoppa	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<30
PAH2	RKL, ulkoseinä, bitumihuopaista	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<30
PAH3	K20, oppilaskunta, lakkunatili	<2	<2	<2	<2	460	480	1100	460	110	250	100	<2	<2	4,5	<2	<2	3000
PAH4	US, kondleriste	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<30

* Vuokkaan jätteen raja-arvo on 200 mg/kg, joskin alipitoisuus, 30-vuotisikästä ylitsevä tulos on 100 mg/kg.

Näytettä PAH1, PAH2 ja PAH4 vastaavat materiaalit voidaan PAH-pitoisuuden osalta käsitellä normaalisti.

Näytettä PAH3 vastaavat materiaalit tulee käsitellä RATU-kortissa 82-0381 kuvattujen ohjeiden mukaan. Purkujäte on käsiteltävä ja hävitettävä vaarallisenä jätteinä.



Anssi Ranta, Turku, Laboratoriojohtaja
p. 044 004 0410, anssi.ranta@labroc.fi

17.9.2019

SISÄLLYSLUETTELO

1	Mittalaitteiden kalibrointi	3
2	Pintakosteuskartoitus.....	3
2.1	Tutkimusvälineet	3
2.2	Tulosten tulkinta.....	3
2.3	Epävarmuustarkastelu.....	4
3	Rakenneavaukset.....	4
3.1	Yleistä.....	4
3.2	Kalusto.....	4
3.3	Tulosten tulkinta.....	4
3.4	Epävarmuustarkastelu.....	4
4	Rakenteiden tiiveyskoe (merkkiainetutkimus).....	5
4.1	Mittauksen suoritus	5
4.2	Tutkimusvälineet	5
4.3	Tulosten tulkinta.....	5
4.4	Epävarmuustarkastelu.....	5
5	Pinnoille laskeutuneen pölyn tutkimukset.....	6
5.1	Pinnoille laskeutuneen pölyn mineraalikulujen laskenta	6
5.1.1	Näytteenotto.....	6
5.1.2	Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot	6
6	Tuloilmakanavien pöly ja puhtaus	6
6.1	Aistienvarainen puhtauden tarkistus	6
6.2	Tuloilmakanavien sisäpinnoilla olevan pölyn koostumus/ laatu.....	7
7	Pitkäaikaiset paine-eromittaukset.....	7
7.1	Tutkimusvälineet	7
7.2	Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot.....	7
8	Sisäilman lämpötila.....	8
8.1	Tutkimusvälineet	8
8.2	Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot.....	8
9	Sisäilman suhteellinen kosteus.....	11
9.1	Tutkimusvälineet	11
9.2	Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot.....	11
10	Sisäilman hiilidioksidi.....	11
10.1	Tutkimusvälineet	11
10.2	Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot.....	11
11	Materiaalien mikrobianalyysit.....	12
11.1	Materiaalinäytteenotto	12
11.2	Tulosten tulkinta suoraviljelymenetelmällä	12
12	PAH materiaalinäyte	12

12.1	Yleistä.....	12
12.2	Tulosten tulkinta.....	13

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 pyydettyessä.

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 kosteuspuiteisuuden 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 kosteuspuiteisuutta koko mittausvytyydeltä, eikä sen perusteella voida eritellä kosteuspuiteisuutta 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 mittaajan 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 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.

3.1 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.

3.2 Kalusto

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

3.3 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.

3.4 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.

4 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.

4.1 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.

4.2 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.

4.3 Tulosten tulkinta

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

4.4 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 mikrobin aineenvaihduntatuotteiden pääsy sisäilmaan.

On tyypillistä, että rakenteiden tiivistystoimenpiteiden jälkeen tehtävässä merkkiainekokeessa pienemmät vuodot korostuvat, kun ilmavuotoreittien 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).

5 Pinnoille laskeutuneen pölyn tutkimukset

5.1 Pinnoille laskeutuneen pölyn mineraalikuitujen laskenta

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

5.1.1 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.

5.1.2 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.

6 Tuloilmakanavien pöly ja puhtaus

6.1 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.

6.2 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 määräärvio ilmoitetaan painoprosentteina (p -%) kerätystä näytteestä. Mahdolliset asbestikuidut raportoidaan laadullisesti (ympäristöopas 2016).

Tulosten tulkinnessa 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.

7 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.

7.1 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 $\pm 1\%$ ($\pm 50\text{Pa}$).

7.2 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 ilmavuotoja sisäilmaan päin.

8 Sisäilman lämpötila

8.1 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.

8.2 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 %	

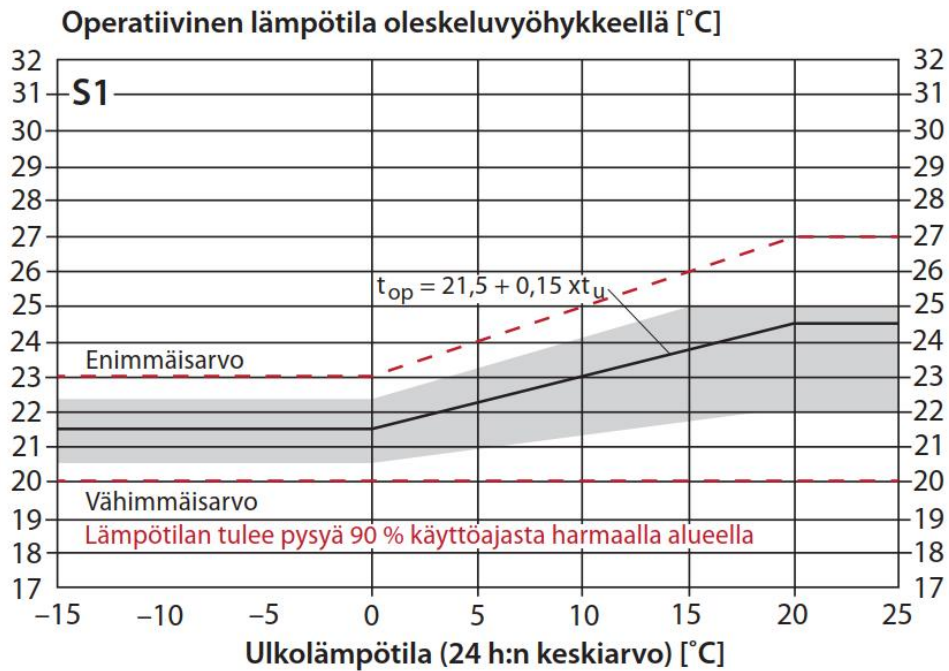
¹⁾ S1-luokassa operatiivisen lämpötilan on oltava tila/huoneistokohtaisesti aseteltavissa välillä $t_{op} \pm 1,5$ °C. Jos samassa huoneessa on useita henkilöitä, käytetään lämpötilan tavoitetasona taulukossa esitettyjä tavoitearvoja.

²⁾ Suluissa asumisterveysasetuksen mukaiset toimenpiderajat.

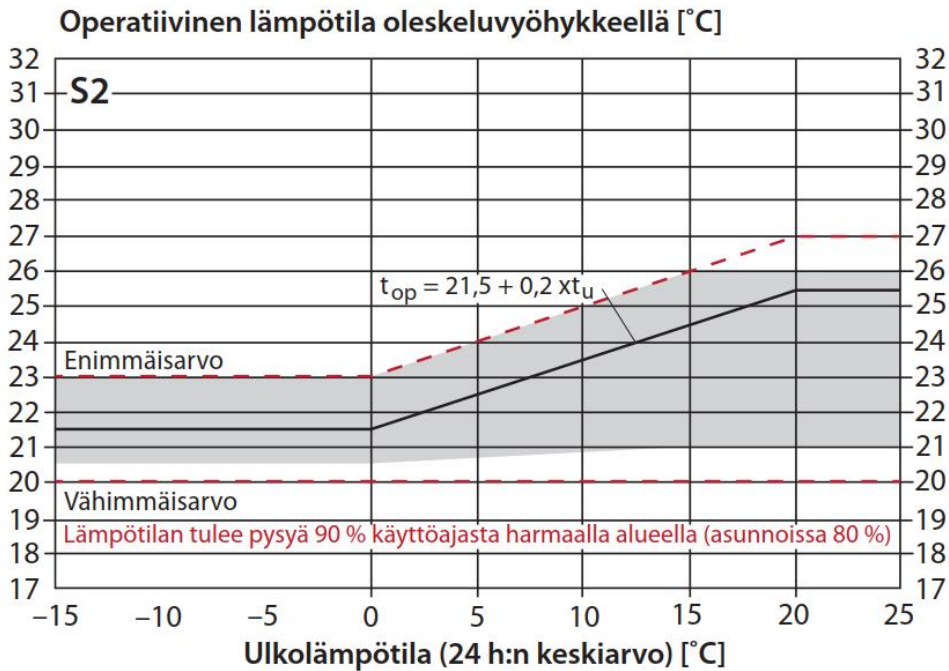
Taulukko 1. Sisäilmastoluokituksen 2018 operatiivisen lämpötilan tavoitearvot eri sisäilmastoluokissa.

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.

9 Sisäilman suhteellinen kosteus

9.1 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.

9.2 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).

10 Sisäilman hiilidioksidi

10.1 Tutkimusvälineet

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

10.2 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.

11 Materiaalien mikrobianalyysit

Tutkimuksella selvitetään, onko tutkitun rakenteen materiaalinäytteissä poikkeavaa mikrobikasvustoa.

11.1 Materiaalinäytteenotto

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

11.2 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.

12 PAH materiaalinäyte

12.1 Yleistä

PAH-yhdisteet (polysykliset aromaattiset hiilivedyt) ovat höyrymäisiä yhdisteitä, joita muodostuu orgaanisen materiaalin epätäydellisessä palamisessa. PAH-yhdisteitä sisältäviä tuotteita ovat pääasiassa puumateriaalien kyllästysaineet, bitumituotteet, asfaltti ja valuasfaltti. PAH-yhdisteitä pidetään terveydelle vaarallisina ja ne voivat aiheuttaa mm. hengitysärsytystä, iho-oireita ja syöpää. Vanhat materiaalit aiheuttavat voimakasta hajua yleensä vasta kun sen pintaa on rikottu. PAH-yhdisteitä (kreosootti) on käytetty eniten 1960-lukuun saakka ja vähenevissä nykypäivään saakka.

PAH-yhdisteiden on todettu imeytyvän viereisiin huokosiin rakennusmateriaaleihin, kuten puuhun, betoniin, tiileen, laastiin ja tasoitteeseen, joka tulee ottaa huomioon mahdollisessa purkutyössä. Purettaessa materiaalista vapautuu ilmaan hiukkasmaisia ja höyrymäisiä aineita ja ne kulkevat elimistöön hengitysilmassa tai kosketuksessa ihon läpi.

12.2 Tulosten tulkinta

PAH-yhdisteitä pidetään haitallisena, jos sen kokonaismäärä materiaalissa ylittää raja-arvon 200 mg/kg. Rajan ylittyessä jätteitä käsitellään vaarallisena jätteen. Purkumateriaalien jäteluokituksesta ja purkutöiden suojaustarpeesta on kerrottu lisää ohjekortissa Ratu 82-0381. Tutkimusmenetelmät ja mittausepävarmuudet on esitetty laboratorion analyysivastauksessa.